

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

*Annales
Experimentis silviculturalibus*

31



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ZAGREB 1994
UNIVERSITAS STUDIORUM ZAGREBIENSIS
FACULTAS SILVICULTURAE
INSTITUTUM EXPERIMENTIS SILVICULTRICIBUS

Glasnik za šumske pokuse,

ANNALES

EXPERIMENTIS SILVARUM CULTURAE PROVEHENDIS

Volumen 31

ZAGREB IN CROATIA MCMXCIV
UNIVERSITAS STUDIORUM ZAGRABIENSIS
FACULTAS FORESTALIS
INSTITUTUM EXPERIMENTIS SILVARUM CULTURAE PROVEHENDIS

GLASNIK

ZA ŠUMSKE POKUSE

Knjiga 31

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ZAGREB 1994

Glavni urednik
Editor in Chief

Prof. dr ĐURO RAUŠ
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Tehnički urednik
Technical Editor

Graf. inž. BORIS RUKAVINA

Lektor
Language Editor

Dr BRANKA TAFRA

IZDAVAČ – PUBLISHED BY:

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Forestry, University of Zagreb
41 000 Zagreb, Svetošimunska 25, Hrvatska

Časopis je glasilo znanstvenih radnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
Tiska se kao godišnjak. Naklada 1000 primjeraka.
Objavljeni članci se referiraju u časopisu »Forestry Abstracts«.

Tiskanje ove publikacije omogućeno je dotacijom Ministarstva znanosti, tehnologije
i informatike Republike Hrvatske, te javnog poduzeća »Hrvatske šume« Zagreb

TISAK: Grafički zavod Hrvatske

S A D R Ź A J (SUMMARIUM)

<i>Pernar, R.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Način i pouzdanost određivanja oštećenosti hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) na infracrvenim (ICK) aerosnimkama		1
Method and Reliability of Assessing Pedunculate Oak (<i>Quercus robur</i> L.)		
Damage on Colour Infrared (CIR) Aerial Photographs		34
<i>Bojanin, S. & Bruči, V.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Proizvodnja industrijskog drva (sječa, izrada i transport)		35
Production of Pulpwood and Wood for Boards (Felling, Primary Conversion and Transportation)		92
<i>Rauš, Đ., Vukelić, J., Španjol, Ž., & Đuričić, T.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Istraživanja sukcesije crnikovih šuma na trajnoj pokusnoj plohi (br. 36) na Rabu		93
The Research on the Succesion of the Mediterranean Oak Forests on the Continual Plot (Nr. 36) on the Island of Rab		134
<i>Vrgoč, P.</i>	Izvorni znanstveni članak	
<i>Fraxinus rotundifolia</i> Mill., <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>austriaca</i> (Hoess) Vid. i <i>Carpinus orientalis</i> Mill. u bonsai kulturi		135
<i>Fraxinus rotundifolia</i> Mill., <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>austriaca</i> (Hoess) and <i>Carpinus orientalis</i> Mill. in Bonsai Culture		198
<i>Rauš, Đ.</i>	Pregledni članak	
Promocija i odjek u tisku monografije »Šume u Hrvatskoj«		199
The Monograph »The Forests of Croatia« its Promotion and the Echo in the Press		230
<i>Pičman, D.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Utjecaj konfiguracije terena i hidrografskih prilika na ekonomsku opravdanost izgradnje optimalne mreže šumskih prometnica		231
Economic Reasons for Building the Optimal Network of Forest Roads as Influenced by the Terrain Configuration and Hydrographic Conditions		316
<i>Pentek, I.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Pejzažne značajke Pazinske jame s gledišta oblikovanja vegetacije okoliša Pazina		317
The Scenery of the Pazinska jama Cave in View of Landscape Architecture of the Pazin Surroundings		390
<i>Majer, Ž.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Ritske šume Hrvatskog podunavlja i njihova prirodna obnova		391
Flood Plain Forests of the Danube Basin and their Natural Regeneration		434
<i>Čavlović, J.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Linearno programiranje u planiranju i gospodarenju jednodobnim šumama		435
Even-Aged Forest Management With Linear Programming		442

RENATA PERNAR

NAČIN I POUZDANOST ODREĐIVANJA OŠTEĆENOSTI HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) NA INFRACRVENIM KOLORNIM (ICK) AEROSNIMKAMA

METHOD AND RELIABILITY OF ASSESSING PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) DAMAGE ON COLOUR INFRARED (CIR) AERIAL PHOTOGRAPHS

Prispjelo: 1. III. 1994.

Prihvaćeno: 18. IV. 1994.

Da bi se na osnovi infracrvenih kolornih (ICK) aerosnimaka moglo zaključivati o stupnju oštećenosti preslikanih stabala (krošanja), mora se zadovoljiti glavni preduvjet, a to je pažljivo izrađen fotointerpretacijski ključ za pojedine vrste drveća i stupnjeve oštećenosti.

Cilj je ovog istraživanja, provedenoga u nizinskim šumama hrasta lužnjaka u Slavonskoj posavini, bio izrada kvalitetnoga i pouzdanoga fotointerpretacijskog ključa za hrast lužnjak (*Q. robur* L.), kao pomoći pri određivanju oštećenosti na ICK aerosnimkama.

Da bi taj cilj bio ostvaren, bilo je potrebno obaviti nekoliko konkretnih zadataka.

- utvrditi način preslikavanja oštećenosti na aerosnimkama,
- odrediti stupnjeve oštećenosti hrasta lužnjaka terestričkom metodom i metodom fotointerpretacije,
- utvrditi prirast stabala hrasta lužnjaka po stupnjevima oštećenosti,
- provjeriti pouzdanost primjene ključa s obzirom na pojedine opažače, terestričke podatke i prirast.

Kao rezultat provedenih istraživanja izrađen je detaljno raščlanjeni fotointerpretacijski ključ za hrast lužnjak.

Fotointerpretacijski ključ je prikazan opisno, shematski i u slikovnom obliku.

Ključne riječi: daljinska istraživanja, infracrvene kolorne (ICK) aerosnimke, fotointerpretacija, fotointerpretacijski ključ, jedinstveni stupanj oštećenosti (JSO), prirast, Slavonska posavina, hrast lužnjak

UVOD - INTRODUCTION

Sušenje šuma u mnogim dijelovima Hrvatske poprima sve veće razmjere. Da bi se ta pojava što bolje proučila i kontrolirala, provode se intenzivna istraživanja. Primarni je zadatak pri tome inventarizacija oštećenosti šuma i njezin prostorni

raspored. Taj je zadatak moguće provesti terestričkim opažanjima ili primjenom metoda daljinskih istraživanja.

Od metoda daljinskih istraživanja osobito je pogodna interpretacija infracrvenih kolornih (ICK) aerosnimaka. Inventarizacija oštećenosti šuma pomoću ICK aerosnimaka. Inventarizacija oštećenosti šuma pomoću ICK aerosnimaka osniva se na ustanovljavanju stupnja oštećenosti pojedinačnih stabala koja se vide na aerosnimkama. Osim različito izraženih znakova oštećenosti s obzirom na teksturu, a ovisno o vrsti drveća, oštećene šume pokazuju i promjene u spektralnoj emisiji elektromagnetskih valova, kako u vidljivom, tako i u nevidljivom dijelu spektra. To dovodi do promjene tipičnog preslikavanja zdrave vegetacije na aerosnimkama.

Način preslikavanja pojedinih stupnjeva oštećenosti za svaku vrstu drveća, tj. veza između stupnja oštećenosti na terenu i na aerosnimkama, uspostavlja se pomoću pažljivo izrađenoga fotointerpretacijskog ključa. U njemu se opisno, crtežom ili fotografijom daju karakteristike izgleda pojedinih vrsta drveća i stupnjeva oštećenosti na aerosnimkama. Za određivanje oštećenosti na aerosnimkama nameće se potreba izrade kvalitetnog i pouzdanoga fotointerpretacijskog ključa za svaku pojedinu vrstu drveća.

Budući da je hrast lužnjak gospodarski najznačajnija vrsta u našim nizinskim šumama, potrebno je izraditi fotointerpretacijski ključ za tu vrstu drveća kako bismo pri inventarizaciji mogli što bolje uskladiti kriterije stupnjevanja oštećenosti.

O FOTOINTERPRETACIJI I AEROSNIMKAMA PHOTOINTERPRETATION AND AERIAL PHOTOGRAPHS

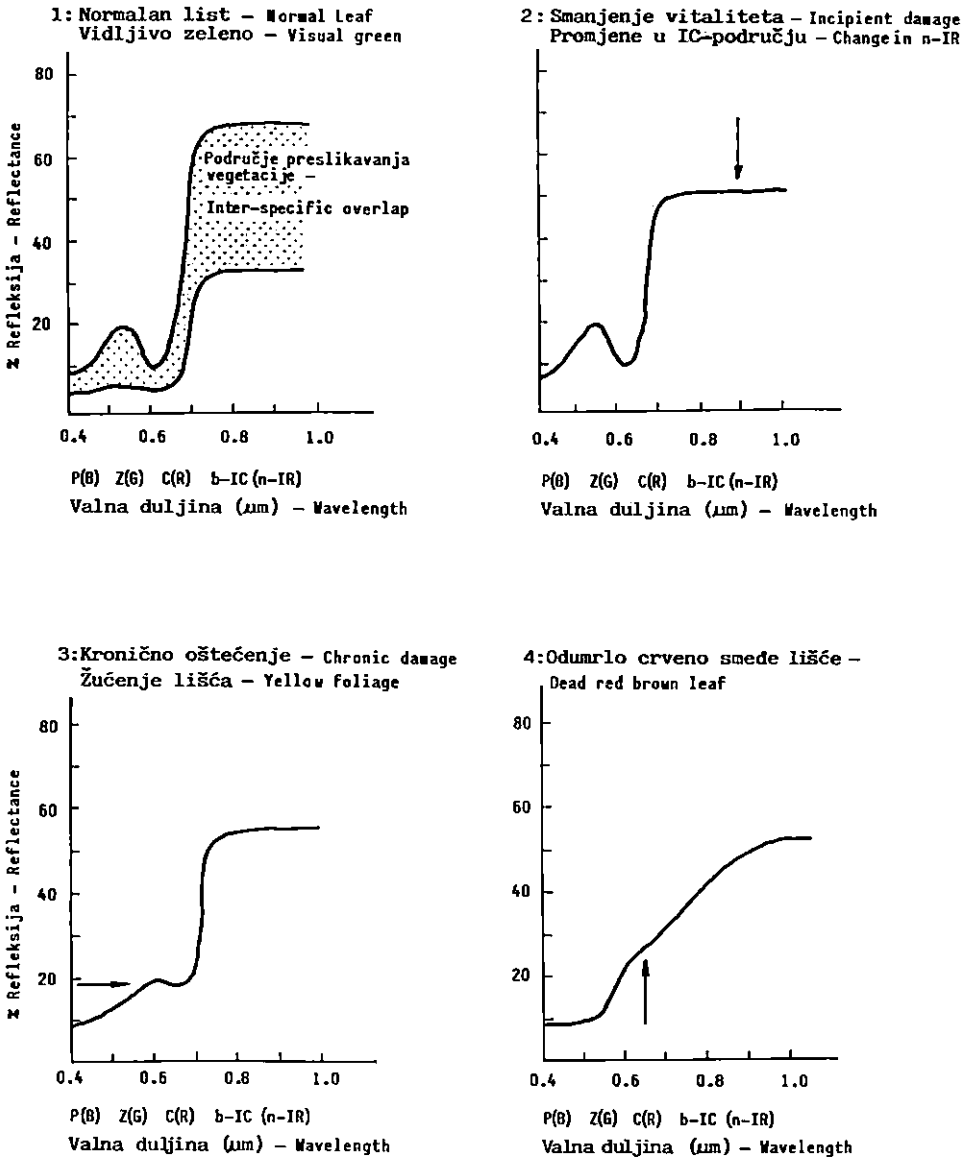
Fotointerpretacija je znanstveno-tehnička, interdisciplinarna metoda pomoću koje se na temelju kvalitativnih i kvantitativnih analiza, logičkih kombinacija i individualnih iskustava mogu dobiti pouzdane informacije o postojanju i stanju prirodnih i umjetnih objekata snimljenog dijela površine Zemlje (Rueger i dr. 1973).

Na Balkanu je prvi opisao novu metodu – fotogrametriju, Franjo pl. Kružić, profesor Gospodarsko-šumarskog učilišta u Križevcima, u svojoj knjizi »Fotogrametrija i praktični dio tahimetrije« 1897. godine. Opisana je primjena terestričkih snimaka.

Šira primjena aerosnimaka u šumarstvu počela je u svijetu nakon I svjetskog rata. Nagli razvitak fotointerpretacije za civilne potrebe nastupa nakon II svjetskog rata. Početak sustavnog istraživanja i primjene fotogrametrije i fotointerpretacije u nas počinje poslije 1945. godine djelovanjem prof. dr. Z. Tomaševića (Prpić i dr. 1976).

U posljednje su vrijeme fotointerpretacija i daljinska istraživanja našli primjenu u svim disciplinama koje se bave proučavanjem i dobivanjem podataka o Zemljinoj površini i njezinu pokrivaču (Kušn 1991).

Tehnika fotointerpretacije uključuje čitanje aerosnimaka, njihovu analizu, te donošenje sveobuhvatnog tumačenja užega stručnog problema induktivnim i deduktivnim putem (Donaszy i dr. 1983).



Sl. - Fig. 1 Promjene spektralne refleksije uslijed fiziološkog oštećenja - Spectral reflectance changes due to physiological damage (Csaplovics 1982, prema Murtha 1978)

Dosadašnja istraživanja su pokazala da najveću količinu podataka, pa prema tomu i najpouzdaniju fotointerpretaciju daju infracrveni kolorni (ICK) filmovi. ICK film se na tržištu pojavljuje najčešće kao preobratni film pomoću kojega se dobivaju dijapozitivi. Jedan od najpoznatijih i najviše primjenjivanih je Kodak Aerochrome 2443.

ICK film se sastoji od tri sloja osjetljiva na svjetlo: plavoga koji je senzibiliziran za zelenu boju, zelenoga senzibiliziranog za crvenu boju i crvenog senzibiliziranog za bliže IC zračenje. Na njemu se zeleno obojeni, neživi objekti preslikavaju plavo, crveni objekti zeleno, a objekti koji intenzivno zrače IC (vegetacija) preslikavaju se crveno. Prirodna scena je na taj način preslikana u neprirodnom, lažnim bojama, pa se zbog toga još ICK snimke zovu i pseudokolorne (falšcolor) snimke. Preobratnim postupkom razvijanja stvaraju se slojevi boja koji su komplementarni osnovnim bojama u smislu njihova miješanja: plava – žuta, zelena – magenta, crvena – cian (K a l a f a d ž i ć & K u š a n 1990).

S c h w i d e f s k y (1976) navodi da su infracrvene kolorne aerosnimke zapravo fotosloj s najviše spektralnih informacija i za zdravu i za oboljelu šumsku vegetaciju. Senzibilizirani su za valna područja, plavog, zelenog i infracrvenog dijela elektromagnetskoga Sunčeva spektra. Te snimke su dobro pomagale za istraživanje vegetacije, osobito za ustanovljavanje oštećenja nastalih djelovanjem različitih biotskih i abiot-skih utjecaja, koji ne uvjetuju trenutno ugibanje i propadanje, nego postupno odumiranje vegetacije (K a l a f a d ž i ć 1987).

Uza sve to bogat sadržaj aerosnimke omogućuje i geodetu, geologu, pedologu, agronomu itd. da bilo direktno ili indirektno zaključuje o onim fenomenima koji su od interesa za njegovu užu djelatnost (T o m a š e g o v i ć 1968).

Zdrava, vitalna stabla preslikavaju se na ICK aerosnimkama u crvenim i crveno purpurnim tonovima. Listopadno drveće se preslikava izrazito crveno, a crnogorično zbog smanjenja remisije u infracrvenom (IC) dijelu spektra nešto tamnije s pomakom prema purpuru. Pojava izrazito purpurnih i plavoljubičastih tonova označava smanjenje IC remisije, obično zbog promijenjene fiziološke kondicije stabala. U bjelkastoj i žučkastoj boji preslikavaju se stabla s promijenjenom bojom lišća. Plava boja označava jako oštećena odnosno odumrla stabla (T o m a š e g o v i ć 1982).

Na ICK aerosnimkama se oštećenost lagano uočava, pa nekada i prije nego se u prirodi pojave oku vidljivi znakovi, zbog promjene spektralne refleksije oboljele vegetacije. Oštećenost se najčešće javlja kao promjena u morfologiji ili fiziologiji biljaka. Morfološke promjene u većini slučajeva povezane su s gubitkom lišća, odumiranjem grana i dijelova krošnje, a fiziološke promjene uglavnom predstavljaju promjenu boje lišća, što uvjetuje promjenu u refleksiji.

Postoje vrlo znakovite razlike u remisiji u bližem IC području koje ovise o zdravstvenom stanju pojedinih stabala (K a l a f a d ž i ć 1973, D o n a s s y i dr. 1983, H u s s i dr. 1984).

U slici 1 (C s a p l o v i c s 1982, prema M u r t h a 1978) prikazane su promjene spektralne refleksije u ovisnosti od oštećenja stabala: strelicom je označeno odstupanje od normalne krivulje.

2) Promjene u staniću lišća uzrokuju promjene razine refleksije u bližem IC području, koje nisu vidljive ljudskom oku (početak slabljenja vitalnosti lišća).

1) U pojasu koji je označen točkasto preslikavaju se sve vrste drveća (normalno zeleno lišće).

3) Nakon razdoblja dugotrajnog oštećenja stabala nastaju promjene refleksije u vidljivom dijelu spektra (žučenje lišća).

4) Refleksija s mrtvoga, crvenosmeđeg lišća.

U europskim zemljama istraživanja za primjenu ICK filma u šumarstvu provode se od sredine 60-ih godina. Pojavom sve većih oštećenja upotreba ICK filma značajno se povećala i uz primjenu postignutih iskustava dosegla djelatnu razinu.

PRIMJENA ICK AEROSNIMAKA ZA INVENTARIZACIJU OŠTEĆENOSTI ŠUMA APPLICATION OF CIR AERIAL PHOTOGRAPHS FOR FOREST DAMAGE ASSESSMENT

ICK aerosnimke imaju dva svojstva koja su potrebna da bi se one mogle primjenjivati za opažanje i inventarizaciju šteta u šumama:

1) imaju dovoljnu prostornu moć razlučivanja da se mogu uočiti strukturne i teksturne karakteristike stabala pojedinih vrsta i stupnjeva oštećenosti,

2) mogu zabilježiti promjene refleksije zbog oštećenja i to u vidljivom dijelu spektra i u bližem IC dijelu, što dovodi do razlika u boji preslikavanja zdravih i oštećenih stabala na aerosnimkama (K a l a f a d ž i ć i dr. 1989, 1990).

Inventura je pomoću aerosnimaka pogodna i iz ovih razloga:

– mogućnosti ustanovljavanja stanja na cijelom snimljenom području gotovo u istom trenutku (terestričke metode zahtijevaju rad kroz duže vremensko razdoblje),

– inventura se provodi pod točno utvrđenim uvjetima, jedinstvenima za cijelo područje,

– rezultati inventarizacije se mogu u svako doba reproducirati i kontrolirati,

– aerosnimke su fotografska dokumentacija stanja šuma u određenom trenutku,

– fotointerpretacija se provodi s manjim brojem izvršitelja, čime rezultati postaju ujednačeniji.

Osim tih prednosti postoje i one koje su vezane isključivo uz primjenu interpretacije aerosnimaka:

– prednost promatranja iz ptičje perspektive (promjene se dešavaju većinom u vrhu krošnje, što je teško vidljivo sa zemlje),

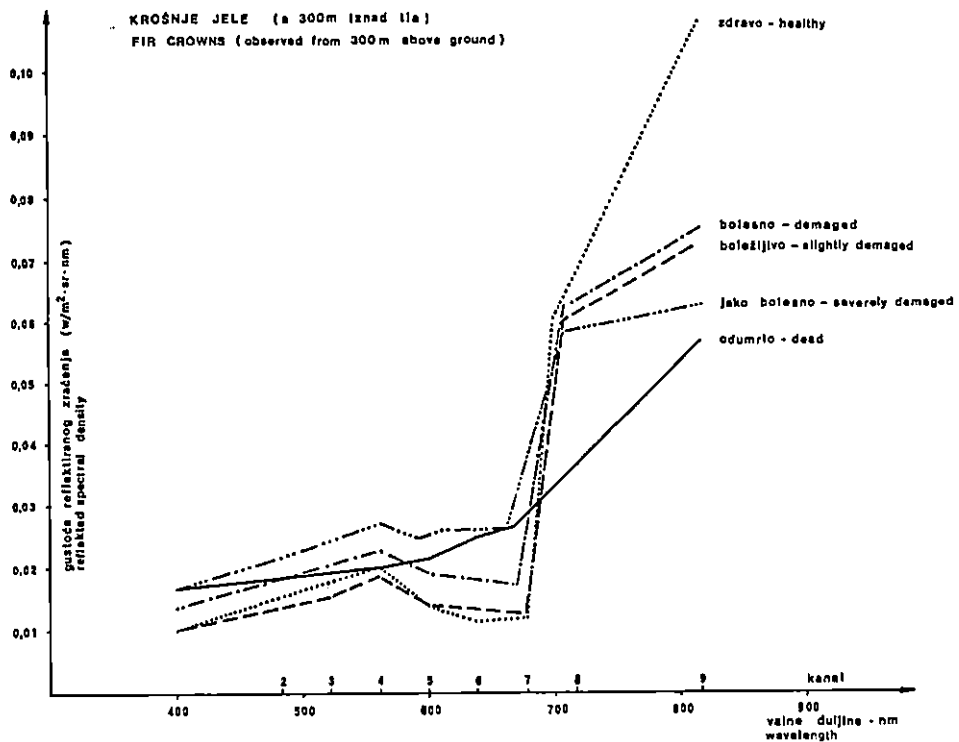
– mogućnost sveobuhvatnog pregleda terena (uvid u teren na većim površinama),

– mogućnost optičkog povećanja slike, detaljniji uvid u teren (K a l a f a d ž i ć & K u š a n 1990).

Inventarizacija oštećenosti šuma pomoću aerosnimaka se temelji na ustanovljavanju stupnja oštećenosti pojedinačnih stabala (krošanja) koja se vide na tim snimkama.

Hildebrandt i Gross (1989) navode da prepoznavanje i klasifikacija pojava oštećenosti na aerosnimkama pretpostavlja da između oštećenih, bolesnih i neoštećenih, zdravih stabala postoje jednoznačne razlike u obliku krošnje, položaju grana i gustoći krošnje ili razlike refleksije u jednom ili više spektralnih područja.

Međusobni utjecaj stanja krošnje i simptoma oštećenosti s jedne strane i refleksije svjetla s druge strane je mnogostruk. U slici 2 (K a d r o 1984) prikazana



Sl. Fig. 2 Spektralna refleksija zdravih i različito jako oštećenih krošnja jele Spectral reflectance from healthy and from fir crowns various of damage status (Kadro 1984)

je promjena u spektralnoj refleksiji različito jako oštećenih stabala u odnosu na zdrava stabla. Razlike u refleksiji zbog različitih vrsta drveća i stupnjeva oštećenosti, a time i razlike u načinu preslikavanja veće su u IC dijelu spektra nego u vidljivom području. Zbog toga su metode daljinskih istraživanja koje se služe IC zračenjem efikasnije od metoda koje se služe samo vidljivim dijelom spektra.

Mogućnosti primjene ICK aerosnimaka za ustanovljavanje šteta na vegetaciji, a osobito na šumama sustavno su istraživane od sredine 60-ih godina (Hildebrandt & Kenneweg 1968, Kenneweg 1972, Murtha 1972).

U novije vrijeme provode se snimanja na velikim područjima, osobito u Njemačkoj, za potrebe inventarizacije i praćenje stanja šuma, te za proučavanje propadanja šuma (Kalafadžić 1984). ICK aerosnimke korištene su u Sloveniji za pokusno kartiranje oštećenja crnogoričnih šuma u okolici industrijskih objekata (Šolar 1979).

U Hrvatskoj su se nakon pokusnih snimanja (Tomasegović 1982, Kalafadžić 1987) počele od 1988. godine primjenjivati ICK aerosnimke za inventarizaciju oštećenosti šuma na većim površinama (Kalafadžić & Kušan 1990, 1990a).

Dosada su se mnogi stručnjaci bavili primjenom ICK aerosnimaka za inventarizaciju oštećenosti šumskog drveća i sastojina (Pelz & Riedel 1973, Masumy 1984, Hildebrandt i dr. 1987, Kalafadžić 1987, Hočevar & Hladnik 1988, Voss 1989, Kalafadžić i dr. 1989, 1990, 1993, Kalafadžić & Kušan 1989, 1990a, 1990b).

Ustanovljavanje pojave i praćenje prostiranja te smjera napredovanja oštećenosti, kao i uzroka sušenja zadatak je svakoga naprednoga šumskog gospodarstva (Meštrović 1980, Seletković 1991). Na osnovi sveobuhvatnih informacija koje dobijemo inventarizacijom (biljne zajednice, drvena zaliha, prirast, zdravstveno stanje itd.) moći će šumarski stručnjak propisati odgovarajuće mjere i zahvate koje je potrebno provesti. Podaci inventarizacije šteta su osnova za donošenje mjera zaštite i obnove oštećenih sastojina te podloga za ekonomsko vrednovanje šteta.

Meštrović (1989) navodi da se mora kada dođe do poremećaja ekoloških faktora koji neposredno djeluju na šumu kao cjelinu ili na pojedine njene elemente, djelovati brzo kako bi posljedice ekološki negativnih utjecaja bile što manje.

Upravo metode fotointerpretacije omogućuju da na razmjerno brz način odredimo područja koja su najugroženija i uz pomoć terestričkih istraživanja dobijemo podatke o uzrocima sušenja naših šuma, kao i osnovu za njihovu zaštitu.

DEFINIRANJE STUPNJA OŠTEĆENOSTI DEFINITION THE STAGE OF DAMAGE

Kao osnova za određivanje stupnja oštećenosti, prilikom inventarizacije oštećenosti šuma interpretacijom ICK aerosnimaka uzeta su pravila iz »Uputstava« (1987) za anketu o umiranju šuma u cijeloj Hrvatskoj.

Prema navedenim »Uputstvima« (Prpić i dr. 1988) stupanj oštećenosti stabala ocjenjuje se na osnovi ustanovljavanja postotka osutosti asimilacijskih organa (lišća), postotka klorotičnosti (požutjelosti) asimilacijskih organa i postotka odumiranja grana.

Navedene karakteristike za potrebe fotointerpretacije treba promatrati zajedno, jer će se tako preslikati na aerosnimci. Zbog toga je potrebno svako stablo na terenu i na aerosnimci ocjenjivati jedinstvenim stupnjem oštećenosti (JSO), kao zbirnom ocjenom na osnovi navedenih karakteristika. (Kalafadžić i dr. 1989, 1990, 1991, 1993, Kalafadžić & Kušan 1990).

Prema praksi u inventarizacijama oštećenosti šuma u srednjoj Europi (AFL 1988) stupnjevi oštećenosti se definiraju prema postotku osutosti lišća u odnosu na stablo s potpunom krošnjom. Osim osutosti bilježi se i postotak i tip požutjelosti lišća (kloroza), postotak i tip odumiranja grana u gornjem dijelu krošnje, te još neke druge vidljive značajke (pojava sekundarnih mladica /živića/, pridolazak štetnika i biljnih bolesti itd.).

Prilikom prijašnjih inventura oštećenosti šuma primjenom ICK aerosnimki (Kalafadžić & Kušan 1989) uočeno je da stupanj oštećenosti 2 (26 – 60%) prema skali stupnjeva oštećenosti koja je primijenjena u Europskoj zajednici (Hildebrandt i dr. 1986) ima preširok raspon, te je na osnovi istraživanog prirasta različito oštećenih stabala podijeljen na dva podstupnja (2.1, 2.2). Jednako tako je i stupanj oštećenosti 3 (61 – 100%) podijeljen na dva dijela (3.1 i 3.2). Tako se dobila

razmjerno jednolika skala sa stupnjevima od po 20%.

Postizanje jedinstvenih kriterija za ocjenjivanje oštećenosti je preduvjet za dobivanje jednolikih podataka inventarizacije, pa je stoga potrebno osigurati izobrazbu i trening izvršitelja inventarizacije na pokaznim primjernim stablima ili publicirati atlas oštećenosti za pojedine vrste drveća (Bosshard 1986, Kušan i dr. 1991).

CILJ ISTRAŽIVANJA – AIM OF RESEARCH

Glavna je svrha ovog istraživanja bila izrada kvalitetnoga i pouzdanoga fotointerpretacijskog ključa za hrast lužnjak (*Q. robur* L.) kao pomoći pri određivanju oštećenosti na infracrvenim kolornim (ICK) aerosnimkama. Da bi taj cilj bio ostvaren, potrebno je obaviti nekoliko konkretnih zadataka:

- utvrditi način preslikavanja oštećenosti na aerosnimkama,
- odrediti stupnjeve oštećenosti hrasta lužnjaka terestričkom metodom i metodom fotointerpretacije,
- utvrditi prirast stabala hrasta lužnjaka po stupnjevima oštećenosti,
- usporediti dobivene rezultate,
- provjeriti pouzdanost primjene ključa u odnosu na pojedine opažače, terestričke rezultate i prirast.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – RESEARCH AREA LOKALITETI – RESEARCH SITES

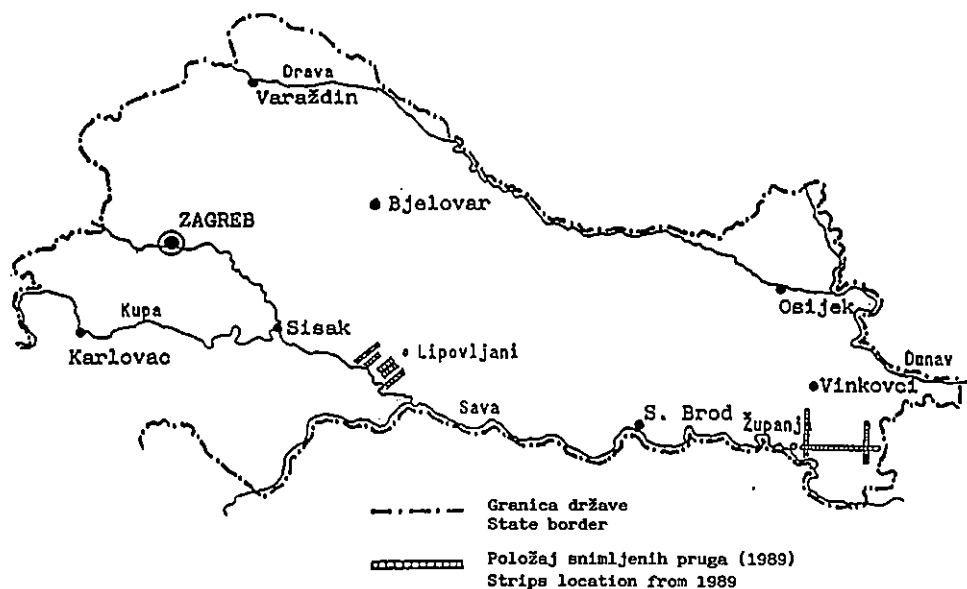
Geodetski zavod iz Ljubljane obavio je 20. 07. 1989. godine aerosnimanje u nizinskim šumama hrasta lužnjaka u Slavonskoj posavini. Snimljen je uzorak u obliku pruga (slika 3) i to:

- područje šumskog bazena »Spačva« – 50 km,
- okolica Lipovljana, G.J. »Josip Kozarac« – 19 km,
- NPŠO »Opeke«.

Na tom području 1989. i 1990. godine obavljani su terenski radovi tijekom kojih su prikupljeni podaci za izradu i testiranje fotointerpretacijskog ključa (uzeti su izvrci, određeni stupnjevi oštećenosti stabala hrasta lužnjaka).

Istraživanje, odnosno prikupljanje podataka za izradu fotointerpretacijskog ključa obavljeno je u sastojinama kako slijedi:

- Šumski bazen »Spačva« – GJ »Narače« – odjeli 8 i 9,
 - GJ »Vrbanjske šume« – odjeli 63, 65, 66, 126 i 134,
 - GJ »Desičevo« – odjeli 19, 20, 26, i 27,
 - GJ »Slavir« – odjel 157,
 - GJ »Debrinja« – odjel 1,
- Lipovljani – GJ »Josip Kozarac« – odjeli 31, 37, 40, 41, 43, 49, 54, 85, 86, 97, 101 i 191.



Sl. - Fig. 3 Karta snimljenog područja s ucrtanim prugama snimanja - Map of area covered by aerial photographs in strips

Podaci za testiranje fotointerpretacijskog ključa prikupljeni su na plohama oko pijezometara i bioindikacijskih točaka u šumskom bazenu »Spačva« i u NPŠO »Opeke«. Obuhvaćene su sastojine:

- GJ »Vrbanjske šume« - odjeli 76 i 80,
- GJ »Slavir« - odjeli 15, 35 i 159,
- GJ »Kragujna« - odjeli 42 i 56,
- GJ »Debrinja« - odjel 1,
- GJ »Narače« - odjeli 4, 8 i 17,
- GJ »Desičevo« - odjeli 19 i 34,
- NPŠO »Opeke« - odjeli 121, 127, 135, 136, 149, 150, 156 i 157.

Uzimanje izvrtaka za analizu prirasta obavljeno je u sastojinama:

- GJ »Kragujna« - odjel 56 i 57,
- GJ »Vrbanjske šume« - odjel 67, 68, 126, 127 i 134,
- GJ »Topolovac« - odjel 135,
- GJ »Slavir« - odjeli 155 i 156.

BILJNE ZAJEDNICE - PLANT COMMUNITIES

Na snimljenom području istraživanjem su obuhvaćene biljne zajednice hrasta lužnjaka s obzirom na njegov udio u sastojini:

- 1) Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971),
- 2) Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris aceretosum tatarici* Rauš 1971),

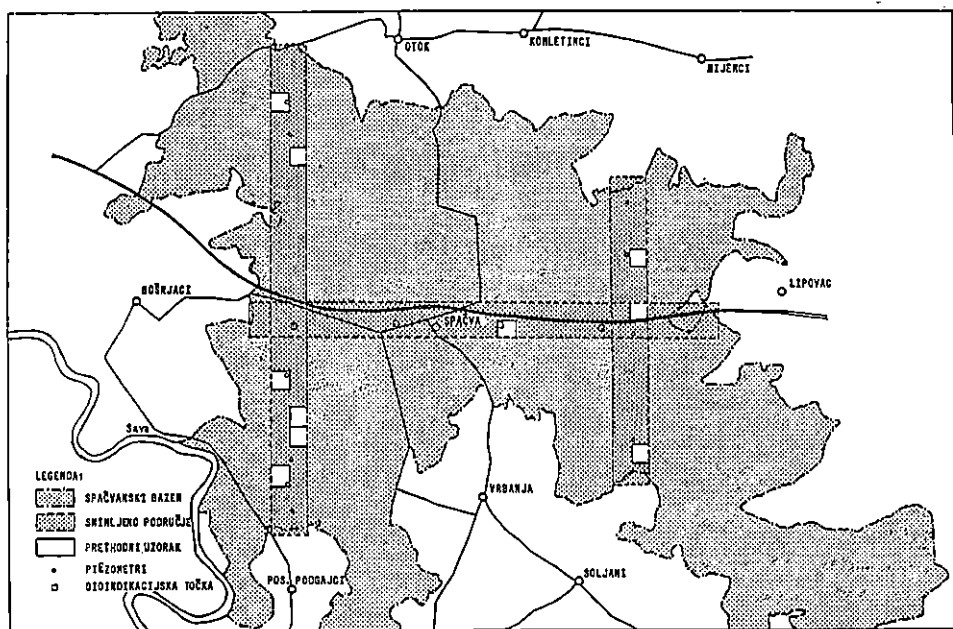
3) Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris caricetosum remotae* Ht. 1938).

METODE RADA – WORK METHODS TERENSKI RADOVI – TERRAIN WORKS

Radi prikupljanja podataka za izradu fotointerpretacijskog ključa na područjima predviđenima za snimanje u periodu aerosnimanja odabirana su stabla za koja se pretpostavljalo da će se sa sigurnošću moći pronaći na aerosnimkama. Pri tome je bilo potrebno paziti da u uzorku bude zastupljen dovoljan broj stabala za svaki stupanj oštećenosti. Ukupno je obrađeno oko 600 davalata hrasta lužnjaka.

svakom odabranom stablu skiciran je položaj u odnosu na prepoznatljive topografske i sastojinske detalje na Osnovnoj državnoj karti (ODK) 1:5000 i na posebnoj skici. Položaj stabala određen je pomoću mjerne vrpce i busole.

Radi dokumentiranja izgleda stabala i njihovog kasnijeg uspoređivanja s načinom preslikavanja na aerosnimkama karakteristična stabla odnosno skupine stabala snimljene su kolornim dijapozitivima. Ukupno je snimljeno oko 140 dijapozitiva.



Sl. - Fig. 4 Karta položaja pijezometara i bioindikacijskih ploha u Spačvanskom bazenu - Map of piezometers and bioindication plots location in Spacva region (Croatia)

Terestrička ocjena stupnja oštećenosti – Estimation of the damage status in the terrain stage

Svakom odabranom stablu određen je stupanj oštećenosti na četiri bioindikacijske plohe te na deset ploha postavljenih oko pijezometara (slika 4). Položaji pijezometara i bioindikacijskih ploha bili su signalizirani prije aerosnimanja postavljanjem signalnog križa na vrhu stabla koje je u najbližjoj okolini bilo pogodno za penjanje.

Radi mogućnosti kasnijega uspoređivanja stupanj oštećenosti odabranih stabala određen je prema kriterijima propisanim za terestričku inventuru, u skladu s »Uputstvima za provođenje ankete« (Zagreb 1987), a na osnovi uočljivih karakteristika u odnosu na izgled zdravog stabla.

Svako odabrano stablo ocijenjeno je jedinstvenim stupnjem oštećenosti (JSO), kao zbirnom ocjenom postotka osutosti lišća, postotka klorotičnosti lišća i postotka odumiranja grana. Taj je JSO odabranih stabala prilikom terenskih radova ocjenjivan u stupnjevima oštećenosti po 5%, što je u skladu s praksom u Europskoj zajednici (Hildebrandt & Gross 1989).

Na taj je način ocijenjena stabla bilo moguće poslije svrstati u stupnjeve oštećenosti s rasponima po volji (Fintić i dr. 1990). Odabrana stabla svrstana su u dopunjenu skalu stupnjeva oštećenosti Europske zajednice odnosno terestričke ankete umiranja šuma u Hrvatskoj (Kalafadžić & Kušan 1989, 1990b).

stupanj oštećenosti	postotak (%) oštećenosti
0	0–10
1	11–25
2.1	26–40
2.2	41–60
3.1	61–80
3.2	81–100
4	sušci

Uzimanje izvrtaka za analizu prirasta – Taking core for increment analysis

Dosada su odnos prirasta i oštećenih stabala proučavali mnogi autori (Athari & Kramer 1983, Kenneweg & Nagel 1983, Kenk i dr. 1984, Kalafadžić 1987, Hočevar & Hladnik 1988, Kalafadžić & Kušan 1989, Pranjić & Lukić 1989).

Terenski radovi radi uzimanja izvrtaka za analizu prirasta obavljani su uz primjenu aerosnimaka. Uz pomoć aerosnimaka u sastojinama starim između 95 i 110 godina pronađena su hrastova stabla različitih stupnjeva oštećenosti, 40–50 cm prsnog promjera, što je ujedno bio raspon u kojem se nalaze srednji prsni promjeri tih sastojina.

Na odabranim stablima uziman je izvrtak Presslerovim svrdlom za analizu širine goda i svakom stablu je ocijenjen stupanj oštećenosti te skiciran položaj stabla na posebnoj skici. Ukupno je izbušeno 247 izvrtaka.

IZRADA FOTOINTERPRETACIJSKOG KLJUČA PREPARING OF PHOTOINTERPRETATION KEY

Utvrđivanje načina preslikavanja stupnja oštećenosti na ICK aerosnimkama Assessment of damage status appearance of CIR aerial photographs

Da bi se dobili što pouzdaniji rezultati, potrebno je fotointerpretaciju provoditi u stereomodelu, tj. potrebno je provesti orijentaciju stereopara. Orijentacija snimaka obavlja se po postupku opisanom u Tomáševović (1986).

Ispravnu fotointerpretaciju moguće je provesti ako se vodi računa o svim značajkama koje su vidljive na aerosnimkama. Za to bi bili potrebni instrumenti s kvalitetnom optikom (Interpretoskop Zeiss Jena, Aviopret Wild) za promatranje aerosnimaka pod velikim povećanjem (do 16 ×). Prilikom izrade ovog rada korišten je zrcalni stereoskop Carl Zeiss Jena s povećanjem 3,5×, adaptiran pomoću durbina MP 80 × 30 na povećanje od 8×.

Za izradu fotointerpretacijskog ključa potrebno je utvrditi kako se promatrana vrsta drveća (u ovom slučaju hrast lužnjak) preslikava u pojedinim stupnjevima oštećenosti. Pri tome treba definirati izgled krošnje s obzirom na dva osnovna kriterija: opći izgled i boju krošnje.

Opći izgled – General appearance

Opći izgled se može poistovjetiti s oblikom krošnje, a njega opisujemo vanjskom konturom, strukturom i teksturom.

Pod vanjskom konturom podrazumijevaju se sve značajke koje izgrađuju izgled krošnje u tlocrtu i nacrtu. Pri klasifikaciji oštećenosti vanjska kontura je vrlo važna, jer su morfološke promjene ovdje najizraženije.

Struktura krošnje karakteristična je za svaku pojedinu vrstu, a ovisi najviše o načinu grananja stabla i stupnju oštećenosti.

Teksturom se opisuju najfiniji detalji u izgledu krošnje, koji najviše ovise o morfološkim karakteristikama vrste, smještaju i obliku lista, te veličini i smještaju jednogodišnjih izbojaka.

Boja krošnje – Crown colour

Boja krošnje je određena svjetlinom, tonom i zasićenjem. Ona je proizvod od krošnje reflektiranog svjetla. Intenzitet remisije ovisi o listnim pigmentima, strukturi staničja, te o gustoći krošnje odnosno udjelu ostalih dijelova stabla (grane, dijelovi debla) u reflektiranju svjetla. Sve nabrojene značajke karakteristične su za pojedine vrste drveća i stupnjeve oštećenosti.

Boja je važan, ali ne i isključivi pokazatelj za klasifikaciju oštećenosti. Odnos pojedinih boja na ICK aerosnimkama razvijanjem nije moguće uravnotežiti, pa se isti objekti, od serije do serije filma i od slike do slike mogu preslikati u različitim nijansama. U slučaju da dođe do neravnomjernog preslikavanja ispravna klasifikacija provodi se na osnovi značajki općega izgleda krošnje, a to je upravo razlog što se za interpretaciju oštećenosti pojedinačnih stabala zahtijevaju snimke što krupnijega mjerila.

Vrste fotointerpretacijskih ključeva -- Types of photointerpretation keys

Fotointerpretacijski ključ služi za postavljanje odnosa između objekata na terenu (u ovom slučaju drveća) i njihova izgleda na aerosnimkama. On sadrži potrebne identifikacijske kriterije pomoću kojih se objekti na snimkama mogu prepoznati i pravilno interpretirati (Scherrer i dr. 1990).

Donassy i dr. (1983) navode da su fotointerpretacijski ključevi pomagala namijenjena brzom i što točnijoj identifikaciji nekog objekta ili fenomena te presuđivanju njihova značenja na temelju načina preslikavanja.

Prikladni su ključevi u obliku fotografije, no mogu biti i opisni, u obliku crteža ili oboje. Fotointerpretacijski ključevi su ili selektivni ili eliminacijski. U selektivnom ključu interpretator traži onaj isječak, tj. dio koji je najsličniji promatranomu (traženomu). Eliminacijski ključ se osniva na postupnom pronalaženju (korak po korak) traženog objekta ili pojave uz odbacivanje netočnih odgovora.

Odbacivanjem ili odabirom na aerosnimkama dolazi se do odgovora koji daju te sheme s obzirom na vrstu drveća ili taksacijske karakteristike. Za odgovore o vrsti drveća i nekoj drugoj karakteristici služi ili izravno sam ključ ili se izradi dodatni interpretacijski ključ, kojim se nadovezuje na odgovore što ih daje osnovni ključ.

Detaljni eliminacijski (dihotomski) ključ za određivanje uzorka i stupnja oštećenosti pojedinih vrsta drveća izradio je Murtha (1972). U praksi se najčešće koriste ključevi koji sadrže značajke i selektivnog i eliminacijskog ključa.

Mnogi autori u svojim istraživanjima istakli su potrebu izrade kvalitetnih ključeva. Tako su Northrop & Johnson (1970) za područje Alabame izradili eliminacijski ključ, vodeći pritom računa o godišnjem dobu u kojem se obavlja aerosnimanje (ljetno, jesen) i primijenjenoj emulziji (pankromatska, IC, normalni kolor). U ključu su prikazani tipovi šuma.

Pri izradi ključeva za interpretaciju vegetacije od velike su pomoći bila istraživanja Baumanna (1957) i Schneidera (1974).

U SAD-u je Spurr (1948) podijelio šumsku vegetaciju prema klimatskim regijama. Za neke vrste drveća u tim regijama dao je slikovne i ekološke karakteristike, koje pridonose prepoznavanju tih vrsta na snimkama.

Zsilinszky je (1966) izradio niz detaljnih analiza za prepoznavanje gospodarski važnijih vrsta drveća u Ontariu.

Rey je (1957) također opisao ključ za identifikaciju tipova vegetacije.

Kod nas je Vukelić (1984) izradio fotointerpretacijski ključ za identifikaciju i razgraničenje biljnih zajednica u Nacionalnom parku »Risnjak«.

Osnova svake inventarizacije oštećenosti šuma pomoću aerosnimaka je pažljivo izrađen fotointerpretacijski ključ (Wolf 1970, Murtha 1972, Masumy 1984, Hildebrandt i dr. 1986, AFL 1988), u kojem se definira način preslikavanja stupnjeva oštećenosti pojedinih vrsta drveća na aerosnimkama (Kalaždžić i dr. 1991).

FOTOINTERPRETACIJSKI KLJUČ ZA HRAST LUŽNJAK PHOTOINTERPRETATION KEY FOR PEDUNCULATE OAK

Prilikom određivanja oštećenosti hrasta lužnjaka na terenu i kasnijom usporedbom s aerosnimkama, te određivanja načina preslikavanja različito oštećenih stabala hrasta lužnjaka rodila se ideja da je potrebno sve spoznaje do kojih se došlo prikazati u obliku koji će omogućiti lakše i pouzdanije ocjenjivanje oštećenosti.

Na osnovi skica, opisa i dijapozitiva s terena bilo je moguće gotovo sva stabla (85%) pronaći na aerosnimkama i na taj način doći do predodžbe o načinu preslikavanja hrasta lužnjaka i pojedinih stupnjeva oštećenosti na aerosnimkama.

U fotointerpretacijskom ključu za hrast lužnjak opisani su:

- 1) svi vidljivi znakovi za cijeli raspon stupnjeva oštećenosti s obzirom na opći izgled i promjenu boje preslikavanja,
- 2) značajke boje na aerosnimkama za stupnjeve oštećenosti,
- 3) značajke općeg izgleda stabala s obzirom na njihov izgled na terenu (po stupnjevima oštećenosti).

Opisni dio fotointerpretacijskog ključa

Description part of photointerpretation key

Opisni dio fotointerpretacijskog ključa izrađen je u obliku tablice (tablica 1).

Silujete – Silhouettes

Dulhađić (1986) izradio je tipične siluete za raspoznavanje pojedine vrste drveća. Da bi se što bolje mogla razvrstati pojedina stabla hrasta lužnjaka po stupnjevima oštećenosti, napravljene su siluete općeg izgleda stabala hrasta lužnjaka na terenu (slika 5) i na aerosnimkama (slika 6).

Siluetama stabala s terena prikazan je pogled sa strane, dok je siluetama s aerosnimaka prikazan pogled odozgo. Siluete stabala hrasta lužnjaka obrađene su pomoću programskog paketa PHOTOSTYLER, ver. 2.1, na taj način da su fotografije stabala s terena prevedene u digitalni oblik skeniranjem. Na isti način dobivene su i siluete stabala s aerosnimaka.

ICK aerosnimke približnog mjerila 1:6100 prevedene su također u digitalni oblik skeniranjem. Pri tome se vodilo računa da se skeniraju samo središnji dijelovi snimke kako bi se izbjegao utjecaj radijalnih izmještanja.

Fotografije – Photographs

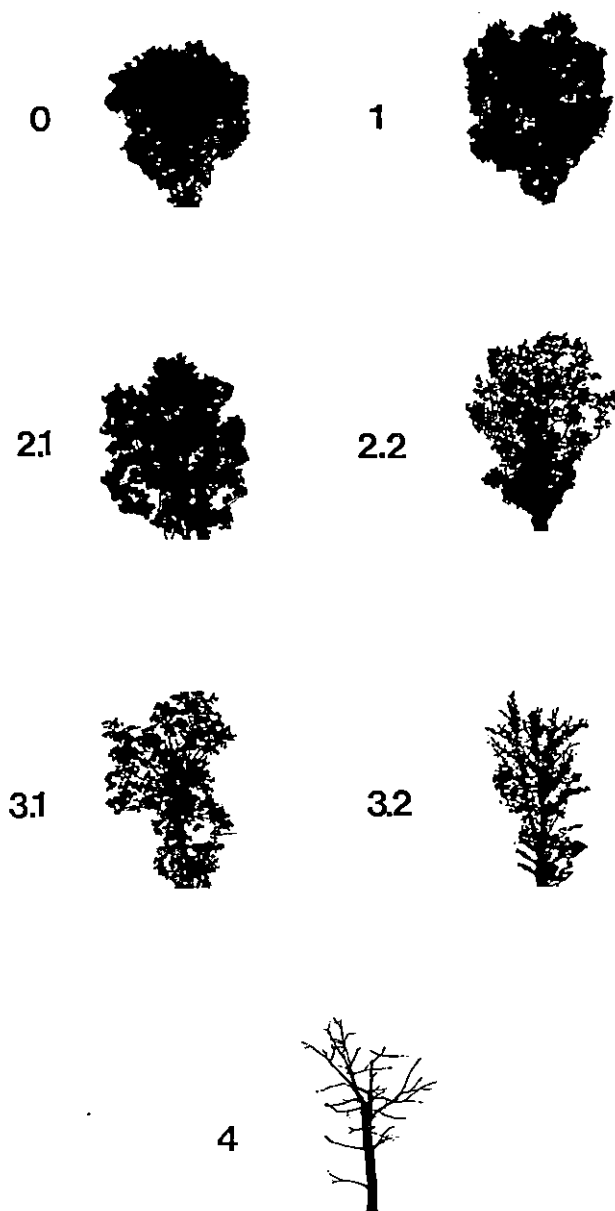
Slikovni dio fotointerpretacijskog ključa prikazan je s obzirom na izgled stabala hrasta lužnjaka po stupnjevima oštećenosti na terenu (slika 7) i na infracrvenim kolornim (ICK) aerosnimkama (slika 8). Fotografijama hrasta lužnjaka s terena prikazan je izgled stabala promatranih sa strane, a fotografijama s aerosnimaka prikazan je izgled stabala hrasta lužnjaka promatranih odozgo.

FOTOINTERPRETACIJSKI KLJUČ ZA HRAST LUŽNJAK (*Quercus robur* L)
KRITERIJI ZA ODREĐIVANJE STUPNJEVA OŠTEĆENOSTI NA ICK AEROSNIMKAMA

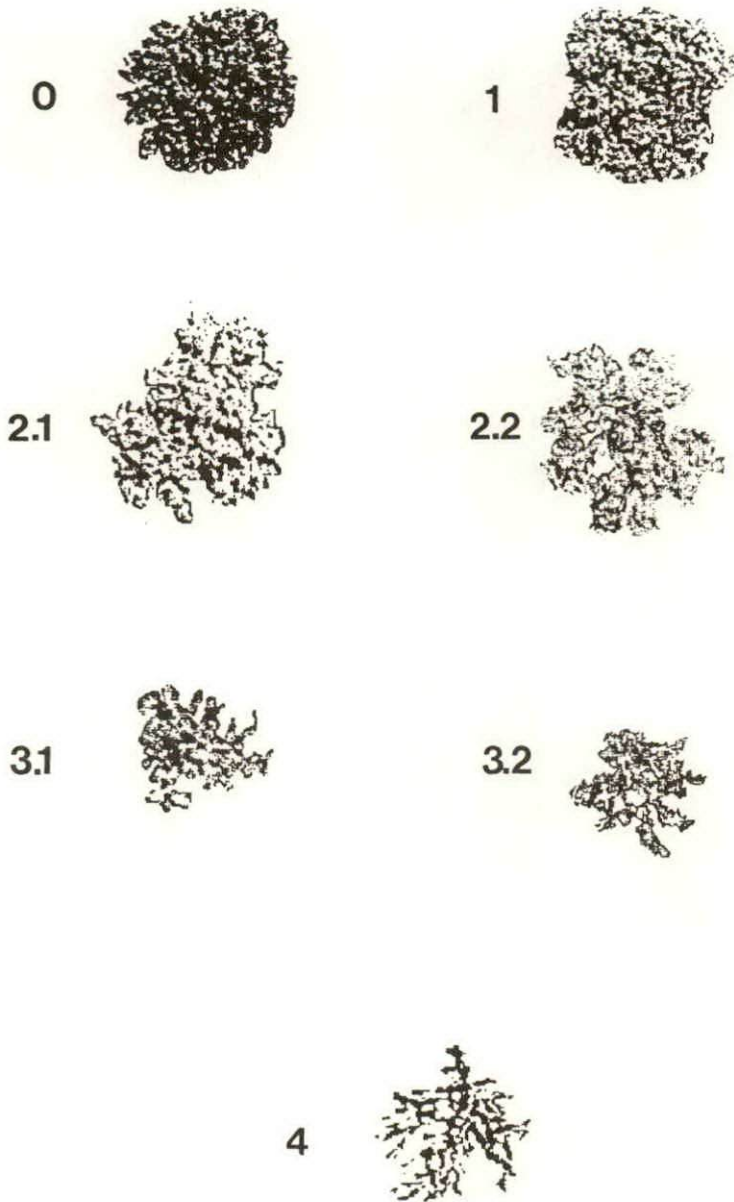
Tab. 1.

Stupanj oštećenosti (%)	Značajke općeg izgleda			Značajke boje		Značajke izgleda na terenu
	Oblik	Struktura Gruba struktura	Tekstura Fina struktura	Opis boje	Komponente boje (%) *	
0 (1-10)	krošnja većinom velika, kuglasta, pravilna i svodolika, površina krošnje nalik je "cvjetači", ravnomjerno zaobljena	krošnja je kompaktna, gusta s jasnim obodom, grananje nije istaknuto, nema uvida u unutrašnjost krošnje, grane gusto postavljene (grananje kompaktno i homogeno)	teksturni elementi mogu se jasno uočiti i razlikovati (vidljivi list)	jednolično crvena	Y 50-100 M 60-80 C 01-20	krošnja velika, gusta, kuglaste forme, kroz krošnju se ne vide grane ni deblu, gusto je obrasla lišćem, moguć gubitak lista ili žučenje do 10%
1 (11-25)	kao stupanj oštećenosti 0, samo što obod krošnje može biti nepravilan	kao stupanj oštećenosti 0, rub krošnje mjestimično nepovezan (urezi u krošnju)	teksturni elementi na mjestima raspršeni, no još uvijek uočljivi	svjetlije crvena, manje jednolična	Y 50-100 M 50-70 C 01-20	kao stupanj oštećenosti 0, samo što se kroz lišće mogu uočiti pojedine debele grane, lagana promjena strukture, pojava pojedinačnih suhih grančica, gubitak lišća ili žučenje 11-25%
2.1 (26-40)	krošnja još okruglasta, s istaknutim grananjem, obod krošnje rascjepkan, krošnja mjestimično razbijena	unutrašnjost krošnje vidljiva kao tamna mjesta, krošnja segmentirana u nekoliko dijelova	teksturni elementi dosta raspršeni, teško uočljivi, difuzni	svjetlocrvena s mjestimičnom pojavom žutosmeđih mrlja	Y 40-100 M 40-60 C 10-30	vidljiva unutrašnjost krošnje (debele grane), veći udio suhih grančica, veći gubitak ili žučenje lišća po cijeloj krošnji 26-40%
2.2 (41-60)	obris krošnje izgubljen, jako uočljivo grananje	rijetka krošnja s velikim otvorima ili krošnja u dva ili tri dijela	teksturni elementi razbijeni, gube se	bljedo crvena s velikim udjelom žutosmeđih mrlja	Y 30-100 M 30-50 C 10-30	krošnja providna s uočljivim skeletom grana, uočljiva promjena u strukturi, česta pojava žučenja lišća, pojava suhih debelih grana, izrazit gubitak lišća 41-60%
3.1 (61-80)	krošnja kao stupanj oštećenosti 2.2, jače razbijena	kao stupanj oštećenosti 2.2, pojavljuju se odumrli dijelovi krošnje	-	žutosmeđa s mjestimičnom pojavom većih ili manjih zelenkastih mrlja	Y 30-90 M 10-30 C 10-30	kao stupanj oštećenosti 2.2, pojavljuju se odumrli dijelovi krošnje, osobito u gornjem dijelu, mnogo suhih grančica i grana, velik gubitak i/ili žučenje lišća 61-80%
3.2 (81-100)	krošnja potpuno razbijena, pojedine grane skeletirane	česti odumrli dijelovi krošnje	-	žutosmeđa do smeđa (bez crvenog) s velikim udjelom zelene	Y 30-90 M 10-20 C 20-40	skelet grana jako uočljiv, lišće uglavnom žuto, suše se i velike grane, vrlo velik gubitak lišća 81-100%
4 (100)	krošnja skeletna, posve suha stabla (sušci) ili suha stabla na kojima je ostalo lišće (nagli tijek sušenja)			svjetlo- do plavozelena	Y 30-90 M 01-20 C 30-50	krošnja skeletna, sušci ili stabla s crvenosmeđim lišćem (nagli tijek sušenja)

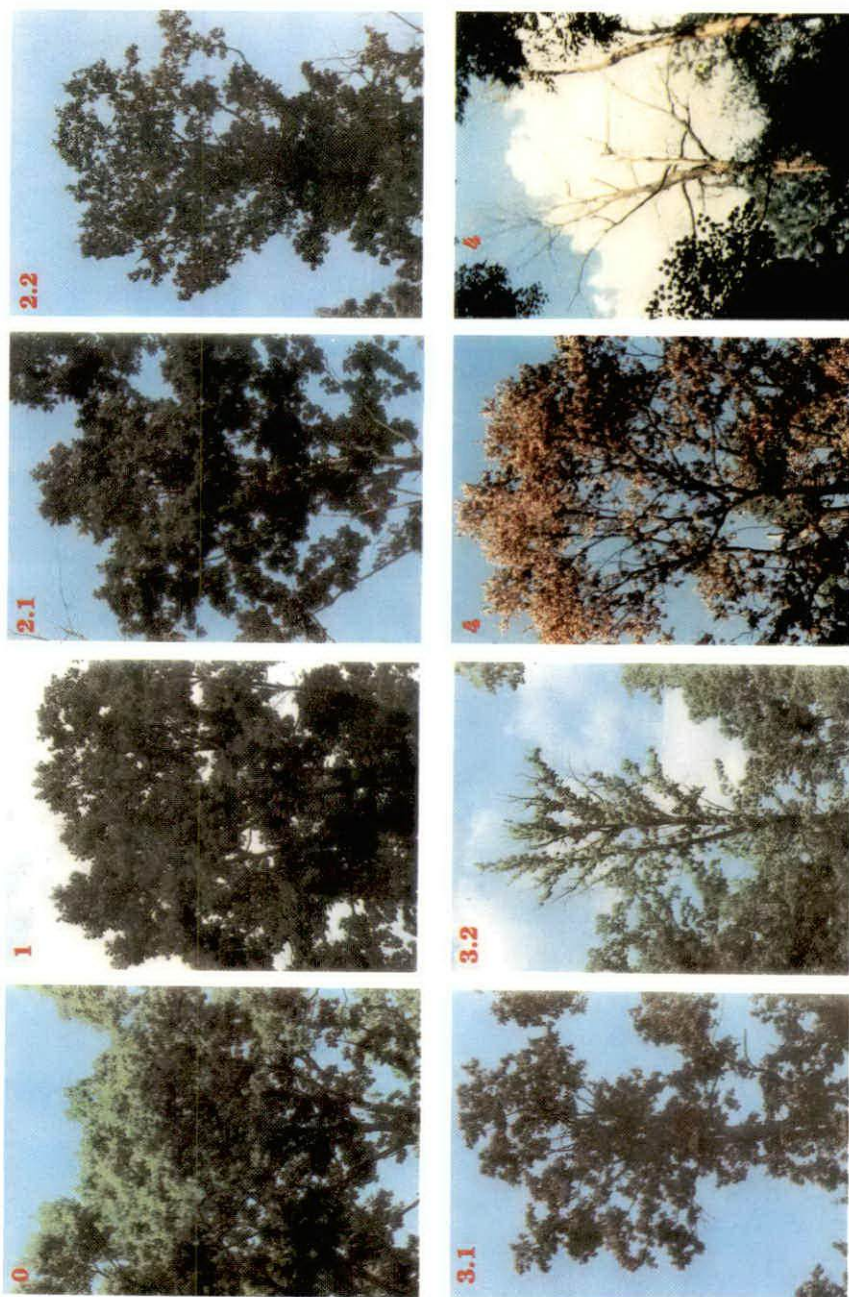
* podaci očitani u atlasu boja (Küppers, 1978)



Sl. - Fig. 5 Siluete općeg izgleda stabala hrasta lužnjaka na terenu - Silhouettes of the general appearance of pedunculate oak trees in terrain



Sl. - Fig. 6. Siluete općeg izgleda stabala hrasta lužnjaka na ICK aerosnimkama - Silhouettes of the general appearance of pedunculate oak trees on CIR aerial photographs



Sl. - Fig. 7. Fotografije stabala hrasta lužnjaka po stupnjevima oštećenosti na terenu - Photographs of the pedunculate oak trees damage status in terrain



0



1



2.1



2.2



3.1



3.2



4

Sl. - Fig. 8. Fotografije stabala hrasta lužnjaka po stupnjevima oštećenosti na ICK aerosnimkama - Photographs of the pedunculate oak trees damage status on CIR aerial photographs

ISPITIVANJE POUZDANOSTI FOTOINTERPRETACIJSKOG KLJUČA INVESTIGATION ON RELIABILITY OF PHOTOINTERPRETATION KEY

Rabena u je (1969) matematičko-statističkim metodama pokazao da pouzdanost fotointerpretacije pojedinih interpretiranih vrsta drveća ovisi o mjerilu aerosnimaka, vrsti emulzije, iskustvu fotointerpretatora i načinu preslikavanja same vrste na snimkama.

Budući da na tri od spomenutih faktora možemo neposredno utjecati, potrebno je težište staviti na način preslikavanja vrste drveća na aerosnimkama.

Određivanje ploha za testiranje – Definition of sample plots

Kao osnova za procjenu pouzdanosti uzeti su podaci oštećenosti dobiveni na terenu na 4 bioindikacijske točke i na 10 ploha postavljenih oko pijezometara.

Za procijenjena stabla (600 stabala) načinjeni su položajni nacrti u odnosu na stabla signalizirana prije snimanja, a po vanjskom rubu njihove krošnje omeđena je ploha za testiranje (slika 9).

Prenošenje ploha radijalnom triangulacijom na aerosnimke

Definition of sample plots on aerial photographs using radial triangulation

Uglovi mnogokuta koji predstavlja plohu za testiranje preneseni su na aerosnimke metodom radijalne triangulacije. Radijalna triangulacija započinje obilježavanjem glavnih točaka na aerosnimkama (G_1 , G_2 itd.). Obilježene glavne točke i zadane geodetski poznate točke s odgovarajućim smjerovima prenesene su na paus – papir u veličini koja odgovara originalnoj snimci. Paus – folije se stavljaju na kartu tako da se smjer baza $G_1 - (G_2)$ s prve i $(G_1) - G_2$ s druge folije preklapa. Te se dvije folije pokreću jedna prema drugoj u smjeru tih baza, te ujedno i kao cjelina po karti sve dok se na folijama nanese pravci ne sijeku upravo iznad kartiranih točaka. Time su određeni položaji glavnih točaka (G_1 i G_2) pa ih iglicom treba prenijeti na kartu.

Nakon toga se iz glavnih točaka aerosnimaka nacrtaju na paus – papiru radijalni pravci prema orijentacijskim točkama (križanja putova, uglovi parcela itd.).

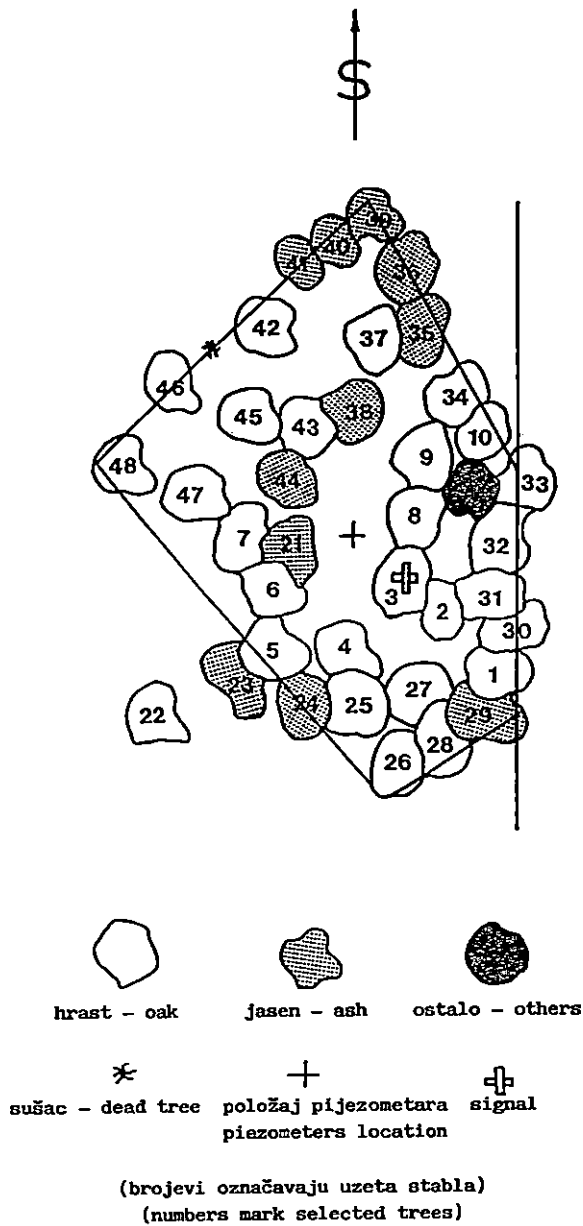
Na taj način pripremljene folije postave se na aerosnimke tako da se smjerovi baza s prve i druge folije preklapaju. Na sjecištu tih radijalnih pravaca nalaze se tražene točke (uglovi mnogokuta).

Interpretacija oštećenosti na plohama

Interpretation of damage on the sample plots

Fotointerpretatori (dva neovisno jedan od drugoga) na tako omeđenim plohama uz pomoć izrađenoga fotointerpretacijskog ključa, na primjernim stablima (krošnjama) uzetim na terenu i identificiranim na aerosnimkama, procijenili su zdravstveno stanje pojedinih krošanja i svrstali ih u određene stupnjeve oštećenosti. Pri tome su rezultate kontrolirali uz pomoć ključa.

Za sve plohe izračunati su pokazatelji oštećenosti (O , SO_1 , IO , SO_2) po formulama (Klafadžić i dr. 1989, 1990) i to posebno za terenske podatke i



Sl. - Fig. 9. Terenska skica plohe za testiranje oko piježometara 04-A, odjel 15 - Sketch of the sample plots around piezometers 04-A, forest department 15

ploha	Srednja oštećenost (SO1) u %		
	teren	opazač 1	opazač 2
1	26,83	20,50	15,17
2	17,50	20,43	19,52
3	28,30	26,19	25,39
4	16,91	19,78	18,71
5	19,69	21,75	19,69
6	17,25	20,43	20,22
7	21,45	20,96	21,32
8	21,03	22,12	16,72
9	27,06	28,80	25,63
10	19,05	21,31	20,00
11	20,54	20,68	23,98
12	16,46	19,51	20,69
13	16,25	20,10	21,96
14	31,64	28,73	26,95

Tab. 2. Srednja oštećenost na ploham - Mean damage on sample plots

podatke dobivene fotointerpretacijom dvaju opazača (tablica 2).

Pokazatelji oštećenosti izračunati su po ovim formulama:

1) Oštećenost (O) pokazuje postotni udio svih oštećenih stabala u uzorku.

$$O(\%) = \frac{\sum f_{(1-4)}}{\sum f_{(0-4)}}$$

2) Realniju procjenu daje srednja oštećenost (SO1). Pomoću složene aritmetičke sredine, s brojem stabala u pojedinom stupnju oštećenosti kao težinama, daje srednji stupanj oštećenosti stabla u uzorku.

$$SO1(\%) = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$$

f_i = broj stabala u i-tom stupnju oštećenosti,

x_i = sredina intervala i-tog stupnja oštećenosti u postotnoj skali stupnjeva oštećenosti (0 = 5%, 1 = 17,5%, 2.1 = 32,5%, 2.2 = 50%, 3.1 = 70%, 3.2 = 90%, 4 = 100%).

3) Indeks oštećenosti (IO) pokazuje postotni udio stabala u uzorku koja su svrstana u stupanj oštećenosti 2.1 i veći.

$$IO(\%) = \frac{\sum f_{2-4}}{\sum f_{(0-4)}}$$

4) Srednja oštećenost (SO2) pokazuje srednji stupanj oštećenosti stabala svrstanih u stupanj oštećenosti 2.1 i veći.

$$SO_2(\%) = \frac{\sum f_i x_{i(2-4)}}{\sum f_{i(2-4)}} \\ i = 2 - 4$$

Određivanje značajki boja na ICK aerosnimkama Definition of colour characteristics on CIR aerial photographs

Boja preslikavanja hrasta lužnjaka na ICK aerosnimkama određena je pomoću atlasa boja (K u e p p e r s 1978). Atlas sadrži 5500 nijansi boja. Pri određivanju boje preslikavanja u obzir su uzete boje sastavljene od tri kombinacije boja (žuta - Y, magenta - M, cian - C) i to u rasponu od Y (0 - 100%), M (0 - 100%) i C (0 - 100%).

Na taj način uzeto je ukupno 11 paleta, odnosno 1331 nijansa tih boja, u okviru kojih se preslikao hrast lužnjak na aerosnimkama.

Prirast oštećenih stabala - Increment of the damaged trees

Na izvrcima izbušenima pomoću Presslerova svrdla na stablima hrasta lužnjaka izmjerene su širine godova. Mjerenje je obavljeno pomoću instrumenta za mjerenje širine godova, gdje se izvrci promatraju pomoću binokularnog mikroskopa s povećanjem od 3x, 8x, 10x, a širine godova se mjere pomoću milimetarskog mjerila s noniusom podataka $m = 0,05$ mm.

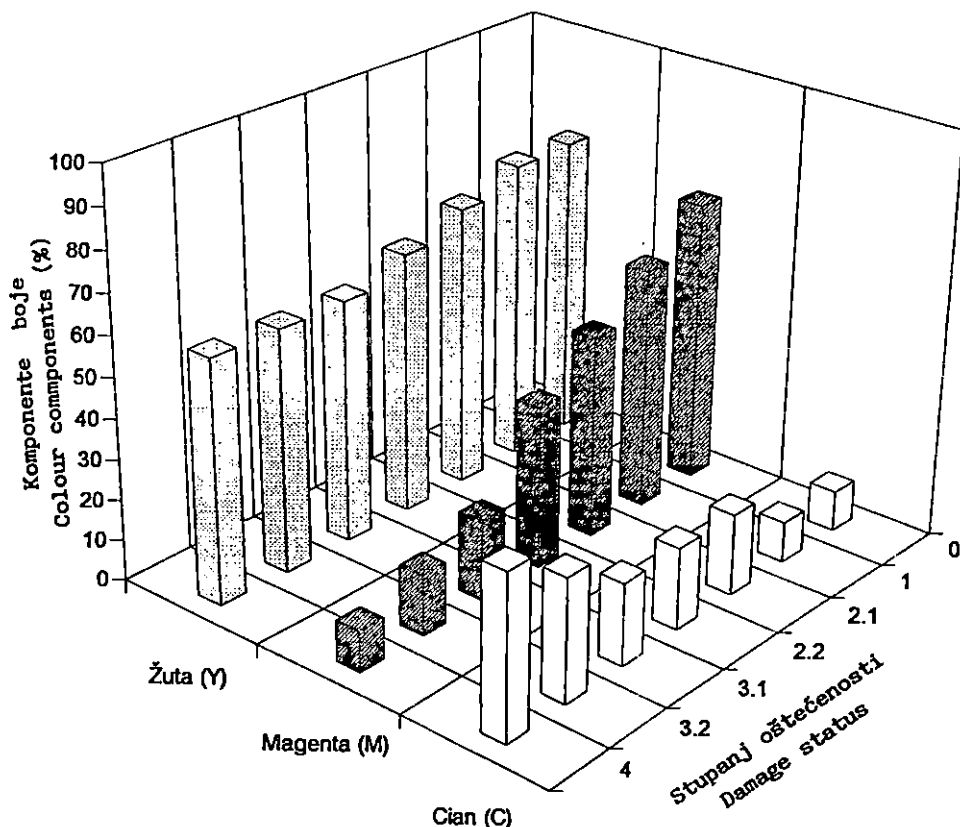
REZULTATI ISTRAŽIVANJA - RESEARCH RESULTS

Odnos stupnjeva oštećenosti i boje preslikavanja na aerosnimkama Relationship between damage status and colour appearance on aerial photographs

Odnos stupnjeva oštećenosti određenih na aerosnimkama ispitan je s obzirom na tri osnovne komponente boje: žuta (Y), magenta (M) i cian (C) u kojima se preslikao hrast lužnjak sa svim svojim karakteristikama (stupanj oštećenosti, morfološka svojstva, napad bolesti i dr.) na aerosnimkama. Rezultati ispitivanja prikazani su u tablici 3 i u grafu 1.

Stupanj oštećenosti %	Žuta (Y)	Magenta (M)	Cian (C)
5	75	70	10
17.5	75	60	10
32.5	70	50	20
50	65	40	20
70	60	20	20
90	60	15	30
100	60	10	40

Tab. 3. Stupanj oštećenosti i boja preslikavanja na aerosnimkama - Damage status and colour appearance on aerial photographs



Graf. - Graph. 1. Odnos stupnjeva oštećenosti i boje preslikavanja na ICK aerosnimkama - Relationship between damage status and colour appearance on CIR aerial photographs

Što se tiče odnosa stupnja oštećenosti procijenjenoga na infracrvenim kolornim (ICK) aerosnimkama i boje preslikavanja, može se reći sljedeće:

Odnos postotka magente i stupnja oštećenosti pokazuje jaku negativnu korelacijsku vezu ($r = -0,991533$).

Između postotka ciana i stupnja oštećenosti postoji također jaka korelacijska veza ($r = 0,927908$).

Postotak žute boje i stupnja oštećenosti pokazuje jaku negativnu korelacijsku vezu ($r = -0,957147$).

Dobiveni podaci izjednačeni pravcem daju regresijske jednadžbe po komponentama boje:

$$\begin{aligned}
 Y &= 7,13344 + 0,27415 \times & Y &= \text{cian} \\
 Y &= 71,33098 - 0,64196 \times & Y &= \text{magenta} & x &= \text{stupanj oštećenosti} \\
 Y &= 75,94681 - 0,18254 \times & Y &= \text{žuta}
 \end{aligned}$$

	teren	opažač 1	opažač 2
Σx	299,96	311,29	295,95
Σx^2	6753,35	7055,51	6405,07
n	14	14	14
\bar{x}	21,42571	22,16357	21,13929
s	5,01400	3,05699	3,38441
$s_{\bar{x}}$	1,34005	0,81675	0,90453

Tab. 4. Terestričke i fotointerpretacijske ocjene oštećenosti - Estimation of damage status in the terrain and on CIR aerial photographs

Izvor varijab.	Broj stupnjeva slobode	Suma kvadrata	Varijanca	F	F (tab.)
Tretman	t - 1=2	7.82	3.91	0.25535	3.24 (5%)
Pogreška	n - t=39	597.14			
Ukupno	n - 1=41	604.96	15.31		5.19 (1%)

Tab. 5. Analiza varijance - Variance analysis

	1 - 2	1 - 3	2 - 3
Δ	-0,73786	0,28642	1,02428
s_{Δ}	1,569334	1,61676	1,21871
u	-0,47017	0,17716	0,84046
	1,96 > u	1,96 > u	1,96 > u

Tab. 6. U - test

PO x (%)	Broj stabala f	ŠG y (mm)
10	1	2.00
15	3	1.63
20	60	1.66
25	82	1.57
30	35	1.20
35	30	1.16
40	20	1.05
45	8	1.09
55	3	0.83
60	2	0.80
65	1	0.35
70	2	0.40

Tab. 7. Širina goda i stupanj oštećenosti - Annual ring widthness and damage status

PO x (%)	Broj stabala f	id5 y (mm)
10	1	4.28
15	3	3.68
20	60	3.54
25	82	3.45
30	35	3.16
35	30	2.99
40	20	2.92
45	8	3.07
55	3	2.03
60	2	3.87
65	1	1.14
70	2	1.50

Tab. 8. Debljinski prirast i stupanj oštećenosti - Diameter increment and damage status

- regresijske analize:

stupanj oštećenosti - žuta komponenta boje

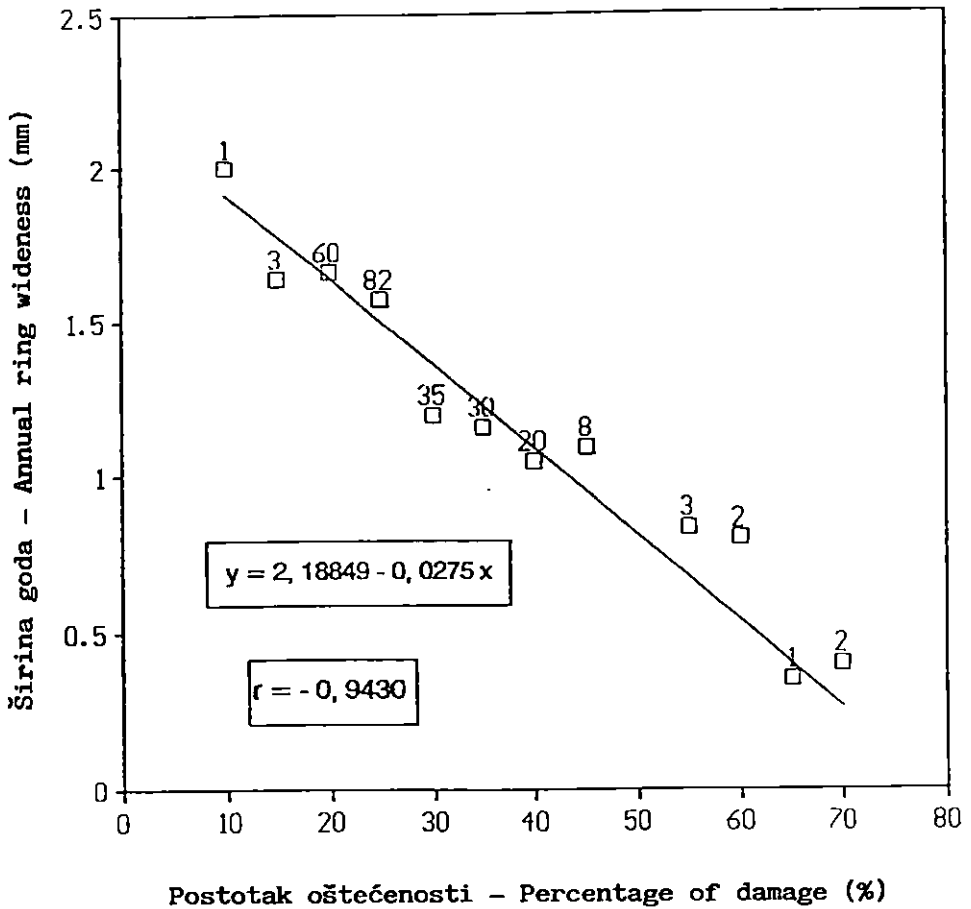
$$\begin{aligned}
 b_0 &= 75.94681 & s(y,x) &= 2.18919 \\
 b_1 &= -0.18254 & s(b_1) &= 0.0247 \\
 r &= -0.95715 & y &= 75.94681 - 0.18254x
 \end{aligned}$$

stupanj oštećenosti - cian

$$\begin{aligned}
 b_0 &= 7.13344 & s(y,x) &= 4.36591 \\
 b_1 &= 0.27415 & s(b_1) &= 0.04926 \\
 r &= 0.927908 & y &= 7.13344 + 0.27414x
 \end{aligned}$$

stupanj oštećenosti - magenta

$$\begin{aligned}
 b_0 &= 71.33098 & s(y,x) &= 3.33239 \\
 b_1 &= -0.64196 & s(b_1) &= 0.3760 \\
 r &= -0.99153 & y &= 71.33098 - 0.64196x
 \end{aligned}$$



Graf. - Graph. 2. Odnos širine goda i stupanj oštećenosti - Relationship between annual ring wideness and damage status

Terestričke i fotointerpretacijske ocjene oštećenosti

Estimation of damage status on the terrain and on CIR aerial photographs

Signifikantnost razlika dobivenih pokazatelja između pojedinih opažача i terestričkih podataka ispitana je analizom varijance. Rezultati ispitivanja prikazani su u tablici 4. i 5.

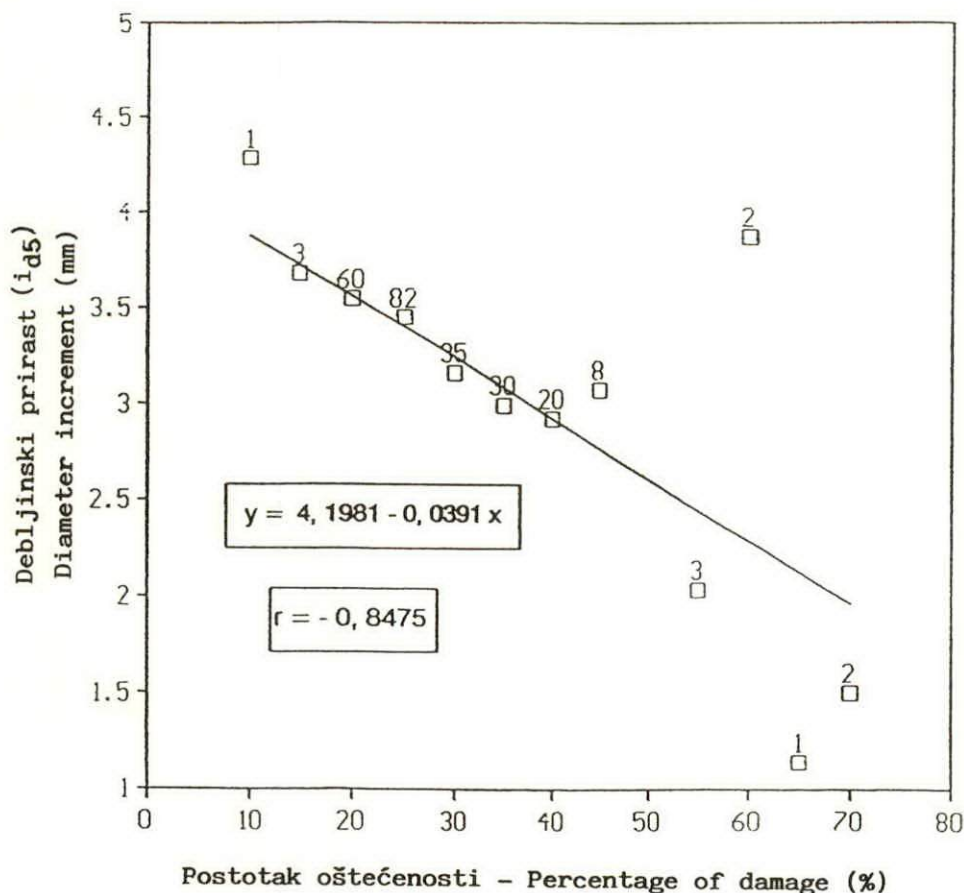
\bar{x} = složena aritmetička sredina postotka oštećenosti

n = broj aritmetičkih sredina

s = standardna devijacija

s_x = standardna pogreška aritmetičke sredine

Iz tablice 2. vidljivo je da su razlike u pokazateljima oštećenosti između terestričkih podataka i podataka fotointerpretacije za oba opažача vrlo male, a statistički test (tablica 6) pokazuje da nisu signifikantne. Za ocjenu oštećenosti



Graf. - Graph. 3. Odnos debljinskog prirasta (i_{d5}) i stupnja oštećenosti - Relationship between diameter increment (i_{d5}) and damage status

primjernih ploha može se zato uzeti aritmetička sredina opažanja oba fotointerpretatora.

1 – teren

2 – opažач 1

3 – opažач 2

Δ = razlika između aritmetičkih sredina

s_{Δ} = standardna devijacija

Između terestričkih i fotointerpretacijskih ocjena oštećenosti, kao i između opažачa koji su interpretirali aerosnimke nema signifikantnih razlika, što pokazuje provedena matematičko-statistička analiza: analiza varijance i u-test.

$$F = 0,2535 < F_{(tab. 1\%)} = 5,19$$

$$(u_1 = -0,47017; u_2 = 0,17716; u_3 = 0,84046) < u_{tab.} = 1,96$$

Prirast i stupanj oštećenosti – Increment and damage status

Uspoređena je širina goda iz 1898. godine i stupnja oštećenosti stabala hrasta lužnjaka određenoga na ICK aerosnimkama (tablica 7, graf. 2).

PO – postotak oštećenosti

ŠG – širina goda

Uz to je analiziran odnos između tečajnoga godišnjeg debljinskog prirasta za razdoblje 1985 – 1989. godine i stupnja oštećenosti stabala na kraju toga razdoblja (tablica 8, graf. 3).

PO – postotak oštećenosti

i_{ds} – tečajni godišnji debljinski prirast

Analizom izvrtaka izbušenih Presslerovim svrdlom ustanovljeno je da između postotaka oštećenosti stabala hrasta lužnjaka određenih na aerosnimkama i širine goda u prsnoj visini u godini aerosnimanja postoji jaka negativna korelacijska veza ($r = -0,9430$).

Taj je odnos izjednačen pravcem, a može se prikazati regresijskom jednadžbom:
 $Y = 2,18849 - 0,0275 x$, gdje je

X = postotak oštećenosti određen na aerosnimkama, a

Y = širina goda u godini aerosnimanja (1989).

Postoji također i jaka negativna korelacijska veza ($r = -0,8475$) između postotka oštećenosti stabala hrasta lužnjaka određenoga na aerosnimkama i tečajnoga godišnjeg debljinskog prirasta za razdoblje 1985 – 1989. godine. Dobiveni podaci izjednačeni pravcem daju regresijsku jednadžbu:

$Y = 4,1981 - 0,0319x$, gdje je

X = postotak oštećenosti određen na aerosnimkama, a

Y = tečajni godišnji debljinski prirast za razdoblje 1985 – 1989. godine.

Iz grafikona 3. se vidi da se mjereni podaci vrlo dobro prilagođuju pravcu izjednačenja do stupnja oštećenosti oko 45%. To pokazuje da ta stabla u zadnjih pet godina nemaju većih oscilacija u prirastu, koji linearno opada.

Veća odstupanja od pravca izjednačenja za jače oštećena stabla pokazuju da među njima ima pojave akutnog sušenja, jer u širinama goda u godini aerosnimanja takvih odstupanja nema.

ZAKLJUČAK – CONCLUSION

Istraživanje načina i pouzdanosti određivanja oštećenosti hrasta lužnjaka (*Q. robur* L.) na infracrvenim kolornim (ICK) aerosnimkama provedeno je u nizinskim šumama hrasta lužnjaka u Slavonskoj posavini.

U dogovoru sa šumarskim stručnjacima u Slavonskoj posavini za aerosnimanje su izabrane reprezentativne sastojine nizinskih šuma hrasta lužnjaka u okolici Vinkovaca i Lipovljana. Aerosnimanje je obavljeno u uzorku u obliku pruga, na području šumskog bazena »Spačva« i u okolici Lipovljana. Na osnovi provedenih istraživanja i dobivenih rezultata mogu se izvesti ovi zaključci:

1) Da bismo na osnovi infracrvenih kolornih (ICK) aerosnimaka mogli zaključiti o stupnju oštećenosti preslikanih stabala (krošanja), morali smo zadovoljiti osnovni preduvjet, a to je pažljivo izrađen fotointerpretacijski ključ za pojedine vrste drveća i stupnjeve oštećenosti. Pri terenskim radovima za izradu fotointerpretacijskog ključa jedinstveni stupanj oštećenosti (JSO) primjernih stabala određen je na osnovi svih vidljivih značajki oštećenja (osutost lišća, požutjelost /kloroza/ lišća, postotak odumiranja grančica i grana, broj suhih grana u gornjem dijelu krošnje itd.). Rezultat provedenih istraživanja je fotointerpretacijski ključ za hrast lužnjak (*Q. robur* L.) Ključ je prikazan opisno, shematski i u slikovnom obliku.

2) Odnosom između stupnja oštećenosti hrasta lužnjaka određenoga na aerosnimkama i boje preslikavanja po komponentama dobivene su jake korelacijske veze koje možemo prikazati linearnim regresijskim jednadžbama:

$$\begin{aligned} Y &= 71,33098 - 0,64196 \times (\text{magenta}) & r &= -0,99153 \\ Y &= 7,1334 + 0,27415 \times (\text{cian}) & r &= 0,92791 \\ Y &= 75,94681 - 0,18254 \times (\text{žuta}) & r &= -0,95715 \end{aligned}$$

S povećanjem stupnja oštećenosti smanjuje se postotak magente i žute, a u isto vrijeme povećava se postotak ciana, što se na aerosnimkama vidi po različitom preslikavanju boja krošanja hrasta lužnjaka, od intenzivno crvene do zelene boje.

3) Daljnja istraživanja radi digitalnog određivanja stupnjeva oštećenosti na osnovi boje preslikavanja pojedinih vrsta drveća na ICK aerosnimkama trebalo bi usmjeriti na izradu regresijskih jednadžbi koje bi to omogućile. Na taj način određivanje stupnjeva oštećenosti na ICK aerosnimkama postalo bi objektivnije i dobila bi se mogućnost automatizacije postupka.

4) Pouzdanost fotointerpretacijskog ključa ispitivana je na 14 ploha za testiranje (4 bioindikacijske točke i 10 ploha postavljenih oko pijezometara). Pouzdanost određivanja oštećenosti hrasta lužnjaka na ICK aerosnimkama dokazana je na dva načina:

– usporedbom procijenjene oštećenosti na ICK aerosnimkama (dva opažaća) i na terenu,

– usporedbom postotka oštećenosti na ICK aerosnimkama i tečajnoga godišnjeg debljinskog prirasta za razdoblje od pet godina, odnosno širine goda u godini aerosnimanja.

5) Provedenim analizama ustanovljeno je da se primjenom izrađenog fotointerpretacijskog ključa pri određivanju stupnjeva oštećenosti dobivaju podaci koji se ne razlikuju od terestričkih podataka. Između opažaća koji su interpretirali aerosnimke i podataka dobivenih na terenu nije bilo značajnih razlika, što pokazuje provedeni u-test ($u_1 = -0,47017$, $u_2 = 0,17716$, $u_3 = 0,84046$ što je manje od $u_{\text{tab.}} = 1,96$).

6) S povećanjem oštećenosti stabala hrasta lužnjaka smanjuje se njihov prirast. Pri tome je debljinski prirast dobar indikator oštećenosti, jer se i pri manjem slabljenju vitalnosti on znatno smanjuje. To je potvrđeno korelacijskom analizom. Usporedbom između širine goda u godini aerosnimanja i oštećenosti određene na aerosnimkama utvrđena je negativna korelacijska veza ($r = -0,9430$).

Tečajni godišnji debljinski prirast u zadnjih 5 godina (1985–1989) pokazuje također negativnu korelacijsku vezu ($r = -0,8475$) s postotkom oštećenosti određenim na aerosnimkama.

7) Testiranjem je utvrđeno da izrađeni fotointerpretacijski ključ u potpunosti omogućuje objektivnu fotointerpretaciju infracrvenih kolornih aerosnimaka za potrebe određivanja oštećenosti stabala i sastojina hrasta lužnjaka. Kao takav može se primjenjivati u budućim inventarizacijama pomoću ICK aerosnimaka uz određene korekcije koje su potrebne s obzirom na seriju filma.

8) Rezultati daju trenutno stanje. Aerosnimanja i inventarizaciju oštećenosti trebalo bi ponovo provesti kako bi se dobio uvid u vremenski tijek »sušenja« sastojina hrasta lužnjaka. Ovim radom prikazana je samo jedna od mogućnosti primjene fotointerpretacijskih metoda u šumarstvu, koje treba dalje sustavno istraživati.

LITERATURA – REFERENCES

- Athari, S. & H. Kramer, 1983: Erfassen des Holzzuwachses als Bioindikator beim Fichtensterben. Allgemeine Forstzeitschrift 30:767-769.
- Baumann, H., 1957: Forstliche Luftbild – Interpretation. Schriftenreihe des Landesforstverwaltung, Baden – Wuertemberg, Band 2, Tuebingen – Bebenhausen, 48-52.
- Bosshardt, W., 1986: Kronenbilder mit Nadel – und Blattverlustprozenten, Eidgenoessische Anstalt fuer das forstliche Versuchswesen. Birmensdorf, 98 str.
- Csaplovics, E., 1982: Interpretation von Farbinfrarotbildern. Geowissenschaftliche Mitteilungen 23, Wien, 178 str.
- Donassy, V., M. Oluić & Z. Tomašegović, 1983: Daljinska istraživanja u geoznanostima. JAZU, Zagreb, 281-329.
- Dulhadi, A. A. 1986: Die Grenzen und Moeglichkeiten der visuellen Photo-Interpretation und computergestuetzten Luftbildauswertung zur Ansprache der mitteleuropaeischen Baumarten. Dissertation, Freiburg, 164 str.
- Fintić, R., Z. Kalafadžić & V. Kušan, 1990: Stupnjevanje oštećenosti hrasta lužnjaka. Ekološki glasnik 9-10: 54-56.
- Hildebrandt, G., O. Grundmann, H. Schmidtke & P. Tepasse, 1986: Entwicklung und Durchfuehrung einer Pilotinventur fuer eine permanente europaeische Waldschadensinventur. KfK – PEF 11, Karlsruhe, 84 str.
- Hildebrandt, G. & K. P. Gross, 1989: Inventarizacija i opažanje sadašnjih oštećenosti šuma u SR Njemačkoj. Šumarski list 113(6-8):279-298.
- Hočevar, M., 1988: Ugotavljanje in spremljanje propadanja gozdov v aerosnemanji. Gozdarski vestnik 2:53-66.
- Hočevar, M. & D. Hladnik, 1988: Integralna fototerestrična inventura kot osnova za smotno odločanje u gospodarstvu za gozdom. Zbornik gozdarstva in lesarstva 31:93-120.
- Huss, J., A. Akca, G. Hildebrandt, H. Kenneweg, H. G. Peerenboom & B. Rhody, 1984: Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft. Herbert Weichmann Verlag GmbH, Karlsruhe, 396 str.
- Kadro, A. 1984: Investigation of Spectral Signatures of differently damages trees and forest stands using multispectral data. Proceed. IGA RSS Meeting. ESA sp. – 215, Vol. 1:217-221.
- Kalafadžić, Z., 1973: Današnje mogućnosti primjene fotointerpretacije u zaštiti šuma. Šumarski list 9 (5-6):149-165.
- Kalafadžić, Z., 1984a: Ugotavljanje in spremljanje poškodovanosti gozdnih sestojev z metodami fotointerpretacije; u Hočevar, M.: Daljinsko pridobivanje podatkov o stanju in razvoju gozdnih sestojev in gozdnega prostora. Biotehniška fakulteta VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 157-170.
- Kalafadžić, Z., 1984b: Primjena daljinskih istraživanja u šumarstvu. Bilten za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju 1 (8):20-23, JAZU, Zagreb.
- Kalafadžić, Z., 1987: Primjena ICK aerosnimaka u šumarstvu. Šumarski list 111 (1-2):61-66.
- Kalafadžić, Z. & V. Kušan, 1989: Opadanje prirasta jele (*Abies alba* L.) kao posljedica novonastalih oštećenja šuma u Gorskom kotaru. Šumarski list 113 (9-10):415-422.
- Kalafadžić, Z., Kušan, Z. Horvatić, R. Fintić & B. Hršovec, 1989: Određivanje stupnja oštećenosti šuma bukve i jele Zajednice općina Rijeka. Studija, ZIŠ, Šumarski fakultet, Zagreb, 87 str.
- Kalafadžić, Z., V. Kušan, Z. Horvatić & R. Fintić, 1990: Određivanje stupnja oštećenosti šuma šumskog bazena »Spačva«. Studija, ZIŠ, Šumarski fakultet, Zagreb, 48 str.

- Kalafadžić, Z. & V. Kušan, 1990a: Ustanovljavanje stanja šuma na velikim površinama primjenom ICK aerosnimki. Glasnik za šumske pokuse 26:447-459.
- Kalafadžić, Z., & V. Kušan, 1990b: Definiranje stupnja oštećenosti šumskog drveća i sastojina. Šumarski list 114 (11-12):517-526.
- Kalafadžić, Z., V. Kušan, Z. Horvatić & R. Fintić, 1991: Inventarizacija oštećenosti šuma bukve i jele u jugozapadnoj Hrvatskoj primjenom infracrvenih kolornih aerosnimki. Bilten Savjeta za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju 11:1-68, HAZU, Zagreb.
- Kalafadžić, Z., V. Kušan, Z. Horvatić & R. Fintić, 1992: Der Gesundheitszustand der Tanne (*Abies alba* Mill.) in Suedwesten Kroatiens aufgrund der Farb-Infrarot-Luftbildinterpretation. 6. IUFRO Tannensymposium, Zagreb, 219-231.
- Kalafadžić, Z., V. Kušan, Z. Horvatić & R. Pernar, 1993: Inventarizacija oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj primjenom ICK aerosnimki. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 4:163-172.
- Kenk, G., W. Kremer, H. Brandl & H. Burgbacher, 1984: Die Auswirkungen der Waldkrankung auf Zuwachs und Reinertrag in einem Plenterwaldbetrieb des Mittleren Schwarzwaldes. Allgemeine Forstzeitschrift, 27:692-695.
- Kenneweg, H., 1980: Luftbildinterpretation und die Bestimmung von Belastung und Schaeden in vitalitaetsgeminderten Wald- und Baumbestaenden. Habilitationsarbeit, Goettingen, 207 str.
- Kenneweg, H. & J. Nagel, 1983: Vorschlaege fuer eine mehrphasiges Inventurmodell zur grossraumigen Erfassung des Zuwachsganges in geschaedigten Fichtenwaldern. Allgemeine Forstzeitschrift, 30:760-766.
- Kramer, H., & S. Atheri, 1984: Ueber die Zuwachsentwicklung in imissioneschaedigten Fichtenbestaenden und ihrer Bedeutung fuer die Hiebssatzbestimmung. Allgemeine Forstzeitschrift, 27:685-686.
- Kramer, H., S. Athari, A. Akca & P. H. Dong, 1985: Inventur und Wachstum in erkrankten Fichtenbestaenden. Band 82, Goettingen, 114 str.
- Kueppers, H., 1978: Du Monts Farben Atlas. Du Mont Buchverlag, Koeln, 163 str.
- Kušan, V., 1991: Mogućnost određivanja taksacijskih elemenata šumskih sastojina metodom fotointerpretacije uz pomoć prirasno-prihodnih tablica. Magistarski rad, Zagreb, 77 str.
- Kušan, V., Z. Kalafadžić, B. Hrašovec, D. Diminić & M. Zdjelar 1991: Izgled oštećenih stabala jele, smreke i bukve. Mala ekološka biblioteka, knjiga 5: 92 str.
- Masumy, A. S., 1984: Interpretationsschlusel zur Auswertung von Infrarotfarbluftbildern fuer die Waldschadens Inventur. Allgemeine Forstzeitschrift, 27:687-689.
- Meštrović, Š., 1980: Utjecaj borovih kultura na čistoću zraka u Kliško-Solinskom bazenu. Glasnik za šumske pokuse, 20:231-297.
- Meštrović, Š., 1989: Uređivanje šuma hrasta lužnjaka zahvaćenih sušenjem. Glasnik za šumske pokuse, 25:79-94.
- Murtha, P. H., 1972: A Guide to Air - Photo Interpretation of Forest Damage in Canada. Can. For. Serv. Publ. 1292
- Murtha, P. A., 1978: Remote sensing and vegetation damage - a theory for detection and assessment. Photogrametric Engineering 44, (9):1147-1158.
- Northrop, K. G. & E. W. Johnson, 1970: Forest Cover Type Identification. Photogrametric Engineering, May.
- Pelz, E. & G. Riedel, 1973: Erste praktische Grossanwendung von Falschfarben-Luftbildern bei der Zustander Forsteinrichtung in einem Gebiet mit akuten und chronischen Rauchschaeden an Kiefer. Beitrage fuerdie Forstwirtschaft, 4:158-161.
- Pranjić, A. & N. Lukić, 1989: Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena. Glasnik za šumske pokuse 25:79-94.
- Prpić, B., R. Antoljak & O. Piškorić, 1976: Povijest šumarstva Hrvatske (1846-1976) kroz stranice Šumarskog lista. Savez ITŠDI Hrvatske, Zagreb, 166-169.
- Prpić, B.; N. Komlenović & Z. Seletković, 1988: Propadanje šuma u Hrvatskoj. Šumarski list 112(5-6):195-215.
- Rabenau, G., 1969: Holzarteninterpretation aus Luftbildern mit statistischer Pruefung des Einflusses von Film und Maszstab. Dissertation, Wien, 164 str.
- Rey, P., 1957: Photographie aeriene et problems forestiers. Revue forestiere Francaise 11
- Rueger, W., J. Pietschner & K. Regensburger, 1978: Photogrammetrie 4. VEB Verlag fuer Bauwesen, Berlin, 351-377.
- Scherrer, H. U., H. Gautschi & P. Hauenstein, 1990: Flaechendeckende Waldzustandserfassung mit Infrarot- Luftbildern. Berichte 318, Birmensdorf, 101 str.
- Schneider, S., 1974: Luftbild und Luftbildinterpretation. Berlin-New York, 286-314.

- Schwidefsky, K., & F. Ackermann, 1976: Photogrammetrie 7. B. G. Teubner, Stuttgart, 384 str.
- Seletković, Z., 1991: Utjecaj industrijskih polutanata na običnu bukvu (*Fagus sylvatica* L.) u šumskim ekosistemima Slavonskoga gorja. Glasnik za šumske pokuse, 27:83-196.
- Spurr, S. H., 1948: Aerial Photographs in Forestry. The Ronald Press Company, New York, 174-208.
- Šolar, M., 1979: Gozdarsko imisijska problematika v SR Sloveniji. Zbornik Srečanja IUFRO S2.09, Ljubljana, 41-72.
- Tomášegović, Z., 1968: O ekonomičnosti primjene fotogrametrije u šumarstvu. Šumarski list 92 (1-2):1-17.
- Tomášegović, Z., 1982: Mogućnost primjene pseudokolornih aerosnimaka u proučavanju okoliša radi prostornog planiranja. Bilten Savjeta za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju, JAZU, 3:7-12.
- Tomášegović, Z., 1986: Fotogrametrija i fotointerpretacija u šumarstvu. 5. izdanje, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 157 str.
- Voss, H., 1989: Untersuchung und Kartierung von Waldschäden mit Methoden der Fernerkundung. Abschlussdokumentation, DLR, Teil A, Oberpfaffenhofen, 244 str.
- Vukelić, J., 1984: Doprinos fotointerpretacijske analize vegetaciji istraženih šumskih zajednica Nacionalnog parka »Risnjak«. Mag. rad, Zagreb, 81 str.
- Wolf, G., 1970: Die Erkennung biotischer Schäden im Falschfarbenluftbild und ihre Bedeutung fuer die Forstschutzpraxis. Beitrage fuer die Forstwirtschaft, 3:34-38, Berlin.
- Wolf, G., 1970: Moeglichkeiten der Freuehdiagnose von Kronenschaden auf falschfarbigen Luftbildern. Beitrage fuer die Forstwirtschaft, 3:39-41, Berlin.
- Zsilinszky, V. G., 1966: Photographic Interpretation of Tree species in Ontario. The Ontario Department of Lands and Forests, Canada, 86 str.
- 1985: Diagnosis and classification of new types of damages affecting forests. Commission of the European Communities, Brussels, 20 str.
- 1987: Uputstva za provođenje ankete »Umiranje šuma«. Šumarski fakultet, Zagreb, 40 str.
- 1988: Auswertung von Color-Infrarot-Luftbildern. Arbeitsgruppe Forstlicher Luftbildinterpretieren, Freiburg, 32 str.

RENATA PERNAR

Original scientific paper

METHOD AND RELIABILITY OF ASSESSING PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) DAMAGE ON COLOUR INFRARED (CIR) AERIAL PHOTOGRAPHS

Summary

The research on the method and the reliability of assessing pedunculate oak (*Quercus robur* L.) damage on colour infrared (CIR) aerial photographs was carried out in the famous lowland Slavonian oak forests in the Sava valley. For aerial photographing the representative stands of the forests near Vinkovci and Lipovljani have been chosen. The aerial photographing was made in the strip - type pattern in the region of the forest basin »Spacva«, length of the strips was about 50 km, and near Lipovljani about 19 km (Fig. 3).

To make possible the tree damage assess on CIR aerial photographs, the principle prerequisite had to be met, i.e. a detailed photointerpretation key for particular tree species and damage degrees had to be prepared. The field activities concerning the preparation of such photointerpretation key comprised assessing a uniform damage degree (UDD) of sample trees on the basis of all visible damage features (fallen off leaves, leaf yellowness - chlorosis, percentage of branchlets and branches dying away, the number of dried branches in tree upper parts of the crown, etc).

The result of the carried out research is the pedunculate oak photointerpretation key. This key is presented in the descriptive (Tab. 1a), schematic (Fig. 5 & 6) and photographic way (Fig. 7 & 8).

The dependence of colour on CIR aerial photographs (yellow, magenta & cyan percentages) and damage status of pedunculate oak trees were investigated (Graph. 1).

The reliability testing of this photointerpretation key was made on 14 sample plots (Fig. 9).

The reliability of the pedunculate oak damage assessing on CIR aerial photographs has been proved in 2 ways: (1) by comparison of the damage assessed on CIR aerial photographs (two observers) and in the field (Tab. 5 & 6) as well as (2) by comparison of the damage percentage and the diameter increment for the period of last 5 years (Graph. 3) resp. the annual ring width in the year in which aerial photographing was made (Graph. 2).

The analysis showed that by using such prepared photointerpretation key in assessing damage degrees data are obtained which do not differ from terrestrial ones. Between the observers making photointerpretation and the data obtained in field no significant differences were noticed, which was proved by statistical use of the u-test. The increased damage of pedunculate oak trees reduces their growth and the diameter increment is a very good indicator of damage status since even in case of

a minor vitality decrease it is reduced considerably. The testing showed that the prepared photointerpretation key enables an objective photointerpretation of CIR aerial photographs in assessing Slavonian oak (*Quercus robur* L.) trees and tree damage so that it may be used in the inventory-making by means of CIR aerial photographs in the future.

Author's address:
Renata Pernar
Faculty of Forestry
41 000 Zagreb, P. O. Box 178
Croatia

PHOTOINTERPRETATION KEY FOR PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur L.*)
 CRITERIA FOR THE ASSESSMENT OF THE DAMAGE STATUS ON CIR AERIAL PHOTOGRAPHS

Tab. 1a

Damage status (%)	Characteristic of the general appearance			Colour characteristic		Appearance characteristics on terrain
	Form	Structure	Texture	Colour description	*Colour components (%)	
		Coarse structure	Fine structure			
0 (1-10)	crown mostly large, globular, symmetrical and vault like, surface of crown is like "cauliflower", uniform rounded	crown is compact, dense, with clear brim, branching is not clearly visible not sight into crown inner, branches are dense (compact and homogenous)	(textural elements are clearly visible and differentiable (visible foliage)	uniform red	Y 50-100 M 60-80 C 01-20	crown large, dense, globular form, branches are dense overgrown with leaves, medium and big branches and trunk are not visible, possible foliage loss or yellowness up to 10%
1 (11-25)	similar to damage status 0, only crown brim can be irregular	similar to damage status 0, crown edge is locally interrupted (cuts in the crown)	(textural elements locally dispersed, but still visible	light red, but less homogenous	Y 50-100 M 50-70 C 01-20	similar to damage status 0, but some bigger branches are visible, light change of the structure, appearance of individual dry branches, foliage loss or yellowness 11-25%
2.1 (26-40)	crown still rotund, outstanding branching, crown brim divided, crown locally breaked up	crown inside is visible like dark places or crown is segmented into several parts	(textural elements mostly dispersed, hardly visible, diffused	light red with appearance of yellow-brown spots	Y 40-100 M 40-60 C 10-30	crown inside visible (big branches), large amount of dry small branches, foliage loss or yellowness 26-40%
2.2 (41-60)	crown contour is loosed, branching is strongly visible	sparse crown with large openings or crown is spread into several parts	(textural elements disappeared	pale red with large share of yellow-brown patches	Y 50-100 M 30-50 C 10-30	change of crown structure, frequent appearance of foliage yellowness and big dry branches, crown transparent with visible branch skeleton, outstanding foliage loss 41-60%
3.1 (61-80)	crown appearance similar to damage status 2.2, but stronger breaked	similar to damage status 2.2, appearance of big dry crown parts	-	yellow-brown with appearance of large or smaller greenish patches	Y 30-90 M 10-30 C 10-30	similar to damage status 2.2, some dead crown parts especially in the upper part, great share of dry branches, large foliage loss and/or yellowness 61-80%
3.2 (81-100)	crown complete breaked up, skeletoned	dead crown parts	-	yellow-brown or brown (without red) with large share of green	Y 30-90 M 10-20 C 20-40	skeleton of branches very visible, leaves mostly yellow, main big branches are dead too, loss of leaves very large 81-100%
4 (100)	crown skeletonized, entirely dry trees or dead trees with foliage, because of acute dying up			light to blau green	Y 90-90 M 01-20 C 30-50	crown skeletonized, completely dead trees or trees with reddish-brown foliage, because of acute dying up

* Informations are taken from colour atlas (Küppers, 1978)

Tab. 1a. Photointerpretation key for pedunculate oak (description part)

STEVAN BOJANIN & VLADIMIR BRUČI

PROIZVODNJA INDUSTRIJSKOG DRVA (SJEČA, IZRADA I TRANSPORT)

PRODUCTION OF PULPWOOD AND WOOD FOR BOARDS (FELLING, PRIMARY CONVERSION AND TRANSPORTATION)

Prispjelo: 14. 03. 1994.

Prihvaćeno: 18. 04. 1994.

U ovome radu autori raspravljaju o problematici sječe, izrade i transporta industrijskog drva.

Od ukupnoga godišnjeg etata u Hrvatskoj na prostorno drvo otpada 45,9% (13,8% je industrijsko drvo, a 32,1% ogrjevno drvo). Najveći postotak prostornog drva u zreлим sastojinama sadrži bukva, 40%, hrast 20%, a jela i smreka 3,3%.

Sječa i izrada obavlja se motornom pilom. Prostorno drvo, pa tako i industrijsko drvo izrađivano je ranije u duljinama od 1 m s cijepanjem debljih komada, a danas se sve više prelazi na izradu u većim duljinama. U mladim sastojinama duljine su mahom 4 m, a u starijim sastojinama i kraće. Utrošak vremena izrade s cijepanjem prostornog drva duljine 1 m veći je 2,5 puta nego kod industrijskog oblog drva od 4 m duljine, a kod duljina od 3 m utrošak vremena je dvostruk. U raspravi je razmotren i problem primjene višenamjenskih strojeva u eksploataciji šuma, te problem usitnjavanja drva u šumi i na pomoćnim stovarištima; prikazano je i mehaničko guljenje kore.

Kod transporta drva prikazani su rezultati istraživanja privlačenja traktorima, uz primjenu sortimentne, deblovne i stablovne metode. Drvo se skuplja vitlom i konjima, a izvozi se forvarderima.

Kod prijevoza prikazan je prijevoz drva kamionima, željeznicom i transport vodenim putem. Pri tome je prikazan i transport iverja raznim sredstvima. Na kraju je prikazano uskladištenje drva uz pogone za preradu te izrada sortimenta na glavnim mehaniziranim stovarištima.

Ključne riječi: prostorno drvo, industrijsko drvo utovarnih duljina, obaranje stabala i izrada sortimentata, mehaničko guljenje kore, usitnjavanje biomase, skupljanje, privlačenje, izvoženje, glavna mehanizirana stovarišta, prijevoz kamionima, željeznicom, transport vodenim putem.

UVOD I PROBLEMATIKA INTRODUCTION AND PROBLEMS

Pri razvrstavanju drva po načinu uporabe položaj drva za izradu ploča iverica nije precizno određen.

Prema važećem standardu za drvo drvo stabala se prema načinu uporabe razvrstava na ovaj način:

- a) drvo za tehničko iskorišćivanje (tehničko drvo),
- b) drvo za kemijsko iskorišćivanje,
- c) drvo za ogrjev.

Navedene grupe dijele se dalje u podgrupe.

Osim za tehničko i ogrjevno drvo izrađeni su i objavljeni ovi propisi:

- drvo za izradu celuloze, poluceluloze i drvenjače,
- drvo za drvene ploče.

Iz toga se može zaključiti da bi drvo za izradu ploča, u širem smislu, bilo u grupi drva za kemijsko iskorišćivanje kojoj bi trebalo dati drugi naziv i razvrstati je u potreban broj podgrupa.

Njemački propisi za »HOMA« (Gayer & Fabricius 1949) za razvrstavanja izrađenih sortimenata eksploatacije šuma, koji su označeni kao sortimenti sirovine ili šumski sortimenti, dijele ove sortimente u dvije grupe:

I. tehničko drvo,

II. ogrjevno drvo.

Napominje se da u ogrjevno drvo spada sve drvo namijenjeno izgaranju, suhoj destilaciji ili drugim kemijskim reakcijama. Dalje se kaže da je tehničko drvo sve ostalo. Glede drva za proizvodnju vlaknaca (Faserholz) »HOMA« je poslije dopunjena. Ovaj sortiment je svrstan u grupu sortimenata za posebnu uporabu pod imenom Faserholz, sirovina za proizvodnju tehničke celuloze, papira, celulozne vune itd.

König (1958) napominje da drvo za proizvodnju smeđeg papira za pakiranje, ljepenke, ploča vlaknatica itd. također potpada pod pojam celuloznog drva (Faserholz), ali se postavljaju blaži kvalitetni zahtjevi. Pod »itd« (»HOMA«) možemo razumjeti i ploče vlaknatice.

Prema Hakili (1989) u Finskoj se od ukupnoga godišnjeg etata od 54 milijuna m³ drva u industriji celuloze iskoristi 36 milijuna m³, a u industriji ploča vlaknatica i iverica 1 milijun m³ drva.

Brown (1950) razmatra problematiku proizvodnje i upotrebe ploča vlaknatica u poglavlju o celuloznom drvu i njegovim proizvodima.

Kenneth & Stenzel (1972) u knjizi »Logging and pulpwood production« posebno opširno razmatraju problematiku izrade i transporta celuloznog drva, koje definiraju kao oblo drvo, sirovinu za proizvodnju drvene celuloze. O drvu kao sirovini za izradu ploča u knjizi se ne govori. Kollman (1966) opširno govori o drvu kao sirovini za izradu ploča iverica.

Naš važeći standard za drvo, kako je naprijed rečeno, među proizvodima iskorišćivanja šuma (sortimentima) posebno tretira drvo za izradu celuloze, poluceluloze i drvenjače, a posebno drvo za drvene ploče. Ovdje je obuhvaćena sirovina za

sve vrste drvnih ploča zajedno. Oblik i dimenzije tih dvaju grupa sortimenata su jednaki, ali su kvalitetni zahtjevi kod drva za ploče blaži.

Problematika eksploatacije šuma (radovi na sječi i izradi te transportu) može zajedno tretirati drvo za celulozu i drvenjaču, te drvo za drvene ploče pod imenom industrijsko drvo.

Našim su standardom za proizvodnju ploča obuhvaćene sve vrste drva, a kod kvalitetnih zahtjeva, odnosno tolerancija, odvojeno se tretira drvo četinjača, tvrdih listača i mekih listača.

Prema K o l l m a n n u (1966) za proizvodnju ploča iverica pretežno se koristi drvo četinjača, najviše i približno jednako obična smreka i bor, manje jela, smreka (*Picea sitchensis*) i duglazija. Od listača na prvom mjestu je bukva, zatim topola i breza. U Njemačkoj od ukupnoga drva za iverice bilo je 50-ih godina oko 75% drva četinjača, a 7% bukve.

Prema našem standardu drvo izrađeno kao sortimenti iskorišćivanja šuma i označeno kao drvo za kemijsko iskorišćivanje i drvo za ogrjev slagano je u složajeve, obračunavano i prodavano u prostornoj mjeri (u Europi u prostornim metrima – prm), mahom duljine 1 m, pa je nazivano prostorno drvo.

U novije vrijeme drvo kao sirovina za industrijsku preradbu u celuloznoj, papirnoj industriji te industriji ploča dobilo je naziv industrijsko drvo.

D i e t z (1986) iznosi da u Njemačkoj 40% posječenoga i izrađenoga bukova drva čini tehničko drvo, 40% industrijsko, a 20% ogrjevno drvo, dok je kod smreke udio tehničkog drva mnogo veći. Od ukupne količine industrijskog drva 2/3 se koristi za proizvodnju celuloze i papira, a 1/3 u industriji ploča.

Pri uzgajanju i iskorišćivanju šuma nastoji se određenim mjerama povećati udio tehničkoga, odnosno smanjiti udio prostornog drva.

Struktura volumena drva godišnjeg etata u državnim šumama u Hrvatskoj prikazana je u pregledu 1.

Pregled – Survey 1. Drvna količina godišnjeg etata po vrstama drva u državnim šumama u Hrvatskoj – Annual cutting according to tree specieses, in state forests, in Croatia.

Vrsta drva – Tree species	u – in 1000 m ³	%
Bukva – Beech	1494	39,3
Hrast – Oak	698	18,4
Ostale tvrde vrste drva – Other broadleaved hardwood tree specieses	923	24,3
Topola – Poplar	87	2,3
Ostale meke listače – Other broadleaved softwood tree specieses	42	1,1
Jela i smreka – Fir a. spruce	485	12,8
Bor – Pine	7	0,2
Ostale četinjače – Other conifers	61	1,6
Ukupno – Total:	3797 m ³	100,0%

Od ukupno izrađenoga drva oko 70% otpada na zrele sastojine, a 30% na prorede. Kako se vidi, najzastupljenija je bukva s oko 40%.

Otpad pri sječi i izradi oko 19%, tako da neto izrađeno drvo iznosi 3 080 000 m³.

Pregled – Survey 2. Izrađeno drvo po sortimentima u Hrvatskoj – Converted wood volume according to tree species in Croatia

Sortiment – Assortment	u – in 1000 m ³	%
Pilanski trupci – Saw logs		
Hrast – Oak	241	7,8
Bukva – Beech	410	13,3
Ostale listače – Other broadleaved wood	218	7,1
Četinjače – Conifers	348	11,4
Furnirski trupci i trupci za ljuštenje		
Veneer – and peeler logs	207	6,7
Rudničko drvo – Mine props	180	5,8
Celulozno drvo – Pulpwood	427	13,8
Ogrjevno drvo – Fuelwood	988	32,1
Ostali sortimenti – Other assortments	61	2,0
Ukupno – Total:	3080 m³	100,0%

Iz pregleda se vidi da je udio celuloznoga i ogrjevnoga drva u ukupnom etatu oko 46%, a celuloznoga drva oko 30% u ukupnom volumenu celuloznoga i ogrjevnoga drva. U daljim razmatranjima celulozno i ogrjevno drvo obuhvatit ćemo pod zajedničkim nazivom prostorno drvo.

Kako je već rečeno, ovdje je pod nazivom celulozno drvo obuhvaćeno drvo za proizvodnju celuloze, papira i raznih vrsta ploča. Od ukupno proizvedene količine drvnih ploča u 1980. god. u Hrvatskoj, od 900250 m³, 86% otpada na ploče iverice.

U pregledima 1. i 2. obuhvaćene su državne šume. Udio privatnih šuma je u ukupno proizvedenom drvu šumskih sortimenata oko 7%, a te su šume u prosjeku lošije kvalitete.

Iz gornjih prikaza se vidi da je bukva naša najvažnija vrsta drva, jer je u iskorištenoj drvnjoj masi njezin udio oko 40%, dok je udio četinjača oko 15%.

Iskorišteno drvo odnosi se na krupno drvo, tj. na oblo drvo iznad 7 cm promjera s korom.

Kao prostorno drvo uzimaju se oni dijelovi stabla koji po kvaliteti i dimenzijama ne odgovaraju zahtjevima za tehničko oblovinu, tj. kao prostorno drvo zadovoljava tanja i kraća oblovinu lošije kvalitete negoli za tehničke sortimente.

Udio prostornog drva u ukupnom volumenu iskoristšenog drva ovisi o vrsti drva, kvaliteti i dobi sastojine.

U zrelim sastojinama hrasta lužnjaka udio prostornog drva u ukupno iskorištenom drvnom obujmu iznosi oko 20% (Bojanin & Nikolić 1988). U zrelim bukovim sastojinama na području bjelovarske regije (Bojanin & Krpan 1991), pri starosti sastojine od 80 godina, udio prostornog drva je 56%. S povećanjem starosti se smanjuje, pa u sastojini starosti 120 godina iznosi 40%. U kvalitetnim prebornim bukovim sastojinama iznosi 40%, a u kvalitetnim prebornim jelovim sastojinama s primjesom smreke udio prostornog drva iznosi u prosjeku 3,3%.

U mladim preodnim sastojinama, gdje drvna tvar još nije postigla minimalne debljine za tehničko drvo, prostorno drvo čini 100%, da bi se pri narednim proredama s povećanjem starosti pojavilo i tehničko drvo, kojega se udio povećava, a prostornog drva opada.

Udio prostornog i tehničkog drva u volumenu krupnoga drva u prorednim sastojinama bukve i hrasta prikazan je u tablici 1.

U starijim sastojinama prostorno drvo se izrađuje od gornjih dijelova debala i grana. Iz donjih dijelova debala kao prostorno drvo uzimaju se samo isjecci koji kvalitetno ne zadovoljavaju uvjete za tehničko drvo. U mladim prorednim sastojinama prostorno se drvo izrađuje od cijelih stabala; pri kasnijim proredama iz donjeg dijela debala izrađuje se tehničko drvo, a iz ostalog dijela stabala prostorno drvo.

Prikazat ćemo propise standarda: **drvo za drvene ploče – proizvodi eksploatacije šuma**, premda standardom obuhvaćeni pilanski otpaci ne spadaju u proizvode eksploatacije šuma.

Tab. 1. Udio tehničkog i prostornog drva u iskorištenom drvu, u prorednim sastojinama hrasta i bukve – Merchantable timber and cordwood distribution in converted wood volume in oak and beech thinnings.

Debljinski podrazred stabala $d_{1,30}$ Dbh	Vrsta drva – Tree species					
	Hrast – Oak			Bukva – Beech		
	Iskorišteno drvo po stablu – Converted wood per tree					
	Tehničko drvo Merchantable timber	Prostorno drvo Cordwood	Ukupno Total	Tehničko drvo Merchantable timber	Prostorno drvo Cordwood	Ukupno Total
cm	%					
8,5	–	100	100	–	100	100
12,5	–	100	100	–	100	100
17,5	–	100	100	–	100	100
22,5	14,0	86,0	100	–	100	100
27,5	53,4	46,5	100	21,9	78,1	100
32,5	65,5	34,5	100	50,0	50,0	100
37,5	66,4	33,6	100	52,3	47,7	100
42,5	69,8	30,2	100	54,5	45,6	100

Proizvodi eksploatacije šuma
DRVO ZA DRVNE PLOČE

STANDARD
 SA OBAVEZONOM
 PRIMJENOM

D.B5.024

od 1985–01–01 Pravilnik br. 50–5567/1 od 1984–03–30; Službeni list br. 62/84

Products of forest utilization. Wood for boards

Ovaj standard nastao je revizijom standarda D.B2.024. iz 1979. godine.

1. Predmet standarda

Ovim standardom se utvrđuju vrste, mjere i kvaliteta drva koje se upotrebljava za proizvodnju raznih vrsta drvnih ploča.

2. Opći uvjeti

1.2. Za izradu drvnih ploča upotrebljava se drvo:

- četinjača,
- tvrdih i mekih listača.

2.2. Po obliku drvo može biti:

- prostorno drvo u obliku cjepanica i oblica,
- oblovina,
- pilanski otpaci i šumski ostaci,
- sječa (iverje),

3. Mjere

3.1. U tablici 2. date su mjere za pojedine komade navedenih oblika drva četinjača i listača.

U tablici 3. date su mjere i postoci frakcije sječke za proizvodnju drvnih ploča.

Tab. 2 Mjere pojedinih komada drva za ploče - Size of pieces of wood for boards

Oblik - Shape	Mjere - Size		
	Duljina - Length m	Debljina - Thickness	
		Promjer Diameter cm	Tetiva ili stranica Chord or side cm
Prostorno drvo Cordwood: Cjepanice Split billet Oblice - billet	1 1 i - and 2	ne mjeri se - it isn't measured 7-30	7-30 ne mjeri se - it isn't measured
Oblovina Round wood	2-8	7-35	ne mjeri se - it isn't measured
Pilanski otpaci Sawing waste	0,5-4	snop 30 bundle	ne mjeri se - it isn't measured
Šumski ostaci Forest rests	0,5-2	5 i više and more	ne mjeri se - it isn't measured

U koloni »promjer« manja mjera odnosi se na promjer na tanjem kraju, s tim da promjer na debljem kraju ne smije prijeći 35 cm; snop mora biti vezan na svakom tekućem metru, a najmanje dimenzije poprečnog presjeka pojedinačnog komada smiju biti 6 mm × 25 mm.

Tab. 3 Mjere i postoci frakcije drvene sječke za proizvodnju ploča – Measurements and percentages of wood chips fraction for boards

Sječka – Chips	Mjere – Measurements		Sadržaj % mase Contents of mass percentage
	Dužina – Length mm	Debljina – Thickness mm	
– krupna – large	do 50 to	iznad 9 over	do 10 to
– normalna – normal	iznad 10 do 25 over to	iznad 6 do 8 over to	najmanje 80 at least
– sitna – small	iznad 5 over	iznad 3 over	do 10 to

- 3.2. Dozvoljeno odstupanje komada prostornog drva po dužini je ± 5 cm.
 3.3. Količina drva se izražava po masi ili po volumenu.
 Pri obračunu količina drva se mjeri i to:
 – četinjače bez kore,
 – listače (prostorno drvo) s korom, bez kore ili bez lika (omakljani),
 – listače, oblovina, s korom.
 3.4. Pri iskazivanju količine u mjernim jedinicama mase, količina se svodi na masu drva s obračunskim sadržajem vlage od 35%.
 3.5. Pri izračunavanju volumena prostornog drva koriste se redukcijски faktori dati u standardu JUS D.BO.022.

4. Isporuka

- 4.1. Poprečni presjeci komada na oba kraja prostornog i oblog drva moraju biti približno okomiti na uzdužnu os.
 4.2. Kvrge moraju biti glatko otesane.
 4.3. Drvo se stavlja u promet:
 – okorano (bez kore),
 – kao omakljano (bez kore i lika),
 – neokorano (s korom),
 – ako nije izirčito navedeno, drvo četinjača se stavlja u promet bez kore, a drvo listača s korom,
 – pilanski otpaci se stavljaju u promet vezani u snopove i s korom ili u rasutom stanju,
 – sječka se stavlja u promet u rasutom stanju s dozvoljenim sadržajem kore do 2% (u odnosu na masu).
 4.4. Svaka vrsta drva stavlja se u promet posebno.
 Cjepanice i oblice istih vrsta drva stavljaju se u promet zajedno. Pomiješano se stavljaju u promet drvo jele, bijelog i crnog bora. Neke vrste drva se isporučuju zajedno.

Kako se iz tablice 2. vidi, prostorno drvo i oblovina izrađuju se iz krupnog drva, tj. oblovine od 7 cm s korom naviše; jedino se šumski ostaci uzimaju od 5 cm promjera naviše. O sirovini za sječku govorit ćemo poslije.

U ovim standardima drvo za ploče se ne dijeli u klase, nego su postavljeni određeni kvalitetni zahtjevi za sortiment kao cjelinu i određene tolerancije, i to posebno za tvrde listače, meke listače te četinjače.

Kollman (1966) govori o celuloznom drvu kao sirovini za ploče iverice, jer u njemačkim propisima (»HOMA«) drvo za drvene ploče nije posebno izdvojeno. Prema »HOMA« celulozno drvo se dijeli na četiri klase. Prema Kollmanu zahtijeva se duljina komada od 1 m u oblom stanju, osim kod klase D, gdje se određeni obli komadi cijepaju. Samo kod ove klase dolazi u obzir i oblice ispod 7 cm promjera. Dietz (1986) navodi da se drvo za ploče prvobitno izrađivalo u duljini od 1 m, a od određenoga promjera naviše komadi su se cijepali.

Kenneth & Stenzel (1972) navode da je celulozno drvo (drvo za ploče se ne izdvaja posebno) oblo drvo, a prema duljini dijeli se u kratko drvo do 120 inča (305 cm) i dugo drvo preko 120 inča. Duljine komada se određuju da bi odgovarale zahtjevima uređaja za guljenje kore, iveranja i manipuliranja. Pri mjerenju sortiment se uzima kao prostorno drvo. Jedinica prostorne mjere je u SAD-u standardni cord, koji odgovara količini od 128 kubnih stopa ili 3,63 prm.

Anonymus (1985) u vezi s izradom govori o prostornom industrijskom drvu od 1 m duljine, utovarnim duljinama i dugom drvu.

Prema našem standardu prostorno drvo za ploče do 30 cm promjera može ostati u oblom stanju, što znači da cijepanje dolazi u obzir samo u malom opsegu, uglavnom kod isječaka iz donjeg dijela debljih debala. Izrada dužih komada (do 8 m) omogućuje povećanje učinka i sniženje troškova pri izradi i transportu sortimenata, na što ćemo se poslije osvrnuti, a o čemu govori i Eisehauer (1985).

Sortiment se može mjeriti po masi ili po volumenu. Pri mjerenju po masi količina se po standardu svodi na drvenu masu s obračunskim postotkom vlage od 35%.

Dietz (1986) navodi da se industrijsko drvo obračunava po atro-težini, tako da se pomoću uzoraka odredi sadržaj suhog drva kao dodatak ustanovljenoj težini drva. Taj je način mjerenja pri prodaji industrijskog drva uveden gotovo u potpunosti.

Kako je rečeno, količina drva se može izraziti i po volumenu (obujmu); jedinica je m³. Volumen prostorno složenoga drva u m³ dobiva se posredno tako da se složaju odredi količina drva i slobodnog prostora u prostornim metrima (prm), a zatim se pomoću redukcijskih faktora odredi volumen drva u m³.

U pregledu 3. prikazani su redukcijski faktori pojedinih sortimenata.

Pregled – Survey 3. Redukcijski faktori za pretvaranje količine šumskih sortimenata iz prostornog (prm) u kubni sadržaj (m³) za duljine komada od 1 m – Reduction factors for turning quantity of forest assortments out of st. c. m into cubic metre, for piece length of 1 m

Sortiment – Assortment	Redukcijski faktor Reduction factor
Tehničke cjepanice – Industrial split wood	0,80
Tehničke oblice – Industrial round billet	0,75
Drvo četinjača i listača za celulozu, polucelulozu i drvenjaču – Coniferous – and broadleaved chemical – and semmichemical pulpwood a. groundwood	0,70
Pilanski otpaci – Sawing waste	0,50
Šumski ostaci – Forest rests	0,40
Panjevina – Stump wood	0,45
Sječeniće – Branchwood	0,55
Sječka – Chips	0,37
Drvo za ogrjev i drvne ploče – Fuelwood a. wood for boards	0,69

Na račun slijeganja složaja sirovoga prostornog drva u šumi dodaje se nadmjera od 10 cm visine, tako da umjesto 1 m visina iznosi 1,10 m. Ta se nadmjera kupcu ne uračunava.

Kako se u pregledu 3. vidi, redukcijski faktori veoma variraju. Na te varijacije utječu zakrivljenosti komada, neravnine i nepravilnosti oplozja, te promjer i duljina pojedinih komada. Može se reći kao pravilo da s povećanjem promjera i smanjenjem duljine komada redukcijski faktori rastu. Grubost kore smanjuje redukcijski faktor. Cijepanjem oblice na polutke povećava se redukcijski faktor, a višekratnim cijepanjem se smanjuje u odnosu na redukcijski faktor složaja oblica.

Prema njemačkim uputama »HOMA« (König 1958) redukcijski faktor za tehničke cjepanice i oblice s korom iznosi 0,80, a bez kore 0,88, za oblice s korom ostalih sortimenata iznosi 0,70, a bez kore 0,77.

Kako je naprijed prikazano, u standardu drva za drvene ploče propisano je da se količina drva mjeri na ovaj način: četinjače bez kore, listače (prostorno drvo) s korom, bez kore ili bez lika (omakljani), oblovina listača s korom.

Prema Kollmanu (1966) tehnološki se iz neokoranog drva smreke i bora mogu proizvesti besprijekorne ploče iverice, ako sadržaj kore ne iznosi više od 10% težine. Mnoge tvornice ploča iverica upotrebljavaju za proizvodnju srednjeg sloja iverje neokoranog drva. Prigodice se drvo iz mladih topolovih ili brezovih sastojina za proizvodnju jednoslojnih ploča ne okorava. Panjković & Bruči (1991) govore o utjecaju vrsta drva na svojstva ploča iverica.

Udio kore u ukupnom volumenu drva i kore ovisi ponajprije o vrsti drva. Izražen u postocima udio kore u prosjeku za pojedine vrste drva prema Mülleru (1923) iznosi za smreku 10%, jelu 10–12%, bor 10–16%, ariš 16–22%, bukvu 6–8%, hrast 10–20%, jasen 12–14%, brezu 13–17%.

Navedeni postoci kore po stablu odnose se na krupno drvo (iznad 7 cm s.k.) stabla, tj. za sve dijelove stabla (debla i krupnih grana) raznih debljina u prosjeku.

Ustanovljeno je za sve vrste drva da se s prirastom debljine drva povećava i debljina kore, ali manjim intenzitetom. Stoga s povećanjem debljine prsnog promjera stabala, odnosno svih sekcija stabla, postotak kore opada.

Prema rezultatima naših istraživanja (Bojanin 1960) postotak kore jelovih stabala prsnog promjera 22,5 cm iznosi 13,5%, za stabla prsnog promjera 72,5 cm 10,9%, a za stabla hrasta lužnjaka 14-19% (Bojanin 1965) te običnog jasena u prosjeku 15,7%. Prema Krpanu (1986) za bukvu je postotak kore 6,0-8,7%.

Postotak kore oblovine raznih promjera, bez obzira na debljinu stabla od kojega oblovina određenog promjera potječe, opada s povećanjem promjera. U pregledu 4. prikazat ćemo postotke kore oblovine za jelu, (Bojanin 1966) i poljskog jasena (Bojanin 1972).

Pregled - Survey 4. Postoci kore oblovine - Percentage of bark of round wood

Vrsta drva - Tree species	jela - Fir		Poljski jasen Common ash	
Promjer s korom - Diameter o. b. cm	7	70	7	57
Postotak kore - Percentage of bark	21,1	8,5	26,3	10,3

Kako se iz pregleda 4. vidi, kod jele u granicama prikazanih promjera postotak kore je kod najtanjeg promjera 2,22 puta veći nego kod najdebljega, a kod jasena 2,55 puta, premda je raspon promjera ovdje manji.

Eksploatacija šuma dijeli se u dvije faze:

Obaranje stabala i izrada sortimenata (sječa i izrada) te transport drva s dvije polufaze:

1. privlačenje,
2. prijevoz.

OBARANJE STABALA I IZRADA SORTIMENATA FELLING AND PRIMARY CONVERSION

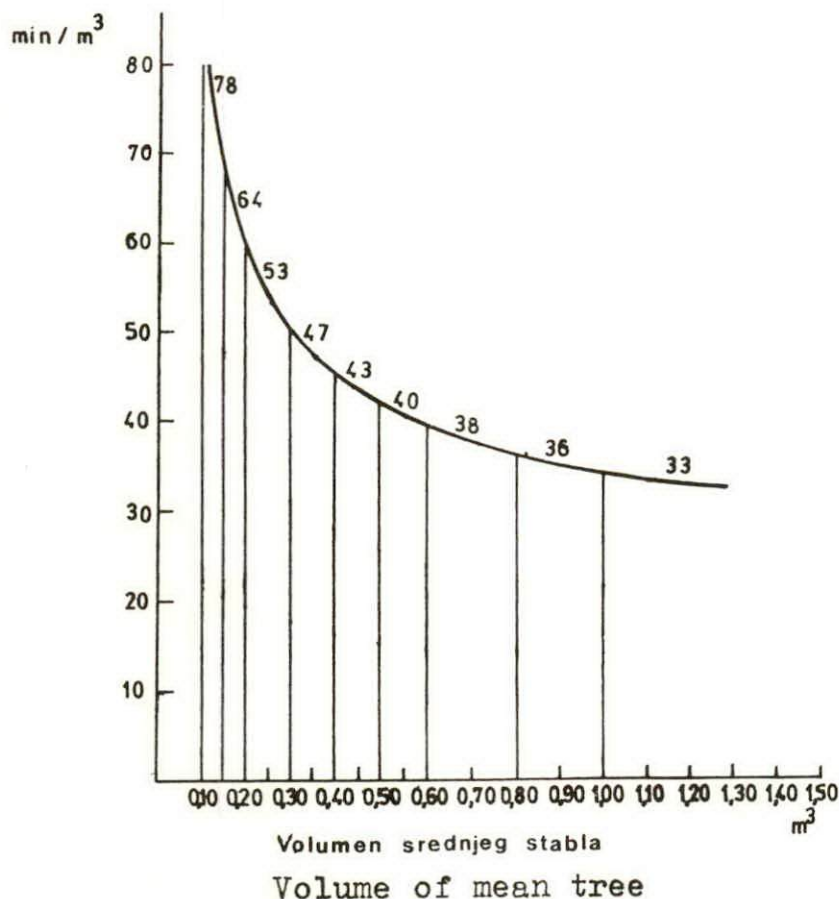
Prvobitno su se nakon obaranja stabala u sastojini pored panja izrađivali šumski sortimenti, koji su se zatim privlačili do pomoćnog stovarišta (sortimentna metoda). Razvojem mehanizacije izrada se sortimenata djelomično ili potpuno premještala na pomoćno ili glavno stovarište, odnosno stovarište pored pogona za preradu.

Ukoliko se stabla u sastojini okrešu i prevrše pa se izvlači cijelo deblo, govorimo o deblovnoj metodi.

Stablovna metoda primjenjuje se pri izvlačenju cijelih stabala iz sastojine.

Postoje i prijelazne metode, kao poludeblovna i metoda duge oblovine.

Pri sječi i izradi, a kako ćemo poslije vidjeti i pri transportu, postoji zakon djelovanja mase komada (Stückmassesetz), što se vidi na slici 1, gdje je prikazana ovisnost utroška vremena sječe i izrade po m³ izrađenih sortimenata o volumenu srednjeg stabla. Volumen stabla je ovisan i o prsnom promjeru stabla, pa se na apscisu umjesto volumena mogu nanijeti odgovarajući prsni promjeri stabala.



Sl. – Fig. 1 Ovisnost operativnog vremena sječe i izrade (min/m^3 izradene drvene mase) o volumenu srednjeg stabla u borovim sastojinama – Dependence of felling and primary conversion effective time (min/m^3 converted wood volume) of mean tree volume, in pine stands, Hakkila i dr. (1979)

Kako se vidi na slici, utrošak vremena po m^3 drvene mase opada s povećanjem volumena, odnosno prsnog promjera stabla, i to do određenog volumena stabla intenzivno, a zatim se intenzitet pada utroška vremena po m^3 smanjuje.

Do 1960-ih godina pri sječi i izradi primjenjivale su se u nas isključivo ručne pile i sjekire, a tada su postupno uvedene u uporabu motorne pile lančаницe prvo za dva, a zatim za jednog radnika.

Pri sječi i izradi nastoji se rad mehanizirati kako bi se povećao učinak, snizili troškovi proizvodnje i rad humanizirao.

S obzirom na stupanj mehanizacije rad na sječi i izradi može se prikazati ovako :

1. ručni rad (primjena ručne pile i sjekire),
2. ručno-strojni rad (primjena motorne lančane pile – obično za jednog radnika),

3. visoko mehaniziran rad (primjena višenamjenskih – multifunkcionalnih strojeva, poput harvestera, procesora i dr.).

Poslije ćemo se osvrnuti na mogućnost primjene višenamjenskih strojeva u našim uvjetima. Radove na sječi i izradi podijelit ćemo na: 1) sječa i izrada u zrelim sastojinama; 2) sječa i izrada u prorednim sastojinama.

SJEČA I IZRADA U ZRELIM SASTOJINAMA FELLING AND PRIMARY CONVERSION IN MATURE STANDS

U zrelim sastojinama izrada ogrjevnog i industrijskog drva podređena je izradi tehničke oblovine. Kako je naprijed navedeno, osim kod bukovine, u zrelim je sastojinama udio prostornog (ogrjevnog i industrijskog) drva mnogo manji od udjela tehničkog drva. Prostorno drvo se uglavnom izrađuje od gornjeg dijela debla i krupnih grana (iznad 7 cm promjera s korom). Pri razmatranju problematike izrade u zrelim sastojinama glavnu pažnju ćemo posvetiti izradi prostornog drva.

U nas se stabla u zrelim sastojinama obaraju isključivo motornom lančanom pilom.

Stablovna metoda se ne primjenjuje, tj. ne izvlače se cijela stabla. S obzirom na veličinu krošnje te oplodnu ili prebornu sječu to se ne preporučuje, jer se tako prilikom privlačenja oštećuje pomladak i stojeća stabla.

Primjenom deblovne metode izvlače se cijela debbla nakon kresanja grana motornom pilom pored panja; izvlače se obično na pomoćno stovarište. Ovdje dolaze u obzir i dvije podvarijante ove metode: poludeblovna metoda, tj. da se deblo u sastojini prepili na dva dijela i metoda duge bolovine, tj. da se deblo prepili na tri dijela ili na dvostruke duljine trupaca.

Za kresanje grana stabala listača zrelih za sječu dolazi u obzir samo motorna pila. Zbog debljine grana za kresanje se ne primjenjuju strojevi.

Prepiljivanje, odnosno izrada sortimenata, obavlja se na pomoćnom stovarištu ili eventualno na glavnom stovarištu, odnosno na stovarištu pored pogona na preradu.

Iz deblovine se na pomoćnom stovarištu izrađuju uglavnom sortimenti tehničke oblovine, a samo iz onih dijelova debbla (isječaka ili odsječaka) koji ne odgovaraju za tehničko drvo izrađuje se prostorno drvo.

Prepiljivanje (trupljenje) na pomoćnom stovarištu u nas se zasada obavlja motornim lančanim pilama.

Specijalni mobilni strojevi za prepiljivanje, koji se mogu upotrijebiti na pomoćnim stovarištima, opremljeni su hidrauličkom dizalicom i kružnom pilom, tzv. cirkularom, i zovu se slasher. Njima se obavlja i sortiranje.

Osim tih strojeva u novije se vrijeme za trupljenje upotrebljava tzv. grapple saw. Ovdje je pila lančanica montirana na hidrauličkom hvataču, čiji je poprečni presjek hvatanja oko 0,35 m². Ovaj uređaj radi pomoću hidrauličkog pogonskog mehanizma.

Prema prijašnjim standardima za drvo cijepali su se obli komadi prostornog drva iznad 12 cm promjera s korom na tanjem kraju. Sada je ta granica pomaknuta na 30 cm promjera, što eliminira, ili znatno smanjuje rad na cijepanju. Za cijepanje se mogu koristiti strojevi za cijepanje, obično na hidraulički pogon.

Kod deblovne metode granjevina ostaje u sastojini, pa se tamo izrađuju sortimenti, uglavnom prostorno drvo.

Kod sortimentne metode svi se sortimenti izrađuju na sječini, pa se zatim privlače na pomoćno stovište i dalje transportiraju. U tome slučaju prepiljivanje se obavlja motornom pilom (ručno-motorni rad), a cijepanje je ručno.

U tablici 4. prikazan je udio pojedinih radnih operacija prema operativnom vremenu za dvije varijante: a) izrada jednometarskoga prostornog drva, b) izrada industrijskog drva od 4 m duljine.

Kod obje varijante izrađivani su i sortimenti tehničkog drva.

U efektivnom vremenu kresanje grana zauzima visok postotak. Kod varijante s izradom jednometarskoga prostornog drva udio kresanja grana u operativnom vremenu iznosi 19,5%, a kod varijante s izradom industrijskog drva 29,9%. Udio vremena izrade prostornog, odnosno industrijskog drva nekoliko je puta veći od vremena za tehničko drvo.

U tablici 5. prikazan je udio tehničke oblovine i prostornog drva za bukove zrele sastojine triju različitih dobi te za sastojinu hrasta lužnjaka starosti 120 godina. Vidi se da sa starošću udio tehničkog drva raste, a prostornoga opada. Osim toga, sa starošću, odnosno s porastom debljine stabala, utrošak vremena izrade tehničkog drva po m³ pravilno opada, dok kod prostornog drva ta pravilnost nije potpuna. Utrošak vremena izrade s cijepanjem prostornog drva duljine 1 m 2,5 puta je veći nego kod industrijskog oblog drva od 4 m duljine, a kod duljina od 3 m utrošak vremena je dvostruko veći (Bojanin, Sever, Tomičić 1978).

Povećanje duljine komada smanjuje i utrošak vremena pri utovaru, istovaru i transportu. Troškovi pri izradi i transportu drva povećanjem duljina komada od 2 na 3 m smanjuju se 8%, a kod duljina od 5 m za 12% (Hakki 1990).

Prema podacima u tablici 5. utrošak vremena izrade 1 m³ bukova prostornog drva u prosjeku je 3,8 veći nego tehničkih sortimenata, a kod industrijskog drva veći je 1,5 puta. Kod hrastovine su te razlike još veće.

Zbog osjetno većeg utroška vremena, pa prema tomu i troškova izrade, a dosta nižih cijena prostornoga odnosno industrijskog drva u odnosu na tehničke sortimente, nastoji se rad racionalizirati i sniziti troškove proizvodnje.

Zasada se u Hrvatskoj u pravilu iskorišćuje krupno drvo, iznad 7 cm promjera s korom, tj. deblovina i krupna granjevina.

S obzirom na sve veću potrebu za drvom već se negdje usitnjuju preostali dijelovi stavla, tj. sitna granjevina (ispod 7 cm promjera s korom).

Ako bi iz uzgojnih obzira bilo preporučljivo ovu preostalu biomasu stabala iskoristiti, treba razraditi tehnologiju usitnjavanja i u zrelim sastojinama i u proredama. Tako dobiven usitnjeni materijal mogao bi se djelomično upotrebljavati i za izradu ploča iverica (Hakki i dr. 1979). Harpay i dr. (1984) navode da će se prema dugoročnom planu u Mađarskoj 2000. godine 340-380 000 m³ od ukupno 1,5 milijuna m³ usitnjenoga drvog materijala upotrijebiti za proizvodnju ploča vlaknatica i iverica.

Usitnjavanjem sitne granjevine povećala bi se iskorištenost biomase stabala. Od ukupne biomase stabala listača na panju i korijenje otpada 10-15%, na deblo i krupnu granjevinu 60-70%, na sitnu granjevinu i lišće 20-25%. Prema tomu, ako se iskorišćuje samo krupno drvo, iskorišćuje se 60-70% biomase stabala (Harpay i dr. 1984).

Tab. 4 Struktura operativnog vremena pri sječi i izradi zrelih bukovih sastojina – Structure of effective time by felling and primary conversion in mature beech stands

Radna operacija Work cycle element	Izrada jednodinarskoga prostornog drva Conversion of cordwood in 1 m length	Izrada industrijskog drva duljine 4 m Conversion of long length logs in 4 m length
	% operativnog vremena – % of effective time	
Prijelaz od stabla do stabla – Walking from tree to tree	7,6	11,6
Priprema radnog mjesta – Work place preparation	2,2	3,4
Obaranje stabala Feeling	7,1	10,8
Kresanje grana Limbing	19,5	29,9
Šumski red – Forest arrangement	0,6	0,9
Stablovno vrijeme – Tree time	37,0	56,6
Krojenje tehničke oblovine – Marking for bucking of merchantable wood	0,9	1,4
Trupljenje tehničke oblovine – Bucking of merchantable wood	4,4	6,7
Sortimentno vrijeme tehničkog drva – Assortment time of merchantable wood	5,3	8,1
Krojenje i prepiljivanje prostornog drva – Marking and bucking of cordwood	15,7	
Daljnja izrada prostornog drva Further conversion of cordwood	25,7	
Slaganje prostornog drva – Stacking of cordwood	16,3	
Sortimentno vrijeme prostornog drva – Assortment time of cordwood	57,7	
Sortimentno vrijeme industrijskog drva – Assortment time of long length logs	35,3	
Operativno vrijeme – Effective time	100,0	100,0

Tab. 5 Udio sortimenata i utrošci vremena izrade sortimenata u zrelih sastojinama bukve i hrasta – Wood assortment distribution, and time consumption by primary conversion in mature stands of beech and pedunculate oak

Vrsta drva – Tree species		Bukva – Beech			Hrast lužnjak Pedunculate oak
Dob sastojine (god.) – Age of stand (years)		80	100	120	120
Prsni promjer srednjeg stabla (cm) – Bhd of average tree (cm)		29	36	40	50
Udio izrađenih sortimenata (%) Converted timber assortment distribution (%)	Prostorno drvo Cordwood	56	50	40	20
	Tehničko drvo Merchantable wood	44	50	60	80
Operativno vrijeme Effective time min/m ³	Tehničko drvo Merchantable wood	27,25	22,22	19,57	14,26
	Prost. drvo dulj. 1 m Cordwood of 1 m length	97,75	83,33	84,17	76,79
	Industrijsko drvo duljine 4 m Log length logs of 4 m length	39,10	33,30	33,67	30,72

Kao što je već napomenuto, izvlačenje cijelih stabala i kresanje grana na pomoćnom stovarištu u zrelih sastojinama ne dolazi u obzir; kresanje se obavlja u sastojini. Usitnjavanje mobilnim stajevima u polmađenim sastojinama je moguće, ali nije preporučljivo. Može se usitnjavati mobilnim stajevima duž traktorskih putova (vlaka), pa bi sitnu granjevinu i ovršinu trebalo duž vlaka skupiti pomoću vitla montiranoga na traktor ili prijenosnog, odnosno samohodnog vitla. Sječka bi se u tome slučaju mogla utovariti neposredno u prikolice ili u kontejnere.

Sitna granjevina se može usitnjavati i na pomoćnom stovarištu. Prvo je treba složiti i skupiti do vlaka, a zatim pomoću traktora privući na pomoćno stovarište. Slaganje sitne granjevine zahtijeva dosta vremena. Sitna granjevina se može i privesti na pomoćno stovarište traktorom s prikolicom ili forvarderom. Utovara se i istovara montiranim hidrauličkim dizalicama. Utovarni prostor forvardera i prikolice se mnogo manje iskorišćuje nego pri izvozu krupnog drva, što također povećava troškove proizvodnje.

O strojevima za sječu i izradu bit će riječi u poglavlju o sječi i izradi u prorednim sastojinama. Ti strojevi nisu podobni za primjenu u našim zrelih sastojinama jer se radi uglavnom o listačama, gdje se kresanje grana zbog njihove krupnoće mora obaviti motornom pilom (ručno-strojni rad). Način sječe (oplodna i preborna sječa) te u brdskim krajevima i veći nagibi terena negativno utječu na primjenu multifunkcionalnih strojeva u zrelih sastojinama. Motorna pila u Srednjoj

Europi, pa i u nas, glavno je sredstvo sječe i izrade za dogledno vrijeme, kako je to predvidio i Häberle (1974).

SJEČA I IZRADA U PROREDNIM SASTOJINAMA FEELING AND PRIMARY CONVERSION IN THINNINGS

Općenito o sječi i izradi Felling and primary conversion in general

Kao što je rečeno, od ukupno iskorištenoga drva u Hrvatskoj 70% otpada na glavni prihod (zrele sastojine), a 30% na prethodni prihod (proredne sastojine). To je prosjek za cijelu Republiku, dok je u pojedinim regijama situacija drugačija. Tako na području Bjelovara iskorištena drvena tvar iz proreda iznosi 53% etata. To je razlog da je ovdje u iskorištenom drvu prostorno drvo zastupljeno sa 62%.

Sastojine se proređuju iz uzgojnih razloga kako bi se oslobodila kvalitetnija stabla, čime se povećava kvalitetni i kvantitetni prirast. Uz to se povećava iskorištenost drvene mase sastojina. Prve su prorede, kod kojih se posječeno drvo ne iskorišćuje, pretkomercijalne prorede, a kasnije prorede su komercijalne prorede. Prema Hakki (1989) iskorišćuju se stabla od 7 do 8 cm prsnog promjera naviše; prosječan volumen iskoristivih stabala u južnoj Finskoj u prvim komercijalnim proredama je 0,05-0,06 m³.

U tablici 6. prikazana je za sastojine hrasta lužnjaka i bukve s oplodnom sječom drvena zaliha u različitoj dobi, kao i drvo iz proreda i zahvata oplodne sječe. Sastojine su istog boniteta. Proredno razdoblje je u oba slučaja deset godina. Prva proreda u bukovim sastojinama izvodi se u njezinoj dvadesetoj godini i djelomično je pretkomercijalna. Radi usporedbe prikazali smo, prema Hakki (1989), vremenski raspored proreda u Finskoj (tablica 7), gdje je proredni ciklus rjeđi nego u nas.

Problem eksploatacije prorednih sastojina je složeniji negoli u zrelim sastojinama iz više razloga, npr. manje koncentracije posječenoga drva, tankih stabala malog volumena, što se vidi iz tablice, te zbog velike gustoće sastojina.

Naprijed je spomenuto djelovanje zakona mase komada (sl. 1), gdje se vidi da s povećanjem debljine stabala utrošak vremena po jedinici proizvoda opada, tj. proizvodnost raste.

Pri izradi celuloznoga dvometarskog drva u topolovim plantažama (Đoković 1986) proizvodnost rada se povećava s porastom prsnih promjera, što je prikazano u pregledu 5.

Odnos proizvodnosti kod stabala prsnog promjera od 9 cm i 17 cm je 1:2,65, tj. gotovo je utrostručena.

Prema Stafu i Wickstenu (1984) s porastom volumena stabla od 0,05 m³ na 0,14 m³ proizvodnost se udvostručila, što se i u ovdje prikazanim podacima za odnose produktivnosti kod stabala topole prsnog promjera 11 cm i 17 cm očituje.

Pregled – Survey 5. Odnosi proizvodnosti i utroška vremena pri sječi i izradi dvometarskoga celuloznog drva u topolovim plantažama kratke pohodnje za stabla različitih debljina – Relation of productivity and time consumption, at the felling and conversion of pulpwood in two m. lengths, in poplar plantations of short rotation, for trees of various diameter

Prsni promjer stabla DbH cm	9	11	13	15	17
Iskorišteno drvo stabla Converted wood volume of tree, m ³	0,027	0,049	0,075	0,106	0,141
Odnosi proizvodnosti Productivity relations	100	140	166	217	265
Odnos utroška vremena po m ³ Time consumption relation per m ³	100	71	60	46	38

Vrsta drva - Tree species											
Hrast lužnjak - Pedunculate oak					Bukva - Beech						
Vrsta sječe Type of fellings	Dob sa- stojine Age of stand	Drvena zaliha Growing stock	Prsni promjer srednjeg stabla Mean tree Dbh	Sječi- vo drvo Felling quan- tity	Vrsta sječe Type of fellings	Dob sa- stojine Age of stand	Prsni promjer srednjeg stabla Mean tree Dbh	Drvena zaliha Growing stock	Sječi- vo drvo Felling quan- tity		
	Godine Years	m ³ /ha	cm	m ³ /ha		Godina Years	cm	m ³ /ha	m ³ /ha		
Proreda - Thinning	30	131,8	11,5	27,1	Proreda Thinning	20	5,5	47,3	5,8		
	40	184,0	16,5	36,0		30	10,1	87,3	21,4		
	50	233,2	21,5	43,5		40	14,5	142,6	35,6		
	60	285,5	26,5	51,0		50	18,5	191,0	46,1		
	70	329,8	31,5	58,5		60	22,0	242,9	55,1		
	80	369,5	36,0	65,0		70	25,5	301,9	72,8		
	90	409,8	40,5	70,5		Oplo- dna sječa Rege- nera- tive cut- ting	Prepar- ni sijek Prepara- tory cut- ting	80	29,0	344,0	103,2
	100	440,1	45,0	64,0		Neoplo- dni sijek Seed cut- ting	90	32,5	303,8	151,9	
	110	467,8	49,0	59,5		Dovršni sijek Final cutting	100	36,0	185,3	185,3	
	Oplo- dna sječa Rege- nera- tive cut- ting	Prepar- ni sijek Prepara- tory cutting	125	493,2		54,5	148,0	Ukupno Total	677,2		
Neoplo- dni sijek Seed cut- ting	133	401,0	57,0	220,6							
Dovršni sijek Final cutting	140	227,3	58,0	227,3							
Ukupno - Total	1071,0										

Tab. 6. Prsni promjer srednjeg stabla, drvena zaliha i sječivo drvo u određenoj dobi sastojina hrasta lužnjaka i bukve s oplodnom sječom – Dbh of mean tree, growing stock and felling quantity in certain age of stands of pedunculate oak and beech trees with regenerative cutting

Tab. 7 Dob sastojina za prorede i glavni prihod u Finskoj te odnosi troškova eksploatacije – Age of stands for thinnings and final cutting in Finland, and relations of logging costs

Vrsta sječe – Type of cutting	Aproksimativna dob Aprox. age, years	Odnosi troškova eksploatacije Relative cost of logging
Pretkomercijalna proreda Pre-commercial thinning	10–15	
1. Komercijalna proreda Commercial thinning	25–35	300
2. Komercijalna proreda Commercial thinning	40–50	200
3. Komercijalna proreda Commercial thinning	55–65	150
4. Sječa zrele sastojine Cutting of mature stand	70–90	100

Sa smanjenjem proizvodnosti povećavaju se troškovi proizvodnje. U tablici 7. se vidi da su troškovi proizvodnje veći što su proredne sastojine mlađe, odnosno stabla tanja.

Postotak sitne granjevine u odnosu na volumen krupnog drva stabla kod bukovich stabala, prema Grundneru (Antoljak i dr. 1949), za stabla 11–15 cm prsnog promjera i visine 12–13 m iznosi 44%, a kod stabala prsnog promjera 41–45 cm i visine 28–29 m iznosi svega 14%. Za hrastova stabla prsnog promjera 10 cm i visine 12 m postotak sitne granjevine je za drvnu masu krupnog drva 51%, a za stabla prsnog promjera 45 cm i visine 28 m postotak sitne granjevine je 8% prema Schwappachu (Antoljak i dr. 1949).

Prema Đokoviću (1986) u topolovim plantažama u ukupnom volumenu stabala 10 cm prsnog promjera postotak sitne granjevine je 40%.

Kako se vidi, udio šumskog ostatka kod tankih stabala je visok pa u eksploataciji treba nastojati da se što veći dio volumena stabala iskoristi.

Glavni dio industrijskog drva dobiva se iz prorednih sastojina, kao što je to slučaj i u Njemačkoj (Dietz 1986). Učinak pri sječi i izradi u prorednim sastojinama je dosta niži nego u zrelih sastojinama, pa su prema tomu i troškovi mnogo viši. Vidjet ćemo poslije da je isti slučaj i s transportom drva; cijena industrijskog drva je međutim mnogo niža nego tehničkih sortimenata, koji su glavni proizvod zrelih sastojina. Zbog toga se stalno istražuju rješenja da se učinak pri eksploatacijskim radovima poveća i troškovi proizvodnje snize.

U tablici 8. prikazana je struktura efektivnog vremena u prorednim sastojinama plantaža topole u nas te običnog bora i smreke u Švedskoj. Kod topole je udio vremena kresanja 29,3% od efektivnog vremena, a u sastojinama četinjača 53–58%, odnosno dva puta veći. Odnosi utroška vremena u efektivnom vremenu kod topole slični su odnosima kod drugih listača. Od topole su u navedenom slučaju izrađivani komadi duljine od 1 m, a kod smreke i bora izrađivani su komadi utovarnih duljina

3-7 m. Vrijeme slaganja u sva tri prikazana slučaja pokazuje veću sličnost.

Danas se radovi na sječi i izradi i u prorednim sastojinama najčešće izvode lakšim motornim pilama. Međutim, sječa i izrada izvodi se i multifunkcionalnim strojevima, kojima se osim obaranja stabala izvode i drugi radovi.

Pri razvoju mehanizacije u eksploataciji šuma nastoji se ručno-strojne radove zamijeniti upotrebom strojeva.

Na slici 2. prikazan je razvoj mehaniziranja radova u eksploataciji šuma, kao i na slici 3.

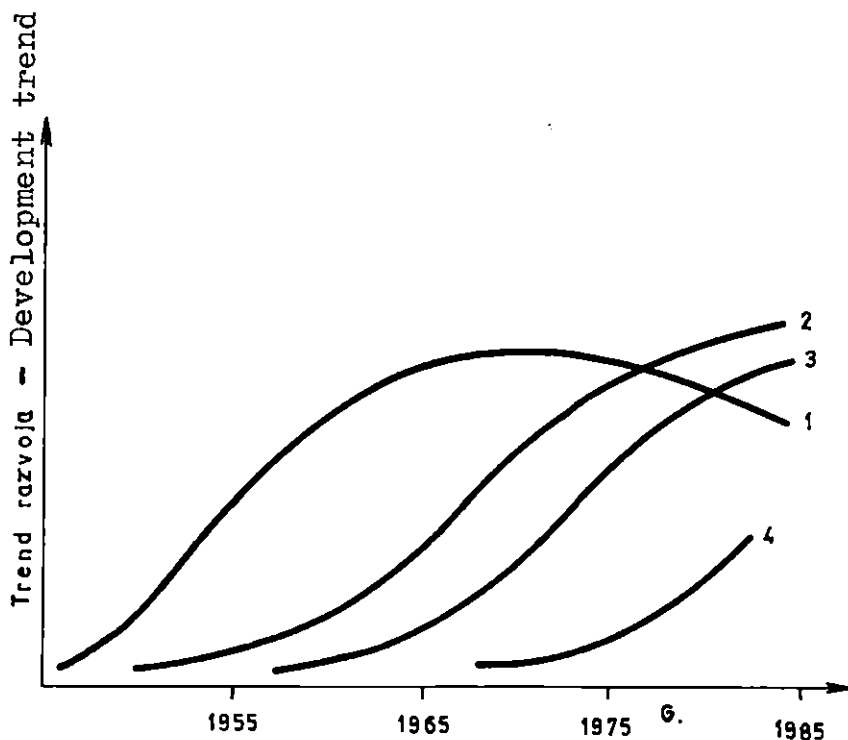
Strojevi na slici 2. pod 2. primjenjuju se za transport drva, pa ćemo ih razmotriti poslije.

Kako se iz slike 2. vidi, primjena motorne pile opada, a multifunkcionalnih strojeva raste. Usitnjavanje u šumi ili na pomoćnom stovarištu napreduje.

Strojevi za obaranje i strojevi koji už to služe i za druge radove mogu se svrstati u ove četiri grupe:

Tab. 8 Struktura utroška vremena sječe i izrade motornom pilom u prorednim sastojinama – Structure of time consumption by felling and primary conversion by means of powersaw, in thinnings

Radna operacija Work cycle element	Vrsta drva – Tree species		
	Topola Poplar	Obični bor Scots pine	Smreka Spruce
	Postotak utroška vremena prema efektivnom vremenu – Percentage of time consumption in relation to effective time		
Hod do stabla Walking to tree	–	6,2	5,4
Obaranje stabala Felling	5,8	14,2	14,0
Kresanje grana Limbing	29,3	53,4	58,1
Krojenje – Marking for bucking	23,1	2,3	2,2
Trupljenje – Bucking		4,3	4,1
Slaganje – Stacking	26,1	19,6	16,2
Šumski red Forest arrangement	15,7	–	–
Ukupno – Total	100,0	100,0	100,0
Prsni promjer srednjeg stabla Dbh of average tree, cm	6–20	12,2	12,5



Sl. - Fig. 2. Razvoj mehaniziranja radova u eksploataciji šuma prema podacima najrazvijenijih, vodećih zemalja u području eksploatacije šuma (prema Szepesi-u 1978) - Development trend of mehanization in logging, according to the data of the most developed, leading countries in area of logging (According to Szepesi, 1978); 1. Motorna pila za jednog radnika - Power saws; 2. Zglobni traktor i forwarder - Skidders and forwarders; 3. Multifunkcionalni strojevi - Multi-purpose machines; 4. Strojevi za usitnjavanje u šumi - Machines for chipping of biomass in forest

1. Strojevi za obaranje,
2. Strojevi za obaranje i slaganje,
3. Strojevi za obaranje i izvlačenje, odnosno izvoženje,
4. Strojevi za sječu i izradu (harvesteri).

U tablici 9 prikazani su razni višenamjenski strojevi s oznakom radnih operacija koje obavljaju.

Harvester - stroj za obaranje stabala i izradu sortimenata (za sječu i izradu) pripada pokretnim strojevima kojima je zajedničko svojstvo da imaju uređaj za obaranje stabala. Ti su se strojevi pojavili poslije 1950. godine. Najpogodnije ih je klasificirati prema tomu koje radove obavljaju; tako se razvrstavaju, kako je rečeno, u četiri grupe:

1. **Strojevi za obaranje.** - Montiraju se na vozila (traktore) s kotačima ili gusjenicama; traktori s kotačima mogu imati uređaj za stabilizaciju. Radni mehanizam im se sastoji samo iz uređaja za usmjereno obaranje. Oborena stabla ostaju pored panja. Uređaj za obaranje može se montirati na prednji ili zadnji kraj traktora, a opremljen je hidrauličkim škarama ili pilom lančanicom, kao i dalje navedeni

**SJEČA I IZRADA - PREPARATION
 OF TIMBER:**

Ručno oruđe - Handtools

Pila lančanica - Chainsaw

Procesor - Processor

Harvester - Harvester

**GULJENJE KORE - DEBARKING OF
 TIMBER:**

Ručno oruđe - Handtools

Stroj u šumi - Machine in woods

Stroj u tvornici - Machine in
 mill

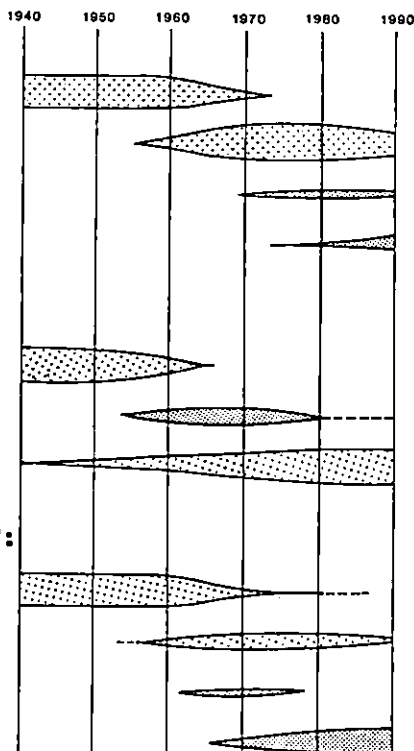
PRIVLAČENJE - OFF ROAD TRANSPORT:

Konj - Horse

Poljoprivredni traktor - Farm
 tractor

Šumski traktor s vitlom - Cable
 skidder

Forvarder - Forwarder



Sl. - Fig. 3. Razvoj metoda eksploatacije šuma od 1940. g. u Finskoj (prema Hakkili 1989). Radovi poduzetnika su prikazani gustim točkama - Development of timber harvesting methods since the 1940 s in Finland (according to Hakkila 1989). Contractor operations are represented by dense dots.

- strojevi. Ovim strojem može se oboriti 2 do 3 stabla u minuti.
2. Strojevi za obaranje i slaganje. - Glava za obaranje montirana je na kraju hidraulički pokretanoga zglobnog kraka. Na glavi se nalaze i kliješta za obuhvatanje debla. Operativno vrijeme se sastoji iz ovih radnih operacija: kretanje od stabla do stabla (iz jednog položaja stroja može se oboriti jedno ili više stabala); namještanje uređaja za obaranje uz žilište stabla; odvajanje debla od panja; podizanje, spuštanje, slaganje; čišćenje od podrasta uređajem za obaranje. Samo izvlačenje se obavlja drugim strojem. Učinak stroja Kockums 880 »Tree King« za obaranje i slaganje iznosio je po proizvodnom satu stroja 29,4 m³ drvene tvari. Srednje kubno stablo iznosilo je 0,26 m³, uz 368 stabala po hektaru (čista sječa). Stroj je montiran na traktor s kotačima.

Tab. 9. Multifunkcionalni strojevi s oznakom djelovanja – Multi-function machines with signs of function

Naziv stroja – Name of machine	Radovi koje obavlja Function carrying out
Buchcombine	O, K, T, I, U
Beliot harvest	K, O, S
Kochring harvester	O, K, T, I
Drott feller – buncher	O, S
Warner and Swasey feller – buncher	O, S
Larsen shortwood harvester	O, K, T, I
VIT feller-buncher	O, S, I
Log-All	O, S, I
Škare za obaranje na traktoru Felling scissors, mounted on tractor	O
Škare za obaranje i skupljanje na traktoru Felling and pre-hauling scissors, mounted on tractor	O, S
Obašnjenje znakova – Signs explanation: O–obara – fells; S–slaže – stacks; T–trupi – cros-cuts; K–kreše grane – limbs; I–izvozi – forwards; U–utovara – loads	

3. Strojevi za obaranje i izvlačenje, odnosno izvoženje. – Ovi se strojevi mogu podijeliti u dvije podgrupe:

a. Strojevi za obaranje i izvlačenje omaju uređaj za obaranje i obuhvaćanje stabla kao i strojevi za obaranje i slaganje. Stablo odvojeno od panja stavlja se debljim krajem u hidraulički hvatač na zadnjem dijelu traktora (npr. Clambunk). Nakon formiranja tereta stroj izvlači stabla s krošnjama na mjesto izrade.

b. Strojevi za obaranje i izvoženje ustvari su traktori nosači opremljeni glavom za obaranje. Stabla odvojena od panja polažu se na poluprikolicu i iznose na mjesto prerade. Rad stroja se sastoji od ovih radnih operacija: vožnja praznog stroja, zauzimanje položaja u sastojini, sječa (obaranje i utovar, kretanje po sastojini, uklanjanje podrasta), vožnja opterećenog stroja, kretanje na pomoćnom stovarištu, istovar. Učinak stroja za obaranje i izvoženje Koehring, model KFF, može se očitati iz iz konstruiranog nomograma za pojedine udaljenosti privlačenja, broj stabala u tovaru, volumen tovara i broj proizvodnih sati stroja po danu.

4. Strojevi za sječu i izradu. – Ovi se strojevi dijele u dvije podgrupe:

a. Strojevi za deblovnu metodu obaraju, krešu grane, prevršuju i odlažu debla u složaj.

- b. Strojevi za sortimentnu metodu obaraju, krešu grane, prepiljuju deblo na komade određene dužine, odlažu ih u tovarni prostor i izvoze na pomoćno stovarište.

Učink Timmins »Fel-Del« stroja – harvester – za sječu i izradu kod deblovne metode iznosio je 15,3 m³ po proizvodnom satu stroja kod prsnog promjera stabla 24 cm, volumena drva po hektaru 98 m³ (čista sječa). Strojevi sa zglobnim krakom mogu biti namijenjeni za čistu sječu i deblja stabla; njima je zglobni krak kraći i imaju doseg do 6 m. Kod strojeva namijenjenih za rad u selektivnim proredama doseg kraka iznosi i 10 m. Pri upotrebi hidrauličkih škara mogu se obarati stabla do 61 cm promjera na panju. U primjeni pila lančanica promjer može iznositi i 90 cm. Uređaji za kresanje grana mogu kresati grane mahom do promjera 8 cm. Loša strana hidrauličkih škara je u tome da se drvna vlakanca zdrobe i oštete u ljetnoj sječi u duljini od 18 do 23 cm, a u zimskoj sječi do 38 cm. Ukoliko se radi o trupcima, taj se dio prije prerade mora otpiliti. Učink strojeva ovisi o dimenzijama stabala, konfiguraciji i nagibu terena te broju stabala za sječu po hektaru. Traktor s kotačima može se primijeniti za rad na nagibu do 35%. Svakim od navedenih strojeva upravlja jedan radnik bez pomoćnika.

Osim navedenih strojeva multifunkcionalni stroj je i procesor koji ne obara stabla, nego oborenim stablima kreše grane, prevršava ih i trupi u komade određene duljine.

Navedeni strojevi se dimenzioniraju posebno za rad u prorednim, a posebno za rad u zrelim sastojinama.

Harvester može imati uređaj za obaranje i prepiljivanje s hidrauličkim škarama ili pilom lančanicom. Kod harvester – a duplim zahvatom uređaj za obaranje je montiran na kraj zglobnog kraka, a kresanje grana i prepiljivanje se obavlja drugim uređajem (double-grip harvesters). U novije vrijeme konstruirani su u prvom redu za proredne sastojine lakši harvesteri s jednim zahvatom, čijim se uređajima u glavi za obaranje stabla obara, krešu se grane i prepiljuje se (single-grip harvester). Nadalje postoje samo strojevi za kresanje grana, kojima se može dodati i uređaj za trupljenje. O strojevima za guljenje kore i usitnjavanje bit će riječi poslije.

Premda su se multifunkcionalni strojevi razvili i usavršili, mehanizacija radova na sječi i izradi sporije napreduje od općeg razvoja mehanizacije. U Njemačkoj i u Finskoj ti su radovi mehanizirani oko 20%. U Švedskoj u zrelim sastojinama, prema podacima iz 1984, sječa i izrada je mehanizirana približno 70% a u prorednim sastojinama oko 15%. U zemljama srednje Europe i u SAD-u stupanj mehaniziranosti sječe i izrade je niži. Udio ručno-strojnog rada uz primjenu motorne lančane pile je prema tomu visok ili dominantan.

Pronalaze se metode rada za eksploataciju tankih stabala prorednih sastojina (harvesting of small sized trees, Schwachholzernte).

Glavni dio iskorištenoga drva u prorednim sastojinama je industrijsko drvo koje se izrađuje u kraćem ili dužem obliku. Da se poveća učinak i snize troškovi proizvodnje, u prorednim sastojinama se industrijsko drvo izrađuje pretežno u višemetarskim duljinama. Ranije se industrijsko drvo izrađivalo u duljinama od 1 ili 2 m, no zadnjih godina je tendencija da se duljine povećaju. Izrada u duljinama od 1 m u Njemačkoj je odbačena, a od 2 m primjenjuje se samo u slučaju ako industrija za preradu nije priređena za preuzimanje dužih komada.

Prema duljini izrađeni komadi se dijele u ove grupe: **kratko drvo**: standardne duljine do 2 i 3 m, utovarne duljine 3-7 m u punim metrima, utovarne duljine 3-7 m prema »napadu«, duljine se ne mjere; **dugo drvo**: iznad 5 m duljine do minimalnog promjera na tanjem kraju debla (Eisenhauer 1985).

U Finskoj se duljina industrijskog drva obično kreće od 3 do 5 m.

Izrada se nakon kresanja grana obavlja u sastojini. Međutim, primjenom deblovnih metode i njezinih varijanti te stablovnih metode izrada se djelomično ili potpuno premješta na stovarište ili eventualno na vlake.

Kod metode sekcija stabala stablo se obori motornom pilom, prepili u sekcije od 5 do 8 m duljine i složi u složajeve, a zatim forvarderom izveze na pomoćno stovarište. Prepiljivanje se može obaviti i hidraulički pogonjenom pilom na hvataču dizalice forvardera, prije utovara. Grane smanjuju iskoristivost tovarnog prostora. Sekcije stabala se transportiraju kamionom u tvornice, gdje se u posebnim bubnjevima istovremeno obavlja kresanje grana i koranje da se dobije kvalitetnija sječka.

Nadalje, cijela tanka stabla se usitnjavaju, a kod debljih stabala se usitnjava gornji dio debala s krošnjama (Baumteilverfahren).

Potrebe za cijepanje oblovine industrijskog drva iz proreda u nas nema jer debljina komada ne prelazi gornju graničnu debljinu prema zahtjevima za industrijsko drvo.

U SAD-u celulozno drvo, pod kojim se podrazumijeva industrijsko drvo, izrađuje se kao kratko drvo do duljine od 120 inča (3,05 m) i dugo drvo iznad te duljine. Drvo se slaže i kao jedinica prostorne mjere se iskazuje standardni cord, sadržaja 128 kubnih stopa, odnosno 3,63 prm.

Za sječu i izradu se primjenjuje motorna lančana pila, a gdje je moguće i harvesteri. Primjenjuje se **sortimentna metoda** izrada sortimenata u šumi i privlačenje izrađenih sortimenata; **deblovna metoda** i njezine varijante - kresanje grana pored panja, privlačenje debala i izrada na pomoćnom stovarištu; **stablovna metoda** - privlačenje stabala s krošnjama i izrada na pomoćnom stovarištu. Za izradu na pomoćnim stovarištima koriste se procesori (za kresanje grana i prepiljivanje), slasheri (za prepiljivanje i eventualno za sortiranje).

Zbog gustoće proredne sastojine su nepristupačne, pa se u njima mora provesti **sekundarno otvaranje**, tj. prosjeći vlake ili izraditi traktorske putove. Na strmim terenima iznad 40% nagiba primjenjuju se za privlačenje žičare.

Međusobni razmak vlaka ovisi o tome na koji će se način drvo skupiti duž vlaka i privlačiti. Mateev (1981) smatra da na ravnom terenu međusobna udaljenost vlaka treba biti u prosjeku 120 m, tj. oko 80 m/ha. U brdskom terenu razmak vlaka treba biti 80 m, a gustoća 120 m/ha. U prosjeku razmak vlaka bi bio 100 m, a gustoća također 100 m/ha. U Švicarskoj se na deset područja gustoća vlaka kretala od 64 m/ha do 144 m/ha, u prosjeku 105 m/ha.

Ako se izrađeno drvo, a to je moguće u mlađim prorednim sastojinama, ručno skuplja do vlake, gornja granica razmaka vlake je 25 m, odnosno 400 m/ha. Prema istraživanjima u Finskoj masa tereta koji radnik podiže ručno kod kontinuiranog rada ne smije prijeći 35 kg. Razmak vlaka ovisi o stroju koji slijedi nakon obaranja i izrade. Pri izvozu forvarderom koji se kreće po vlaci s dugim kliznim krakom dizalice razmak vlaka je 20-30 m. Tako se omogućava utovar drva iz sastojine. Ukoliko se za skupljanje do vlake upotrebljava stroj za skupljanje (Buncher), koji se kreće po vlaci, a skupljaju oborena stabla teleskopskim krakom duljine do 15 m,

međusobna udaljenost vlaka iznosi 30-35 m, a gustoća oko 310 m/ha. Ako se skupljanje do vlake obavlja vitlom, razmak vlaka u ranim proredama može biti do 50 m, a u kasnijim proredama i do 100 m. Ukoliko se za skupljanje drva koriste konji, razmak vlaka se, u odnosu na razmak pri skupljanju vitlom, povećava.

Širina vlaka ovisi o primijenjenim sredstvima privlačenja. Namjanja širina je 3 m. Općenito, minimalna širina vlaka se odredi iz širine sredstva za privlačenje + 1 m.

Položaj vlaka u odnosu na šumsku cestu mora biti takav da se omogućí zakretanje sredstva za privlačenje i na njemu obješenog tereta na šumsku cestu bez oštećenja rubnih stojećih stabala. Vlake su položene prema šumskoj cesti okomito ili koso, obično pod kutom od 45° (G u g l h ö r & P l e t t e n b e r g 1975).

Stabla treba obarati prema vlaci usmjereno, po sistemu riblje kosti, pod kutom od 45° ili manjim. Pri obaranju u smjeru privlačenja udaljenosti se smanjuju do iskorištene duljine stabla, a pri obaranju suprotno od smjera privlačenja udaljenost se povećava od nule do polovine dužine stabla.

Izvođenje radova na sječi i izradi

Performance of felling and primary conversion

Kod sortimentne metode motornom pilom se stablo obori, pored panja se krešu grane, zatim se prepiljuje, tj. izrada sortimenata se obavi u sječini. Kako se u tablici 1. vidi, u iskorištenoj masi tanjih stabala u prvim proredima zastupljeno je samo industrijsko, odnosno prostorno drvo, a od nešto debljih stabala se u narednim proredama osim industrijskog drva izrađuje i tehnička oblovina. Industrijsko drvo se izrađuje uglavnom u utovarnim duljinama.

U nas se za te radove koristi lakša motorna pila, a radnici rade pojedinačno.

U Finskoj se za rad u prorednim sastojinama motorna pila stavi u specijalni okvir za obaranje, tako da radnik u uspravnom stavu obara stablo i prepiljuje deblo te lakše usmjerava pad stabla, čime se rad olakšava (H a k k i l a i dr. 1977). I u SAD-u se u tanjim sastojinama primjenjuje posebna motorna pila (K e n n e t h & S t e n z e l 1972).

Dnevni učinci za sječu i izradu motornom pilom u prorednim sastojinama hrasta lužnjaka pri izradi tehničkog drva duljine 4-5 m i industrijskog drva od 4 m duljine prikazani su u tablici 10. S porastom prsnog promjera dnevni učinak pri izradi i tehničkog i industrijskog drva raste, u čemu se vidi djelovanje zakona mase komada.

U Finskoj u sastojinama običnog bora, uz sličnu izradu sortimenata kao u slučaju prikazanom za hrast lužnjak, za volumen stabla od 0,30 m³ prosječan dnevni učinak je 17,4 m³/dan, dok je za hrast lužnjak 13,26 m³/dan. 31% veći učinak može se objasniti podatkom da je riječ o mekom drvu i da se radilo pilom u okviru-nosaču za obaranje.

Izradom dužih komada utrošak vremena pri sječi i izradi se smanjuje, a duži komadi omogućavaju povećanje proizvodnosti i pri transportu s utovarom i istovarom, što ćemo poslije vidjeti.

Pri sječi i izradi necijepanog drva pojedinih duljina motornom pilom u topolo-
 vim plantažama, odnos utroška vremena po jedinici proizvoda za prsne promjere
 stabala od 6 do 20 cm prema Đokoviću (1986) u prosjeku je sljedeći:

Duljina izrađenih komada m	1	2	5	sekcije s granama
Odnos utroška vremena po jedinici proizvoda	100	83	79	31

Pri izradi dvometarskog drva utrošak vremena u odnosu na jednometarsko se
 smanjuje 17%, a petometarskog drva 21%. Izradom neokresanih sekcija utrošak
 vremena se smanjio na 31% od izrade jednometarskog drva.

Tab. 10. Utrošci i norme vremena pri sječi i izradi u prorednim sastojinama hrasta lužnjaka – Time
 consumptions and time standards, by felling and primary conversion, in thinnings of pedunculate oak

Redni broj O.n.	Debljinski podrazred stabala, $d_{1,2}$, cm Dbh of mean tree, cm	20	25	30	35	40
	Hrast lužnjak – Pedunculate oak					
1.	Iskorištena drvna tvar po stablu Converted wood volume per tree	0,25	0,42	0,59	0,76	0,93
2.	Stablovno vrijeme po stablu, min Tree time per tree, min	4,66	6,28	7,86	9,48	11,08
3.	Stablovo vrijeme m/m^3 d.t. Tree time, min/m^3 of converted wood	18,46	14,95	13,32	12,47	11,91
4.	Sortimentno vrijeme za tehničko drvo min/m^3 d.t. – Assortment time of merchantable timber, min/m^3 c.w.	9,17	6,27	6,92	4,00	4,34
5.	Sortimentno vrijeme za industrijsko drvo, min/m^3 d.t. – Assortment time of long length logs, min/m^3 c.w.	6,26	4,70	3,43	3,91	4,39
6.	Operativno vrijeme za tehničko drvo, min/m^3 d.t. – Effective time of merchantable timber, min/m^3 c.w.	27,81	21,22	20,24	16,47	16,25
7.	Operativno vrijeme za industrijsko drvo, min/m^3 d.t. – Effective time of long length logs, min/m^3 c.w.	24,90	19,65	16,75	16,38	16,30
8.	Operativno vrijeme po stablu, min Effective time per tree, min	6,40	8,60	11,21	12,50	15,13

Kod deblovnne metode u sastojini se eliminira rad na trupljenju i slaganju, što je za listače oko 40% efektivnog vremena, a za četinjače oko 24% (tablica 8). Te je radove na pomoćnom stovarištu moguće izvesti strojevima, tako da se samo dio radova na sječi i izradi obavlja ručno-strojnim načinom.

Kod stablovne metode motornom pilom se obavi samo obaranje stabala, što pri izradi utovarnih duljina listača čini samo oko 8%, a kod četinjača približno 14% efektivnog vremena. Primjenom multifunkcionalnog stroja (procesora) kresanje grana, trupljenje i slaganje obavlja se na mehaniziran način. Procesori se u prorednim sastojinama mogu primijeniti duž vlake te na pomoćnim stovarištima. Procesori i općenito strojevi za kresanje grana pogodni su za stabla četinjača i za stabla iz mlađih prorednih sastojina listača.

Obaranje stabala je često kombinirano sa skupljanjem, tj. rad izvodi isti radnik. Tako radnik motornom pilom obori stabla, a zatim vitlom na traktoru ili prijenosnim vitlom skupi stabla duž vlake. Drugim sredstvom privuku se stabla na pomoćno stovarište.

Strojevi za obaranje i slaganje (Feller buncheri) mogu se primijeniti u prorednim sastojinama. Uređaj za obaranje je na kraju kraka. Širina finskog Makeri feller-bunchera je 1,6 m, pa se može kretati po nekim prorednim sastojinama. Stroj sam prosijeca vlake. Nakon odvajanja stabla od panja nekoliko stabala prinosi uspravno i slaže duž vlake.

Radi efikasnije primjene stroj se kreće u sastojini po »linijama kretanja« širine 2 m, međusobne udaljenosti 5-8 m, koje su okomito položene na vlake. Vrlo pokretljivim krakom stroj lako tretira stabla između linija kretanja.

Već prije spomenuti harvester s jednim zahvatom (single-grip harvester) predviđen je za sječu i izradu tanjih stabala, tj. za proredne sastojine. Montiran je na laki traktor, manjih dimenzija, koji se kreće po sastojini slično stroju za obaranje i slaganje. Stroj je opremljen spremnikom u koji odlaže dijelove prepiljenog debela, a zatim ih istresa u sastojini ili duž vlake. Krak harvestera za rad u prorednim sastojinama duljine je do 14 m, pa se tada kreće samo po vlakama (Staa f & Wiksten 1984).

Proreda je ustvari selektivna sječa, biraju se i sijeku lošija stabla, sječa je stablimična. Postoje međutim i tzv. koridor-prorede, kod kojih se uklanjaju proredom sva stabla u širini pruge, odnosno koridora, pomoću posebno konstruiranih harvestera za prorede u prugama. U Finskoj je konstruiran takav harvester koji ima i uređaj za usitnjavanje prorednog materijala.

Prorede u plantažama pomoću običnih harvestera, gdje se proređuje kompletno, na primjer, svaki drugi red, također su jedan oblik proređivanja u prugama, odnosno koridorima.

Multifunkcionalni strojevi u sastojinama četinjača imaju potpunu primjenu. U zrelim sastojinama listača strojno se samo preipiljuje, dok je u prorednim sastojinama listača primjena kao i u prorednim sastojinama četinjača.

Usitnjavanje biomase stabala iz proreda

Chipping of the biomass of trees in thinnings

Usitnjavanje (iveranje) drva prije se obavljalo samo u tvornicama celuloze, ploča i još u nekim granama prerade. Usitnjavanje drva, odnosno biomase stabala u okviru

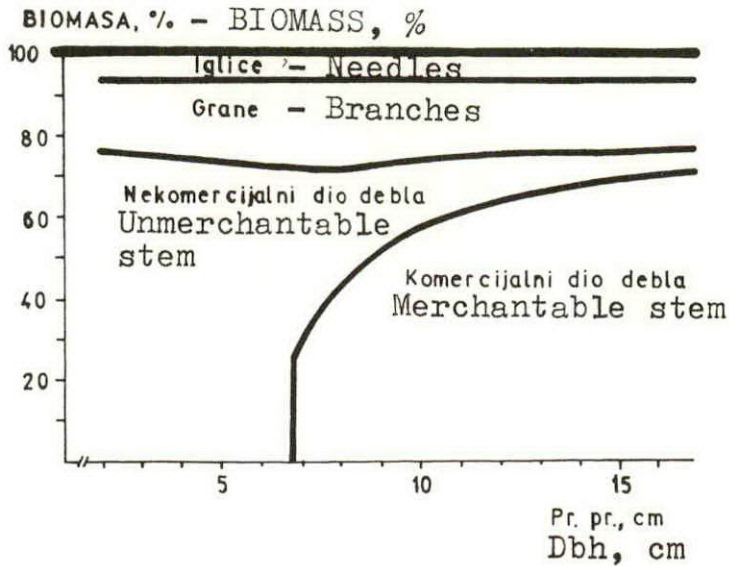
eksploatacije šuma novijeg je datuma. U poglavlju o sječi i izradi u zrelim sastojinama osvrnuli smo se ukratko na usitnjavanje dijela stabala, sitne granjevine.

Iz mladih prorednih sastojina usitnjavaju se cijela tanka stabla, koja ne sadrže tehničke sortimente. Debljim stablima, koja u donjem dijelu debla sadrže tehničke sortimente, donji dio se otpili, a gornji se dio debla ispod približno 16 cm i grane usitnjuju, pa je postupak sličan kao i pri usitnjavanju cijelih tanjih stabala.

Tehnologija rada oko usitnjavanja tankih stabala posebno je razrađivana u Finskoj (Hakkila i dr. 1977). Cilj je usitnjavanja tankih stabala da se drvna industrija opskrbi sirovinom i da se snize troškovi sječe i izrade kod prvih proreda, gdje su učinci zbog malih dimenzija stabala niski, što je prikazano u pregledu 5.

Kod prvih se komercijalnih proreda u borovim sastojinama u Finskoj prsni promjer srednjeg stabla kreće 8–13 cm. U bukovim sastojinama u nas prsni promjer srednjeg stabla u dobi od 20 godina je 5,5 cm, a u 40. godini je 14,5 cm (tablica 6). Kako se iz pregleda 5, istina za drugu vrstu drva vidi, sa smanjenjem prsnog promjera stabla utrošak vremena po jedinici proizvoda raste.

U Finskoj se prsni promjeri stabala u mladim sastojinama, koja se cijela usitnjuju, kreću od 4 do 15 cm. Učinci sječe i izrade tih stabala na klasičan način su niski, a proizvodni troškovi su visoki. Kada se radovi svedu samo na obaranje i eventualno djelomično slaganje stabala, učinak ljudskog rada se može povećati i do pet puta, što se može zaključiti iz tablice 8.



Sl. - Fig. 4. Sastav biomase nadzemnog dijela mladih stabala običnog bora - Composition of the above ground biomass of young Scots pine trees, according to Hakkila et al. (1977)

Naprijed je naveden visok postotak sitne granjevine kod tankih stabala, koja se na klasičan način iskorišćivanja krupnog drva ne iskorišćuje.

Na slici 4. je prikazan udio pojedinih dijelova mladih stabala bora. Pri iskorišćivanju na klasičan način iskoristiv je dio debla tek od 7 cm debljine naviše (komercijalni dio je 32%), a za promjer od 15 cm komercijalni dio debla je 71%, nekomercijalni dio debla 5%, grane 24%. Smatra se da je gubitak u ranim proredama zbog neiskorištenosti tih ostavljenih dijelova stabla i tankih stabala 25-35%. Usitnjavanjem cijelih stabala iskorištava se i taj dio biomase stabala.

Usitnjavanjem cijelih stabala utrošak vremena sječe i izrade se u velikoj mjeri smanjuje, a proizvodnost povećava; istovremeno znatno se povećava iskorištenost sitnog drva.

Što se tiče mjesta usitnjavanja, postoje ove mogućnosti:

- usitnjavanje kod panja,
- usitnjavanje na traktorskim putovima (vlakama),
- usitnjavanje na pomoćnom stovarištu,
- usitnjavanje na glavnim stovarištima,
- usitnjavanje na stovarištima uz pogone za preradu.

Usitnjavanje pored panja (u sastojini) provodi se pri čistim sječama ili pri proredi u koridorima (prugama), gdje se koriste već naprijed spomenuti harvesteri za prorede u prugama.

Usitnjavanje na traktorskim putovima (vlakama) razvilo se u Finskoj i Švedskoj (H a k k i l a i dr. 1977), a proširuje se i u drugim zemljama.

Uobičajeno mjesto usitnjavanja je pomoćno stovarište u većini zemalja Europe i u Sjevernoj Americi. Najviše stojeva konstruirano je za to mjesto rada i ti se strojevi ne mogu primijeniti na vlakama.

Usitnjavanje (iveranje) cijelih stabala na glavnim stovarištima ili pored pogona za preradu može se uzeti u obzir ako se povoljno riješi transport cijelih neokresanih stabala ili njihovih sekcija.

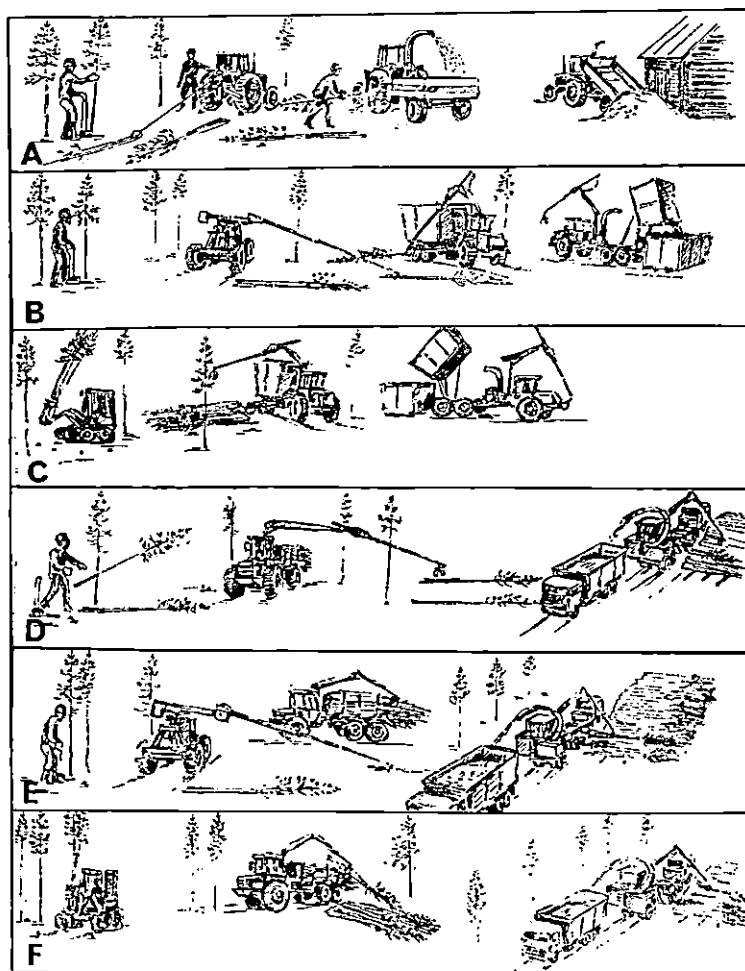
U Švedskoj se cijela stabla transportiraju do mjesta za preradu, pa se u bubnjevima istodobno okrešu grane i obavi guljenje kore da se dobije bolja sirovina za iveranje.

Pri usitnjavanju na terenu (izvan pomoćnog stovarišta) usitnjeni materijal je čistiji. Usitnjavanjem na vlakama izbjegava se izvoz cijelih stabala na pomoćno stovarište. Strojevi su obično manjeg kapaciteta nego na pomoćnom stovarištu. U povoljnijim uvjetima koriste se na terenu i srednje teški strojevi za usitnjavanje. Da se dobije kvalitetnija sječka za proizvodnju ploča iverica, usitnjavaju se okresana stabla (H a k k i l a i dr. 1979).

Usitnjavanje cijelih stabala na pomoćnim stovarištima se više primjenjuje nego na terenu. Dopremljena stabla se slažu u složajeve. Uređaj za usitnjavanje montira se na traktor, kamion, forvarder.

Veći strojevi za usitnjavanje mogu usitnjavati i deblja stabla, spominju se promjeri do 40 cm, 43 cm. Strojevi su opremljeni hidrauličkim dizalicama, konvejerima. Duljina sječke se može prilagoditi. Sječka se obično zračno puše u kamione ili prikolice, rjeđe u kontejnere.

Navedeni strojevi su mobilni.



Sl. – Fig. 5. Različite metode usitnjavanja cijelih stabala u ranim borovim proredama – Whole tree chipping schedules for the early thinning of pine:

- A Raspored rada eksploatacije u šumama maloposjednika – Logging schedule for the farm owner
- B, C Raspored rada usitnjavanja na vlakama – Logging schedules for chipping on the striproad
- D, E, F Raspored rada usitnjavanja na pomoćnim stovarištima – Logging schedules for chipping at the upper landing site

St a a f & W i k s e n (1984) ističu dva tipa strojeva za usitnjavanje (iveranje):
 – iverač s diskom konstruiran je za proizvodnju visokokvalitetne sječke,
 – iverači s bubnjevima proizvode uglavnom sječku lošije kvalitete. Bolje su prilagođeni za usitnjavanje neokoranog drva nego iverači s diskom. Mnogi strojevi za usitnjavanje tankog drva su strojevi s bubnjevima.

Učinak strojeva za usitnjavanje cijelih tankih stabala primijenjenih u Finskoj

veći je pri usitnjavanju listača nego kod četinjača. Kod listača se učinak kreće 17-34 m³/h, odnosno 30-80 m³ sječke u rasutom stanju, a oko 80% je veći pri usitnjavanju cijelih tankih stabala nego grana i ovršina.

S obzirom na dimenzije stabala za usitnjavanje, količinu sirovine i mjesto rada razvijeno je više metoda sječe, izrade i usitnjavanja u ranim borovim proredama u Finskoj (H a k k i l a i dr. 1977) (sl. 5.).

U Finskoj se primjenjuju različite metode rada pri usitnjavanju cijelih stabala u ranim borovim sastojinama:

A) Metode rada u šumama maloposjednika;

B, C) Metode rada usitnjavanja na vlakama,

D, E, F) Metode rada, za usitnjavanje na pomoćnim stovarištima.

Metoda A: obaranje motornom pilom i ručno slaganje; skupljanje vitlom do vlaka; usitnjavanje i transport (500 m);

Metoda B: obaranje motornom pilom i ručno predslaganje; slaganje duž vlaka strojem za slaganje; usitnjavanje na vlakama i odvoz sječke strojem za usitnjavanje;

Metoda C: obaranje i slaganje strojem za obaranje i slaganje; usitnjavanje na vlakama i odvoz sječke strojem za usitnjavanje;

Metoda D: obaranje motornom pilom i ručno predslaganje; izvoz forvarderom s dugim krakom dizalice; usitnjavanje na pomoćnom stovarištu;

Metoda E: obaranje i predslaganje kao kod B; slaganje duž vlake strojem za slaganje; izvoz forvarderom sa zglobnim krakom dizalice i pilom na hvataču; usitnjavanje na pomoćnom stovarištu. Motornom pilom na hvataču može se stablo prerezati na dva ili više dijelova, zatim dizalicom i ovim hvatačem mogu se dijelovi stabala utovariti na forvarder.

Metoda F: obaranje i slaganje strojem za ove radove; izvoz forvarderom sa zglobnim krakom dizalice i motornom pilom na hvataču; usitnjavanje na pomoćnom stovarištu.

Sastav usitnjenog materijala iz cijelih stabala je sljedeći:

	Bor	Listače
	Udio u suhoj tvari sječke (%)	
Deblovina	74	77
Granjevina	6	6
Kora	12	14
Lišće, odnosno iglice	4	6
Sitna onečišćenja	4	3
	100	100

Pročišćavanjem sječke povećava se udio deblvine do približno 85%.

U Finskoj 58% sječke iz cijelih stabala, koja se upotrebljava u industrijske svrhe, potječe od listača, a 42% od bora. Ta se sječka u industriji upotrebljava u sljedeće svrhe:

Proizvod	%
Ploče iverice	48
Sulfatna celuloza	37
Ploče vlaknatice	7
NSSC celuloza	4
Furfurol	4
	<hr/>
	100

Glavna sirovina za izradu ploča iverica su otpaci iz pilana i tvornica šperploča, a ni jedna vrsta drva se ne preferira. Visok udio kore se dopušta u srednjim slojevima ploča, pa je stoga sječka od cijelih stabala pogodna za srednji sloj troslojnih ploča, u kojima njezin udio iznosi 60–65%. Podaci se odnose na Finsku.

Ovaj se materijal pročišćava prosijavanjem. U Finskoj se za srednji sloj koristi iverje iz cijelih stabala breze, johe, s nešto smreke; u Danskoj i Njemačkoj upotrebljava se i iverje (sječka) cijelih tankih stabala smreke. Treba paziti da iverje ne bude presitno. Sječka treba biti po mogućnosti što krupnija. Sječka iz cijelih stabala listača za proizvodnju ploča iverica povećat će se na račun prostornog drva listača.

Iskorišćivanje cijelog volumena stabala iznad tla dovelo je od promjene mjerenja stabala, odnosno totalne biomase stabala. Mjerenja se provode tako da se ustanovi:

- ukupna biomasa nadzemnog dijela stabla,
- udio debla u volumenu stabla,
- udio komercijalnog dijela debla.

Komercijalni dio debla kod stabala običnog bora pojavljuje se tek kod stabala prsnog promjera od 7 cm, s 32% od ukupne biomase stabla i povećava se s povećanjem promjera stabala. Udio grana s iglicama je kod stabala svih debljina približno jednak, i u ukupnoj biomasi stabala kreće se 24–27%. Prema tomu i udio ukupnog debla (komercijalnog i nekomercijalnog dijela) zajedno je također približno isti i kreće se 73–76% u ukupnoj biomasi stabla. Najveći udio komercijalnog dijela stabla je 71%. Podaci za stabla prsnog promjera 2–15 cm običnog bora prikazani su na slici 4.

U Finskoj se provode tri načina mjerenja volumena biomase cijelih stabala (nadzemnog dijela):

1. mjerenje stojećih stabala,
2. mjerenje složaja cijelih stabala,
3. mjerenje sječke cijelih stabala na kamionu.

Prosječni redukcijski faktor za pretvaranje prostornog sadržaja složaja cijelih tankih stabala u kubne metre za bijeli bor je 0,29 (H a k k i l a i dr. 1977).

U prostornom metru sječke od cijelih stabala bora prije transporta kamionom nalazi se:

- 345 kg zelene biomase
- 165 kg suhe biomase
- 0,43 m³ biomase

Prema tomu redukcijski faktor za pretvaranje prostornog u kubni sadržaj sječke iz cijelih borovih stabala je 0,43, dok je u našem standardu za drvo općenito za sječku taj faktor 0,37.

Za vrijeme transporta kamionom sječka se sliježe, pa se redukcijски faktor nakon transporta povećava. Slijeganje ovisi o sastavu sječke, vrsti utovara, stanju puta, dužini prijevoza, godišnjem dobu itd.

Prema *U s v a r i - u* (1974) u Finskoj je prilikom transporta ustanovljeno slijeganje iverja iz pilanskih otpadaka u ovim postocima:

	Ljeto	Zima
	Slijeganje volumena %	
Iverje na kamionima	5,5	3,6
Iverje na prikolicama	8,4	4,9

Usitnjavanje biomase u okviru eksploatacije šuma, pogotovo usitnjavanje cijelih tankih stabala iz proreda, ima budućnost u svijetu. S obzirom na znatne površine plantaža topola i četinjača u nas postoji mogućnost da se i u Hrvatskoj uvede taj oblik eksploatacije šuma.

GULJENJE KORE OBLOG DRVA DEBARKING OF ROUND WOOD

Kako se vidi na slici 3, guljenje kore ručnim alatom obavljalo se u Finskoj sve do 1965. godine, zatim je uvedeno guljenje strojevima, i to paralelno u šumi i u pogonima za preradu. Strojevi za guljenje kore u šumi pojavili su se u Finskoj oko 1955. godine i upotrebljavani su do 1980. godine, kada je guljenje kore potpuno preneseno u pogone za preradu.

U nas se drvo za drvene ploče prema važećem standardu za drvo stavlja u promet kao okorano (bez kore), kao omakljano (bez kore i lika) i kao neokorano (s korom). Ako nije izričito navedeno, drvo četinjača se stavlja u promet bez kore, a drvo lisitača s korom. S obzirom za propise standarda možemo u nas računati i s guljenjem kore u šumi, pa ćemo se na taj problem osvrnuti.

Ručno guljenje kore zauzima visok postotak među radovima na sječi i izradi. Prema finskim podacima na guljenje kore otpada i 40% vremena sječe i izrade; u Njemačkoj pri sječi i izradi jele i smreke na guljenje kore otpada oko 35% ukupnog vremena, kod bora 45%. U nas na guljenje kore u jelovim sastojinama u vrijeme mezgre otpada 44% od efektivnog vremena (B o j a n i n 1974).

Prema kvaliteti guljenje kore se dijeli u tri grupe: koranjem se uklanja kora i liko, uklanja se samo kora, a liko ostaje; liko se ne uklanja, a pri koranju ostaju manji ostaci kore.

U okviru eksploatacije šuma kora se može gultiti u šumi, na pomoćnim i na glavnim stovarištima.

Pri guljenju kore u šumi kora ostaje kao otpad, a prirodno sušenje drva se ubrzava, težina drva se smanjuje 25-30%. Na taj način troškovi transporta se znatno smanjuju, a riješen je i problem korištenja kore. Kora naime ostaje u šumi kao gnojivo za popravlanje kvalitete tla. Pri guljenju kore na pomoćnim i glavnim stovarištima potrebno je riješiti problem korištenja kore (B o j a n i n 1975).

Ručno guljenje kore je napušteno, pa dolazi u obzir guljenje kore pomoću strojeva.

Pri konstrukciji strojeva za guljenje kore treba uzeti u obzir fiziološka, fizička i kemijska svojstva kore. Prema ruskim podacima otpor pri guljenju smrznute kore veći je 8-10 puta nego što je to kod svježe kore. Ako se kora guli u roku od 30 dana poslije obaranja stabala, guljenje je lakše i kvalitetnije.

Pri ručnom maljanju drva učinak iznosi oko 3,5 prn na dan.

U okviru eksploatacije šuma dolaze u obzir strojevi za guljenje kore koji rade na ovim načelima:

1. strojevi s glodalicama,
2. strojevi s noževima na disku,
3. strojevi sa šupljim rotorima.

Svi ti strojevi primjenjuju se za koranje oblog drva.

Ručni su strojevi (ručno-strojni rad) napušteni, pa dolaze u obzir mobilni strojevi.

Kod strojeva koji rade na načelu noževa gubitak drvene tvari iznosi 1,5-2,5%, a isti je slučaj i u primjeni strojeva na načelu glodalica.

Strojevi tipa šupljeg rotora (Lochrotor-system; holerotor barking machine) primjenjuju se za koranje oblog drva. Kod tih strojeva je karakteristično da su s unutarnje strane rotora montirani noževi koji gule koru na načelu blanjanja, struganja (Hobelpinzip). Pred svakim nožem guljačem nalazi se nož parač (Vorschneider), koji spiralno zarezuje koru, a guljači odstranjuju tako spiralno zarezanu koru. Na spojevima noževa s rotorom nalaze se opruge koje pritiskuju noževe na površina drva. Rotor se vrti oko oblih komada drva, koji se učvršćuju i pomiču horizontalno naprijed pomoću šiljastih valjaka. Drvo se, prema tomu, za vrijeme guljenja kore ne vrti oko svoje uzdužne osi, nego se samo pomiče naprijed.

Noževi se zbog pritiska opruga prilagođavaju raznim promjerima oblovine, zakrivljenostima i nejednoličnosti površina. Izrađuju se s određenim modifikacijama da bi bili pogodni za guljenje kore raznih vrsta drva i drva u raznom stanju. Tako se stupnjem oštine noževa i raznim pritiskom opruga može utjecati na kvalitetu guljenja kore. Također se može regulirati brzina prolaza drva kroz stroj. Grane moraju biti glatko okresane.

Ti strojevi mogu raditi od arktičkih do tropskih područja. Mogu guliti koru suhog i svježeg drva, a i kada je drvo u smrznutom stanju.

Kvaliteta koranja postiže se guljenjem kore i lika ili samo kore. Inače se može guliti kora svim vrstama drva.

Od strojeva koji rade na ovome načelu poznati su strojevi švedske proizvodnje »Cambio« i finske proizvodnje VK - Valon - Kone te strojevi drugih proizvođača.

Postoje i prijenosni stacionarni uređaji, tako da se uz stroj VK-16 nalaze transporter i hidraulička dizalica. Time se povećava učinak uz istodobno eliminiranje teškoga fizičkog rada.

Rezultati istraživanja u Finskoj pokazuju da mobilni VK stroj ima dnevni učinak 50-80 prn drva s korom u 8 h, a kvaliteta okoranog drva odgovara za proizvodnju sulfatne celuloze.

Trošak koranja ovim strojem je 10-30% jeftiniji za oblovinu 5-9 cm promjera nego pri guljenju kore strojevima na načelu glodalice i noževa na disku. Stroj VK-16 postiže dnevni učinak 80-150 prn u 8 h.

U tablici 11. prikazana su najvažnija svojstva VK strojeva, razvrstanih po veličini:

Tab. 11. Podaci o strojevima za guljenje kore – Data of VK debarking machines

Naziv stroja Name of machine	Promjer oblovine cm Diameter of round wood, cm	Brzina kretanja oblovine u stroju m/min Moving speed of round wood in machine m/min	Najmanja dužina komada m Shortest length of piece m	Neto masa stroja kg Net weight of machine kg	Područje uporabe Scope of utilization	Opće napomene General remarks
VK-10	4-23		1,0 ili - or 0,8	1000	Prostor- no drvo Cordwood	a) mobilan stroj; pogon električni ili pomoću traktora Mobile machine; drive electrical or by tractor b) stacionaran stroj; posluživanje stroja automatsko ili ručno Stationary machine; serving automatic or by hand
VK-16	6-36	23-60	1,2 ili - or 1,0	1600	Prostor- no drvo, motke Cordwood, poles	a) kao gore as above b) kao gore as above
VK-26	10-61	20-40	3,0 ili - or 1,8	3700	Debela oblovin Large- -sized wood	Stacionaran stroj na električni pogon Stationary machine, electrical drive
VK-32	15-76	15,5-35	3,5	6500		

Stacionarni strojevi se mogu koristiti na glavnim mehaniziranim stovarištima. Ti strojevi većinom pripadaju strojevima tipa šupljeg rotora, za koje je objašnjenje dano naprijed.

Stacionarni VK-16 stroj s transporterom i hidrauličkom dizalicom za prenošenje i odnošenje drvene tvari ima veći učinak nego mobilni VK-16, a i trošak po 1 prm drvene tvari je niži.

Može se reći da su strojevi tipa šupljih rotora uglavnom potisnuli ostale tipove strojeva zbog većeg učinka i zbog toga što se kod tih strojeva noževi prilagođavaju površini oblovine, tako da je gubitak drvene tvari prilikom guljenja sveden na minimum.

TRANSPORT INDUSTRIJSKOG DRVA TRANSPORTATION OF PULPWOOD AND WOOD FOR BOARDS

Transport ovog sortimenta mora se promatrati u sklopu transporta svih drvnih šumskih sortimenata, a posebno se treba osvrnuti na specifične probleme transporta drva za drvene ploče.

Način sječe i izrade utječe na način transporta. Prema mogućnostima transporta mora se prilagoditi način sječe i izrade.

Odvojeno moramo razmatrati problematiku transporta drva po polufazama transporta, a to su:

1. privlačenje drva (do pomoćnog stovarišta),
2. prijevoz (daljinski transport) do mjesta potrošnje, dalje izrade, prerade ili trgovine.

PRIVLAČENJE DRVA MINOR TRANSPORTATION OF WOOD

Prvi dio privlačenja drva (skupljanje) obuhvaća micanje drva iz sječine, odnosno iz sastojine, do vlaka, odnosno traktorskih strojnih putova.

U prethodnom poglavlju o sječi i izradi raspravljeno je pitanje sekundarnog (finog) otvaranja pomoću vlaka ili traktorskih putova.

Primarnu mrežu putova čine putovi s čvrstom podlogom, kamionske ceste.

Pri primjeni sortimentne metode, tj. izrade sortimenata u sastojini, izrađeni sortimenti se odgovarajućim sredstvom i načinom privlačenja izvuku na pomoćno stovarište.

Pri primjeni deblovne metode izvlače se (privlače) cijela debla, odnosno sortimenti sadržani u deblima. Tanka stabla sadrže samo industrijsko i eventualno ogrjevno drvo; u donjim dijelovima debljih debala sadržano je tehničko drvo, a u gornjem dijelu debla industrijsko i ogrjevno drvo. Granjevina kod deblovne metode ostaje u sastojini, pa se tamo iz granjevine izrađuje industrijsko drvo ili se granjevina posebno privlači na pomoćno stovarište radi izrade sortimenata. Granjevina se može i usitniti na sječini, odnosno u sastojini.

Kod stablovne metode cijela stabla se privlače na pomoćno stovarište i tamo se izrađuju sortimenti ili se cijela stabla prevoze na glavna mehanizirana stovarišta radi izrade. U određenim slučajevima cijela stabla se prevoze u pogone za preradu.

U prošlosti se konj smatrao glavnim, gotovo jedinim sredstvom privlačenja drva. U Skandinaviji konjima se drvo privlačilo sve do 70-ih godina ovoga stoljeća, da bi se u najnovije doba konji opet počeli primjenjivati u ograničenom opsegu iz ekoloških razloga. U nas se znatna količina drva još privlači konjima.

Za privlačenje drva traktorima prvo su se upotrebljavali adaptirani poljoprivredni traktori od 1950. godine u Švedskoj i nešto poslije u Finskoj. Sada je njihova primjena za transport drva u Finskoj ograničena na 25-30% drva za prodaju. Poljoprivrednim traktorima za transport drva svuda se još koriste poljoprivrednici, maloposjednici šuma.

Umjesto poljoprivrednih primjenjuju se šumski traktori, kotačni i gusjeničari. Kotačni traktori se u Europi više primjenjuju od gusjeničara.

Način privlačenja drva kada se ono cijelo ili samo zadnjim krajem vuče po tlu naziva se na engleskom skidding, a traktori se zovu skidders. Kada se uz traktor nalazi specijalna prikolica, a drvo se izvozi, sam oblik privlačenja je forwarding, a traktori forwarderi. Na njih je ugrađena hidraulička dizalica za utovar i istovar drva.

Traktori se primjenjuju na terenima do približno 50% nagiba, a iznad toga nagiba mogu se primjenjivati isključivo žičare.

Pri primjeni deblovnih metode vuča debala obavlja se traktorima za vuču po tlu.

Izrada industrijskog drva u duljinama od 1 i 2 metra je znatno smanjena. Sada se taj sortiment izrađuje pretežno u tovarnim duljinama od 3 do 7 m i većinom se privlači (izvozi) forvarderima, što je osobito razvijeno u Skandinaviji. U Kanadi, SAD-u i ostalom dijelu Europe s Rusijom primjenjuju se za vuču po tlu debala ili cijelih stabala traktori s kotačima ili gusjeničari.

Forvarder pomoću montirane hidrauličke dizalice istovaruje drvo u složajeve visine do 4 m. Površina pomoćnih stovarišta može biti mnogo manja nego pri privlačenju po tlu traktorima koji ne mogu slagati drvo u visoke složajeve.

Traktori opremljeni vitlom mogu sami skupljati drvo za privlačenje i mogu zauzeti položaj od predmeta privlačenja za duljinu izvučenog užeta vitla. Postoje i tzv. beščokerni traktori koji su opremljeni hidrauličkim kliještama na zadnjem dijelu. Kliješta su otvorom okrenuta nadolje (Grapple skidder) i nagore (Clamm bunk skidder). Ovi drugi traktori imaju hidrauličku dizalicu i u okviru dosega kraka dizalice mogu biti udaljeni od drva za privlačenje, dok se grapple skidderi moraju približiti predmetu privlačenja. Clamm-bunk traktori krećući se mogu tako i skupljati drvo.

Traktori se prema snazi motora dijele na lake, srednje i teške.

Za vuču po tlu stabala, debala ili komada utovarnih duljina iz prorednih sastojina, čija stabla sadrže potpuno ili velikim dijelom industrijsko drvo, koriste se laki traktori, jer primjena teških traktora ne bi bila ekonomična.

Poseban je problem privlačenje industrijskog drva duljina od 1 i 2 m. To se drvo obično izvozi (iznosi) pomoću traktora korištenjem pogodnih uređaja. Jednometarsko drvo se iznosi ponegdje i tovarnim životinjama, obično konjima.

Izložiti ćemo razne načine privlačenja industrijskog drva, gdje se ono privlači samo ili zajedno s drugim sortimentima.

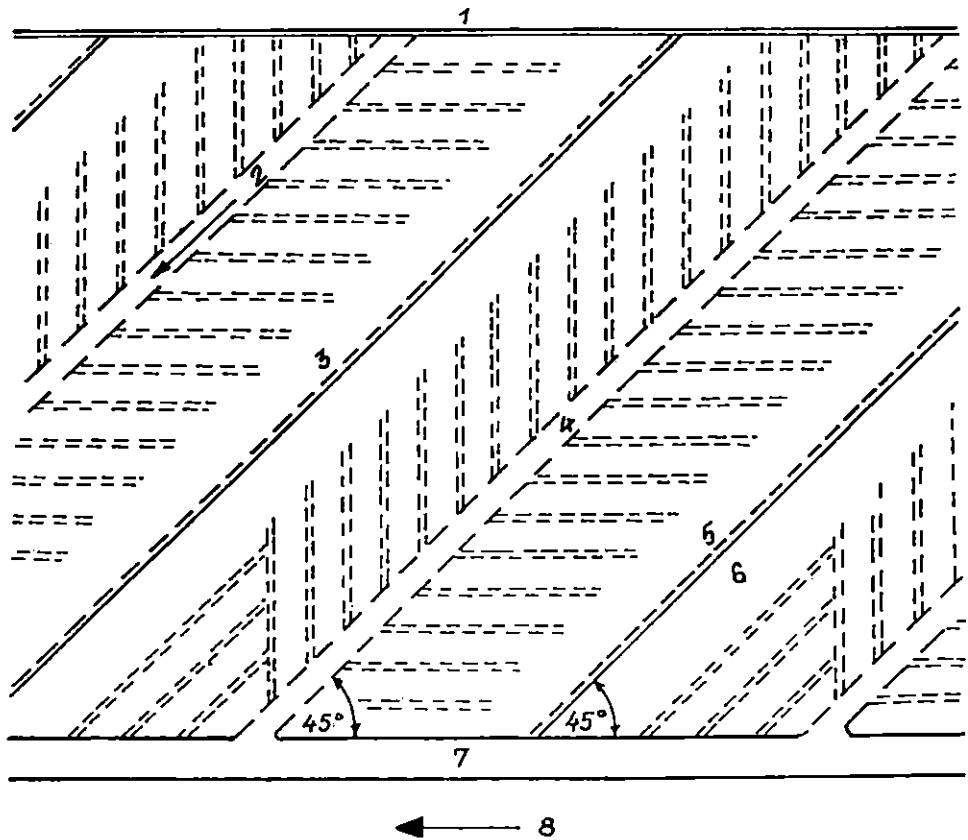
Skupljanje drva – Prehauling

Skupljanje je primicanje drva do vlaka ili traktorskih putova ili do žičara. Skupljanje se može obavljati sredstvom privlačenja, kao kod traktora s montiranim vitlom, ili posebnim sredstvom za skupljanje.

U ranim proredama skupljanje drva se može obaviti ljudskom snagom. Gornja granica razmaka vlaka je 25 m, a teret koji se tako podiže ne bi smio biti veći od 35 kg.

Već smo spomenuli strojeve za skupljanje buncker-e s produžnim krakom dugim do 15 m, koji se kreću po vlakama i koji skupljaju drvo duž vlaka. Razmak vlaka je od 20 do 30 m.

Forvarder, čija montirana dizalica ima produžni krak dohvata do 10 m, krećući se vlakom ustvari skuplja drvo do vlake, a zatim ga i utovaruje na forvarder. Razmak vlaka je 20–25 m. Za nesmetano pružanje kraka treba točno položiti linije kraka (Kranlinien). Isti je slučaj i kod stroja za skupljanje.



Sl. - Fig. 6. Struktura finog (sekundarnog) otvaranja (prema Guglhöru i Plettenbergu, 1975) - Structure of skidding roads and cable lines (according to Guglhör & Plettenberg, 1975); 1. Transportna granica privlačenja - Transport limits-primary transportation; 2. Smjer privlačenja - Direction of primary transportation; 3. Transportna granica skupljanja - Transport limits - Collection; 4. Vlaka - Skidding road; 5. Transportna granica skupljanja - Transport limits - Collection; 6. Žične linije - Cable lines; 7. Šumska cesta - Truck road; 8. Smjer prijevoza - Direction of secondary transportation

Stroj za obaranje i slaganje, odnosno za obaranje i skupljanje (Feller-buncher, Fallervorrücker), odvaja stabla od panja i u uspravnom ih položaju iznosi i po nekoliko te odlaže u hrpe duž vlake. Razmak vlaka je obično 30-50 m.

Skupljanje drva vitlom obavlja se na veće udaljenosti, tako da je razmak vlaka u ranim proredama do 50 m, a u kasnim i do 100 m.

U vezi sa skupljanjem drva duž vlaka, osim sekundarnog (finog) otvaranja, postoji i »najfinije« otvaranje (Feinsterschliessung). Na vlaku obično pod kutom od 45° sistemom riblje kosti ulaze tzv. žične linije, po kojima se u pravilu skuplja drvo vitlom do vlake (sl. 6). Te se linije mogu samo označiti ili bolje ih je prosjeći. Kao

Tab. 12. Utrošci vremena i učinci pri privlačenju drva u prorednim sastojinama na suhom terenu – Time consumptions and productivities by primary transportation in thinnings, on dry terrain.

Vrsta transporta Type of transportation	Sakupljanje Collection		Privlačenje Primary transport		Sakupljanje i privlačenje - Collection & primary transport					
Sredstva rada Means of transportation	Konj Horse	Vitlo na polj. tr. IMT-539 Winch on agricult. tractor IMT-539	Tr. Torpedo TD7506A bez vitla Tractor Torpedo TD7506A without winch	Forwarder Kockum 850 Forwarder Kockum 850	Tovarni konj Carrying horse	Polj. traktor IMT-558 s dvobub. vitlom Agric. tractor IMT-558 with double-drum winch	Polj. traktor IMT-539 s jednobub. vitlom Agric. tractor IMT-539 with single-drum winch	Polj. tr. IMT-558 s dvobub. vitlom Agric. tr. IMT-558 with double-drum winch		Zglobni traktor Timberjack 360 Tramsteered tractor Timberjack 360
Redni broj - o. n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Snaga motora traktora, kW Motor output, kW	-	26.50	55	127	-	43	26.50	43		82
Vrsta transporta Type of transportation	Vuča po tlu - Ground skidding			Izvoz Forwarding	Nošenje Carrying out	Vuča po tlu - Ground skidding				
Metoda rada Working method	Utovarne duljine Long length system	Duga oblo- vina Semi-tree length system	Utovarne duljine Long length system		Sortimen- tna Assortment system	Utovarne duljine Long length system		Deblovna tree-length system	Sortimen- tna Assortment system	Deblovna tree-length system
Udaljenost transporta, km Transport distance, km	0.035				0.400					
Volumen tovara, m ³ Volume per load, m ³	0.19	0.38	1.02	9.06	0.24	1.45	0.65	1.34	1.34	4.20
Komada u tovaru Pieces per load	2.10	2.40	12.50	113.00	24.20	9.70	8.60	1.30	4.50	4.10
Volumen komada, m ³ Volume per piece, m ³	0.09	0.16	0.08	0.08	0.01	0.15	0.08	1.03	0.30	1.03
Srednji promjer s korom, cm Mean diameter o.b., cm	15.40	15.10	14.50	15.10	-	21.60	14.00	30.50	30.50	30.50
Dužina komada, m Length of piece, m	4.90	9.20	4.90	4.60	1.00	4.10	5.00	14.00	4.10	14.00
Opterećenje traktora, m ³ /kW Load of tractor, m ³ /kW	-	0.014	0.019	0.071	-	0.034	0.024	0.031	0.031	0.031
Ukupno vrijeme po turi, min Total time per turn, min	5.88	4.98	27.63	77.13	30.24	40.97	35.13	15.50	18.31	25.54
Norma vremena, min/m ³ Standard time, min/m ³	30.95	13.11	27.09	8.51	126.00	28.25	54.11	11.57	13.66	6.08
Dnevni učinak, m ³ /dan Productivity, m ³ /day	15.51	36.63	17.72	56.35	3.81	16.99	8.87	45.69	35.38	78.95

povoljna preporučuje se međusobna udaljenost žičnih linija 5 m i širina 1 m. Na taj se način prilikom skupljanja drva smanjuje oštećenje dubočih stabala. Prosijecanjem vlaka i žičnih linija ograničava se, međutim, mogućnost selektivne prorede.

Vitlo za skupljanje može biti montirano na traktoru za privlačenje, a može se skupljati vitlom na traktoru koji skuplja drvo (tablica 12). Može se skupljati prijenosnim ili mobilnim samostalnim vitlom, tako da skupljanje obave radnici sjekači. Vitlo može biti montirano i na procesor za prorede, koji skuplja cijelo stablo do vlake i tamo kreše grane i trupi.

U tablici 12. je prikazano skupljanje duge oblovine vitlom montiranim na adaptiranom poljoprivrednom traktoru, na prosječnu udaljenost od 35 m. Dnevni učinak je 36,63 m³. Pri skupljanju oblovine većih duljina učinak bi se povećao u omjeru sa sniženjem fiksnih vremena (rad na sječini i pomoćnom stovarištu).

Primjena konja za skupljanje i privlačenje drva Prehauling and skidding by horses

Danas se konji upotrebljavaju više za skupljanje, ali se primjenjuju i za privlačenje drva. Primjenjuje se, na primjer, kombinacija u prorednim sastojinama da se dugo drvo iz proreda skupi konjskom vučom duž vlaka u složaje, a zatim se privlači s grapple skidderom. Na manje udaljenosti može se i konjem privlačiti. U prorednim sastojinama se odjednom privlači više stabala, odnosno komada dugog drva ili drva utovarnih duljina. Prednji kraj ovog složaja podigne se na kratke sanjke ili se stavi na šiljatu »tavu za vuču po tlu«.

U tablici 12. su prikazani podaci i učinak pri skupljanju konjem iz prorednih sastojina do vlake na srednju udaljenost od 35 m. Skupljani su komadi utovarnih duljina industrijskog drva. Skupljanjem debala učinak bi se povećao do 30%.

U tablici 12. su također prikazani podaci i učinci pri iznošenju oblica i cjepanica duljine 1 m tovarnim konjima iz sastojine na pomoćno stovarište. Taj se način privlačenja sve više napušta, ali se još primjenjuje u nas u mladim, gustim prorednim sastojinama bez sekundarnog otvaranja.

Nizak dnevni učinak, visoki troškovi privlačenja i mnogo fizičkog napornog rada radnika zahtijevaju da se ovaj način rada eliminira.

Privlačenje traktorima vučom po tlu Skidding by tractors

Traktori su danas najrasprostranjenije sredstvo za privlačenje drva. U Austriji, gdje je primjena konja za privlačenje drva svedena na minimum, privlačenje drva obavlja se na sljedeće načine: traktorima 64%, žičarama 20%, konjskom vučom 2%, ljudskom snagom (spuštanjem na strmim terenima) 14% od ukupno posječenoga i izrađenog drva. Premda je 43% površine označeno kao područje žičara, ipak se žičare primjenjuju u manjem opsegu, jer je privlačenje žičarama mnogo skuplje. Kako je rečeno, primjena konja je ograničena nagibom terena. Tereni do 33% nagiba smatraju se područjem primjene traktora, iznad toga nagiba do približno 50% nagiba primjenjuju se za privlačelje traktori ili žičare, a iznad troga nagiba koriste se žičare ili se drvo spušta slobodno (T r z e s n i o w s k i 1986).

Konji su se u Njemačkoj još i 1949. godine smatrali najpouzdanijim i nezamjenjivim sredstvom za privlačenje. Postupno su pri izvlačenju drva traktori zamjenjivali konjsku vuču. U početku su se za privlačenje upotrebljavali traktori namijenjeni za druge svrhe (većinom poljoprivredni traktori). Poljoprivrednim traktorima morali su se dograditi određeni uređaji da se prilagode za rad na izvlačenju drva. Poslije su se počeli proizvoditi specijalni šumski traktori.

Prema uređaju za kretanje traktori se dijele na gusjeničare i kotačne traktore.

Prednost traktora gusjeničara je u tome da istom jačinom motora mogu razviti veću vučnu silu nego kotačni traktori. Pritisak na tlo im je manji nego kod kotačnih traktora, pa se lakše kreću na mekom terenu. Nedostatak im je što imaju malu brzinu, najviše do 10 km/h, i što se upotrebljavaju samo u šumi.

Gumeni kotači za traktore počeli su se proizvoditi 1930. godine. Obično im za pogon služi zadnja, jače opterećena osovina. Kod dvoosovinskih traktora može biti pogon na sve kotače, što pogoduje pri transportu u eksploataciji šuma jer se tako postiže velika vučna snaga.

Traktori s kotačima imaju veću brzinu i bolje čuvaju podlogu po kojoj se kreću. Kotačni traktori su upotrebljivi i na većim udaljenostima u šumi, a upotrebljivi su i na putu. Pri privlačenju kotačni traktori manje oštećuju tlo i podrast pa nema opasnosti od erozije.

L o y c k e (1962) dijeli dvoosovinske šumske traktore na lake (18,4–22,1 kW), srednje teške (22,1–29,4 kW) i teške (29,4–36,8 kW). Danas se, međutim, proizvode i mnogo jači traktori od navedenih.

Specijalni šumski traktori za transport drva (u prvom redu za privlačenje) imaju zglobno upravljanje, pa se stoga zovu zglobni traktori. Ti traktori bolje svladavaju loš teren i nagibe terena nego obični traktori.

Smatra se da zglobni traktor zbog malog pritiska na tlo, bez lanaca, manje oštećuje tlo nego konji. Kod visine pomlatka do 0,5 m traktor se može kretati po sastojini.

Izvlačenje traktorima je ekonomično ako se vuku cijela stabla ili debla (stablovna, odnosno debloavna metoda). U određenim slučajevima primjenjuje se poludeblovna metoda ili se vuče dugo drvo.

Za vuču stabala s krošnjom potrebna je dovstruko veća sila nego ako se vuče samo deblo toga stabla.

Podizanjem prednjeg kraja debla prilikom vuče adhezija traktora uz tlo se povećava, a faktor trenja se smanjuje za 20–40%.

Kada je deblji kraj podignut naprijed, faktor trenja je za 18% manji nego ako je tanji kraj podignut naprijed. Tako se manje oštećuje pomladak.

Kod traktora s montiranim vitlom preporučuje se pri vuči jačih debala, odnosno stabala jednobubanjsko, a pri vuči tanjih debala ili stabala dvobubanjsko vitlo.

Pomoću šumskog traktora obično s dvobubanjskim vitlom, a da se traktor kreće samo po traktorskom putu, cijela se stabla iz prorednih sastojina privuče tako da traktor iz sastojine vitlom do vlake stabla skupi, a zatim privuče na pomoćno stovarište, gdje se kresanje grana i trupljenje obavi procesorom. Ovdje se primjenjuje lakši traktor.

Isti se posao može obaviti tako da se drvo skupi duž vlake pomoću prijenosnog vitla ili vitla montiranoga na lakšem traktoru, a zatim se privlačenje obavi težim traktorom, na primjer clam-bunk traktorom. Skupljanje do vlaka može se obaviti,

kako je rečeno, i konjem, a privlačenje na opisan način. Bitno je da se pri privlačenju težim traktorima iz prorednih sastojina skupljanje obavi nekim drugim lakšim sredstvom.

Više od privlačenja stabala s krošnjama privlače se debela, odnosno dijelovi debala.

Ukoliko se radi o zrelim sastojinama listača, industrijsko drvo utovarnih duljina izrađuje se iz krupne granjevine i gornjega, tanjeg dijela debala, eventualno iz isječaka u donjem, debljem dijelu debala.

Pri primjeni deblovne metode u zrelim sastojinama obično se vuče donji dio debala koji sadrži u pravilu tehničko drvo, a gornji dio, koji sadrži industrijsko drvo obično se otpili i ostavi na sječini. Privlačenjem tako prikraćenog debala manja su oštećenja stojećih stabala prilikom vuče.

U prorednim sastojinama je ekonomičnije privlačiti cijela debela ili dugu oblovinu, a na pomoćnom stovarištu ili na stovarištu uz pogon za preradu izraditi trupljenjem sortimente odgovarajuće duljine. Privlači se i industrijsko drvo utovarnih duljina vučom po tlu, ali je to manje ekonomično.

Pokazalo se da je u prorednim sastojinama pri vuči dugog drva po tlu, uglavnom debala, proizvodnost dvostruko veća nego pri izradi na sječini jednog metarskog drva i izvoza forvarderom.

Vitlo montirano na traktoru pri skupljanju oblovine aktivira se radijskim redajem čime se omogućuje rad samog traktorista pri privlačenju i na taj se način snizuju troškovi privlačenja.

U tablici 12. su prikazani podaci, norme vremena te dnevni učinci privlačenja vučom po tlu industrijskog drva utovarnih duljina adaptiranim poljoprivrednim traktorima s vitlom koji su i skupljali drvo te traktorom bez vitla koji je privlačio već skupljeno drvo.

Privlačenjem dugog drva, odnosno debala, u prorednim sastojinama učinak se povećava.

Pri privlačenju dugog drva duljine 14 m i srednjeg promjera s korom 30,5 cm učinak je bio 29% veći nego pri privlačenju oblovine duljine 4 m. Treba uzeti u obzir da se pri povećanju duljine komada smanjuje fiksno vrijeme (rad u sječini i na pomoćnom stovarištu), dok vrijeme vožnje (varijabilno vrijeme) ostaje približno isto. Povećanje učinka pri vuči komada oblovine većih duljina ovisi o odnosu fiksnih i varijabilnih vremena (tablica 12, r. br. 8 i 9).

Kako se dalje u tablici 12, r. br. 8 i 10. vidi, pri vuči tanje duge oblovine teškim zglobnim traktorom učinak se povećao 73% u odnosu na privlačenje adaptiranim poljoprivrednim traktorom. Za određivanje ekonomičnosti važan je odnos dnevnog troška ovih traktora.

Clam-bunk traktor privlači debela ili stabla, odnosno dugu oblovinu, tako da hvatačem montirane hidrauličke dizalice zahvati oblovinu na donjem kraju, podigne i stavi je u otvor kliješta, montiranih na podlozi bunk-u traktora. Kliješta se stegnu i traktor kreće. Po potrebi traktor se tako kreće od skupljene hrpe do hrpe, odnosno pojedinih komada (vožnja skupljanja), dok se kapacitet kliješta ne popuni, a zatim se privlači. Traktor se kreće po vlakama, a pri čistoj sječi i po sječini. Na primjer, pri čistoj sječi tankih stabala harvester obara, kreše i prevrćuje debela odlažući ih na hrpe. Teški clam-bunk traktor privlači ova tanka debela, ostvarujući visok učinak. Ova vrsta traktora nije osjetljiva na male dimenzije stabala.

Grapple traktor svojim kliještima zahvati stabla ili debla, podigne ih i privlači. Spominju se i traktori s hidrauličkom dizalicom čiji se zglojni hvatač koji inače služi za utovar adaptira za privlačenje drva. Hvatač je na kraju zglobnog kraka koji se spusti, zahvati oblovinu, a zatim se zahvaćena oblovina podigne na povoljnu visinu za privlačenje. Tom se dizalicom može privučena oblovina i utovariti na prikolicu ili kamion.

Traktori s hidrauličkim kliještima mogu imati i montirano vitlo za skupljanje do traktora.

Izvoženje drva – Forwarding

Izvoženje drva je poseban oblik privlačenja drva. Obavlja se velikim dijelom forvarderima (zglobnim traktorom s montiranom hidrauličkom dizalicom, koji ima specijalnu prikolicu).

U Skandinaviji je forarder gotovo istisnuo iz uporabe šumske traktore za vuču po tlu, pa se ponovo prešlo na izradu sortimenata na sječini i izvoz forvarderima. Forvarderom se na kraće udaljenosti drvo može prevoziti i po javnoj cesti do prerađivača, pa se eliminira pretovar na pomoćnom stovarištu.

Oblovina koja se prevozi forvarderom duga je do 6 m. Na forvarder zakon djelovanja mase komada ne djeluje kao na traktor za vuču po tlu, pa se primjenjuje i u prorednim sastojinama, uz uvjet da se provede sekundarno otvaranje te da se drvo skupi duž traktorskih putova. Forarder se može koristiti i za utovar i pretovar drva; pomoćna su stovarišta manja (složajevi su viši nego pri vuči po tlu). Složajevi su spremni za utovar u kamione, manji je utrošak energije po jedinici tereta, manje se oštećuju stabla nego pri vuči po tlu. Međutim, duljina oblovine je ograničena.

Pri izvozu cijelih stabala iz prorednih sastojina forvarder je povoljniji nego skider (traktor za vuču po tlu) s obzirom na mnogo veći tovar. Vučom po tlu stabla se znatno onečište, što stvara probleme pri usitnjavanju cijelih stabala. Stabla izvezena forvarderom su znatno čistija, što se odražava i na kvalitet usitnjenog materijala. Nosivost forvardera se pri izvozu cijelih tankih stabala manje iskoristi, tako da je težina tovara za četvrtinu manja nego pri izvozu prostornog drva duljine 3 m.

Budući da je duljina tovarnog prostora forvardera manja od duljine stabala, stabla se prepiljuju u dva-tri dijela (sekcije). Obično je u tu svrhu na hvataču dizalice montirana hidraulička motorna pila. Hvatačem se stisne složaj tankih stabala i pilom na hvataču odjednom se prepile sva stabla. To prepiljivanje može i udvostručiti vrijeme utovara.

Prema nosivosti forvarderi se dijele u lake (nosivost do 6000 kg), srednje teške (nosivost do 8000 kg) i teške (iznad 8000 kg nosivosti).

U tablici 12. prikazani su podaci i učinak izvoženja industrijskog drva utovarne duljine forvarderom. Dnevni učinak je iznosio 56,35 m³; forvarder se kretao traktorskim putem, a drvo je prethodno skupljeno duž puta.

Industrijsko drvo duljine 2 m i utovarnih duljina 3-7 m izvozi se i konvencionalnim kotačnim traktorima s prikolicom do pomoćnog stovarišta. Na traktor se montira hidraulička dozalica. Takve ekipeže mogu se koristiti i za prijevoz na kraće udaljenosti.

Jednometarsko i dvometarsko prostorno drvo u obliku cjepanica i oblica privlači se i tako da se prehtodno paketira, tj. povezuje u svežnjeve čeličnim ili plastičnim vrpcama. Svežanj (paket) drva listača duljine 1 m sadrži 1 prm, a četinjača duljina 1, donosno 2 m sadrži 1, odnosno 2 prm.

Drugi način paketiranja je slaganje u okvire (pakete) od čeličnih cijevi ili drva.

Utovar tako paketiranog drva treba biti mehanički.

Palete se u SAD-u izrađuju slično kao i u Europi, ali sadržaj im je veći, obično 1,6-1,8 corda (1 cord = 3,63 prm). Paleta se obično ispune ručno.

Postoje vozila posebno prilagođena za izvoz paleta; to su traktori s prikolicama ili poluprikolicama. Kod nekih vozila podloga se naginje, a paleta se pomoću vitla podigne na vozilo; pri istovaru se podloga također naginje. Utovara se i hidrauličkom dizalicom. U prijevozu drvo ostaje u paletama sve do glavnog stovarišta.

Za izvoz prostornog drva konstruirana je u Njemačkoj poluprikolica nosivosti 3,5 prm jednometarskog i 6 prm dvometarskoga prostornog drva, koja se prikači za lakši traktor. Na poluprikolicu ručno se utovaruje nesloženo prostorno drvo. To je sredstvo predviđeno za iznošenje prostornog drva od 1 m duljine s prohodnih sječina, npr. sječina zrelih sastojina listača.

U nas se jednometarsko drvo iznosi adaptiranim poljoprivrednim traktorom s dvobubanjskim vitlom. Drvo se složi u složajeve od 1 prm na podlogu. Užad vitla se provuče ispod složaja, prebaci i kukama se zakvači za uže. Namotavanjem užadi na vitlo tovar se privuče do traktora i osloni na stabilizacijsku dasku, koja se podigne. Na pomoćnom stovarištu daska se spušta, a odmotavanjem vitla tovar se otpusti.

Kod druge varijante isti traktor ima straga hidraulički podizač. Složaj se omota lancem, traktor prisloni dasku na donju stranu složaja, tovar se zakopča lancem za hidraulički podizač, pomoću kojeg se teret podigne i tako zakvačen i oslonjen na dasku iznese se na pomoćno stovarište. Veličina složaja je 1 prm.

Jedan od specijalnih dodatnih uređaja na traktoru za iznošenje prostornog drva je naprijed montirani vilični uređaj koji zahvati i podigne tovar te ga odnese do pomoćnog stovarišta.

Spremnik (sanduk) za iznošenje prostornog drva montiran je na dva kraka za podizanje, na zadnjem dijelu šumskog traktora s kotačima. On se spusti na tlo radi ručnog utovara i podigne se prije iznošenja; sadržaj kutije je 0,5 corda (1,80 prm). Može biti podignut na visinu do tri metra radi utovara na kamion ili paletu.

Uz navedene postoji još niz sličnih uređaja za izvoz, odnosno iznošenje prostornog drva.

Spuštanje drva u točilima od umjetnog materijala Skidding in chutes of artificial material

Uređaj čine polucijevi od umjetnog materijala promjera 35 cm, spojene i položene na terenu nagiba 25-55%. Duljina uređaja je do 500 m.

Spuštaju se nekorani komadi drva duljina 1-6 m.

Razmak trasa je 15-30 m, a širina 0,5-1 m. Drvo se skuplja do trasa ručno. S obzirom na položaj trasa drvo se obara usmjereno.

Privlačenje drva žičarama Sky line logging

Žičare se u pravilu primjenjuju na terenima nagiba od 33% naviše. Od 33% do 50% nagiba terena gradnjom traktorskih putova mogu se za privlačenje drva primjenjivati osim žičara i traktori, a iznad toga nagiba upotrebljavaju se samo žičare ili se drvo slobodno spušta po nagnutom terenu.

Kod žičara se po vučnom užetu, koje je napeto iznad tla, kreću posebno građena kolica, o koja se vješa teret. Za žičare su potrebne relativno male investicije; žičare se mogu primijeniti na terenima s velikim terenskim zaprekama, a rad im je naovisan o terenskim prilikama. Otpor kretanja kolica je malen; pogonski stroj se za vrijeme rada ne kreće, pa su pogonski troškovi transporta tereta relativno niski.

Za privlačenje celuloznog drva, odnosno drva za drvene ploče, primjenjuju se sljedeći tipovi žičara:

Žičano točilo služi za transport drva nizbrdo isključivo u planinama. Njime se privlače prostorno drvo i kratki sortimenti. Primjenjuje se u teškim terenskim uvjetima, na strmim terenima; ne ovisi o terenskim zaprekama, transport pomoću njega je jeftin, jednostavan i brz; ne ovisi o velikoj koncentraciji drva, ne oštećuje se transportirano drvo ni sastojina; pogon je omogućen silom gravitacije. Nosivo uže je željezna ili čelična žica promjera 8-12 mm. Uže je napeto između dviju krajnjih točaka bez međuupora. Za vješanje tereta služe drvene ili željezne kuke te kolotovi s kukom. Nagib užeta kreće se od 18% do 60%. Težina tereta tereta je do 50 kg. Duljina trase obično je 700 m, rjeđe do 1200 m. Učinak je oko 45 m³ u 10 sati rada na duljini trase od 1 km.

Žičare dizalice su uređaji u kojih se utovar i istovar može obaviti na bilo kojem mjestu uzduž njihove trase. Štoviše, drvo se pomoću vučnog užeta može skupiti sa svake strane sječine na udaljenosti do 100 m. Zbog ekonomičnosti lateralna (bočna) udaljenost privlačenja kreće se do 50 m sa svake strane. Kod lakših žičara ta je udaljenost 10-30 m. Žičare dizalice ne čine štetu na tlu, ali oštećuju dubeća stabla. One imaju nosivo i vučno uže. Kolica se kreću po nosivom užetu, spojena su vučnim užetom i o njih se vješa teret. Pogonski stroj ima u ovom slučaju jedno vitlo, a ako žičara ima i povratno uže, koristi se pogonski stroj s dvobubanjnim vitlom.

Kolica se zaustave na utovarnom mjestu, vučno se uže opusti i zbog lateralnog (bočnog) skupljanja izvuče na potrebnu udaljenost od trase. Transport drva može se obavljati uzbrdo i nizbrdo. Oblovinja koja se transportira može biti raznih duljina.

Žičara dizalice dijele se s obzirom na duljinu trase na kratke do 300 m, srednje do 1000 m i duge žičare više od 1500 m duljine. Međusobna udaljenost trasa žičare dizalice ovisi manje o tehničkim, a više o ekonomskim razlozima.

Pri privlačenju tanje oblovinje obujma tovara od 0,47 m³ do 3 komada u tovaru lakom žičarom dizalicom na udaljenosti privlačenja 140 m i skupljanja 5 m dnevni učinak iznosi 35,58 m³.

Lasso Kabel je tip linijske žičare s beskrajnim pokretnim užetom kružnog toka; ono je ujedno nosivo i vučno. Služi za transport kratkih komada drva od 1 m duljine (prostorno drvo) mase tereta do 80 kg (novi tip transportira dulje komade do 4 m, mase tereta do 500 kg). Najveća duljina transporta je 3 km, a maksimalni nagib terena je 35%. Utovar i istovar se obavlja posvuda uzduž beskrajnog užeta, uže je 1-2 m iznad tla. Učinak je neovisan o duljini užeta. Teret se vješa na jednakim

razmacima, na odvojive kuke bez zaustavljanja užeta. Savijena vješalica (kuka) sjedi gornjim krajem na užetu, a na donjem kraju se vješa tovar od više komada drva povezanih lancem. Pogonsko vitlo je na sanjkama. Za vješanje užadi služi obične i kutne konzole s kotačima. Promjer užeta je 12-16 mm; uže se kreće brzinom do 1,5 m/s. Učinak transporta nizbrdo je 8-10 m³/h, a uzbrdo 3,5-5 m³/h. Minimalna koncentracija drva je 350 m³ kod duljine užeta 1,8 km.

UTOVAR I ISTOVAR INDUSTRIJSKOG DRVA LOADING AND UNLOADING OF PULPWOOD AND WOOD FOR BOARDS

Kao što je u prethodnim poglavljima izneseno, drvo za drvene ploče dijelom spada u prostorno drvo (oblice i cjepanice duljine 1 i 2 m; dijelom su to obli komadi utovarnih duljina do 7 m duljine), a dijelom je to dugo drvo (iznad utovarnih duljina do 8 m duljine). Promjeri su do 35 cm na debljem kraju, tako da se utovar i istovar komada većih dimenzija obavlja kao što se čini i kod trupaca.

Treba uzeti u obzir da je još sredinom 1960-ih godina u SAD-u 80% utovara obavljano ručno, dok je sada u razvijenim zemljama utovar i istovar mehaniziran.

Mobilni strojevi i metode za utovar trupaca velikom većinom se upotrebljavaju i za utovar drva za drvene ploče. Ovdje spadaju hidrauličke dizalice sa zglobnim krakom i hvatačem, kao i vilični čeonu utovarivači montirani na traktore gusjeničare ili na traktore s kotačima.

Hvatač koji se upotrebljava pri utovaru i istovaru drva za ploče (misli se na prostorno drvo i utovarne duljine) mora imati više zubaca nego hvatač za trupce i veći otvor da bi mogao zahvatiti snop nepovezanih komada; obično se može zakretati.

O hidrauličkim dizalicama sa zglobnim krakom montiranim na forvardere i poljoprivredne traktore te o njihovoj primjeni bilo je riječi kada se razmatrala problematika izvoza drva.

Ove hidrauličke dizalice upotrebljavaju se i pri utovaru drva na prijevozna sredstva (daljinski prijevoz-sekundarni transport kamionima) i dalje pri utovaru, odnosno pretovaru u željezničke vagone.

Hidrauličke dizalice mogu biti montirane na kamione ili mogu biti samohodne. Jedna i druga varijanta imaju u određenim okolnostima prednosti. Montirane dizalice smanjuju nosivost kamiona, pa su ekonomične do određene udaljenosti prijevoza. Kod većih udaljenosti ekonomičnije je utovar obavljati samohodnim dizalicama.

Kod viličara se dodaju posebni priključci za utovar kratkog drva, a također i za utovar dugog drva.

Traktor s montiranim viličnim uređajem za utovar pristupi složaju drva za utovar okomito na njihovu os, obuhvati komad, odnosno komade, podigne ih te odnosi i utovari. Uređaj s vrtećim hvatačem zaokrene podignuti komad i nosi ga u longitudinalnom položaju, ako je teren neravan.

Mnogo se upotrebljavaju i hidrauličke dizalice sa zglobnim krakom na kamionima. Već je u prethodnom poglavlju napomenuto da se takve dizalice montiraju i na forvardere te na poljoprivredne traktore.

Vrlo prikladan samohodni utovarivač za celulozno drvo je Bobcat. Malih je dimenzija: širina 150 cm, masa 1900 kg. Ima gumene kotače, a hidraulički hvatač mu je fiksiran vertikalno na kraj hidrauličkog kraka. Podiže oko 450 kg, tj. oko 3/4 prm na visinu do 3,20 m. Osim tovarjenja u kamion ovaj se utovarivač koristi i za utovar drva u palete na sječini. Na čelu hvatača se nalazi ploča za poravnanje zahvaćenih komada.

Utovar paleta se omogućuje tako da se na podu kamiona za prijevoz nalazi posebna podloga po kojoj palete klize, a zadnja ograda se spušta koso do tla. Palete se povuku gore pomoću užeta vitla montiranoga iza kabine kamiona. Utrošak vremena takva utovara traje 6 min/cord (3,63 prm). Pri istovaru na pomoćnom stovarištu drvo se može istovariti, a da se same palete ne miču s vozila, ili se istovaruje drvo s paletama. Palete se na nekim kamionima istovaruju tako da se podloga kamiona na prednjem kraju podigne i paleta sklizne na tlo. Ima paleta i za drvo duljine oko 9,7 m.

Bio Stick utovarivač ima vertikalni čelični okvir montiran na sredini kamiona ili iza kabine. Na njega je montiran horizontalni krak duljine 1,2 m koji se može vrtjeti 360°. Uže vitla, montiranoga na kamion, prolazi preko kolotura na kraku i izvlači se do drva za utovar.

Na kraju užeta nalaze se klijesta koja pojedinačno hvataju relativno teške komade listača pri utovaru. Pri utovaru lakših tanjih komada kraj užeta obuhvati i veže 3-10 komada zajedno. Uže se može izvući i tako se vitlom privuku svežnjevi drva do kamiona s udaljenosti od 15 i više metara. Pri utovaru su potrebna 3 radnika. To je stariji tip utovarivača koji ujedno i skuplja drvo do kamiona. Ovo je Bobtail kamion za celulozno drvo nosivosti oko 3 tone. Drvo se slaže poprečno na kamion.

Bio Stick utovarivač može se dodatnim dijelovima pretvoriti u skider (Bio Stick skider - Bio Stick Highlead) da bi se povećala ekonomska udaljenost skupljanja i povećao razmak kamionskih putova. Dodaje se povratno uže i vitlo te jarbol. Doseg vitla vučnog užeta je 120 m. Radnici slažu komade drva u složaje približne veličine 0,60 prm duž prosječnih linija za skupljanje na međusobnu udaljenost od 15 do 30 m. Kraj vučnog užeta izvuče se do složaja drva, složaj se poveže i zakvači, a zatim privuče (Kenneth & Stenzel 1972).

Prema Hafneru (1964) na sličan način se vozilo za izvoz drva uredi da ujedno privlači i utovaruje drvo. Na vozilo se montira preklopni jarbol, 3-10 m visok, i dvobubanjsko vitlo ili dva vitla koja neovisno rade. Drvo se obuhvaća klijestima ili se obavije kratkim užetom i čokerom spoji s vučnim užetom. Za jedan takav uređaj navodi se udaljenost privlačenja od 70 m.

Pri utovaru kratkog drva u željezničke vagone koriste se posebni utovarivači na glavnim stovarištima. Tim se utovarivačima pretovaruje kratko drvo iz kamiona u željezničke vagone. Na utovarivače se montira dopunski uređaj za kratko drvo. Ovako pripada i Hyster Pulp Wood Loader (Hyster utovarivač celuloznog drva). Vertikalni okvir (skelet) montiran je na zadnji dio stroja i nagnje se naprijed 14°, a natrag 6°. Na okviru se nalazi pokretni horizontalni krak za utovar. Dvije žičane uprte vise na čelu kraka. Pri istovaru pride utovarivač do kamiona, obuhvati uprtama 5,5-7,2 prm drva i krak se podiže. Utovarivač se pomiče do vagona, prenoseći teret, a zatim ga odlaže. Drvo se utovaruje poprečno u jedan ili dva reda. Ovim se utovarivačem može i istovarivati u složaj na stovarištu.

Ukoliko je drvo utovareno u kamion uzdužno, na utovarivaču se nalazi krak koji se zakreće 90°.

Podloga vagona je na rubovima povišena za 15 cm, tako da je utovareno drvo nagnuto unutra. Kratko drvo utovareno poprečno mora se poravnati. Za poravnavanje složajeva služi vertikalna rešetkasta ploča čijim se udarcima utovareno drvo poravnava.

Drvo se poravnava i tako da se postave dva bubnja vertikalno. Oni se postave na međusobnu udaljenost, jednaku duljini komada drva. Natovareno vozilo se kreće lagano između valjaka. Komadi koji strše pritiskom valjaka se poravnaju.

Gdje se na glavno stovarište dovozi kamionom dugo drvo, ono se prije utovara u vagona za transport kratkog drva mora iskrojiti u kratke komade. Uređaj Cost cutter nalazi se na željezničkim tračnicama, a prepiljivanje drva u kamionu obavlja lančanom pilom. Uređaj ima pravokutnu ramu, a aktivni dio lanca pile kreće se po donjoj slobodnoj strani rame. Uređaj se precizno postavi na složaj i tijekom prepiljivanja spušta prema dolje. Prepiljeni komadi se pretovare u vagon.

Log Stackers su teški strojevi, koji služe za istovar drva i mogu podići teret težine od 60 tona. To je ustvari čeonu utovarivač, sličan naprijed opisanima, samo ima veći kapacitet podizanja. Upotrebljava se za istovar debala i dugog drva. Utovarivač zahvati vilicom cijeli tovar odjednom, dok lakši utovarivači mogu zahvatiti samo dio tovara. Teški Log Stacker utovarivač približi se kamionu i obuhvati tovar za približno 30 sekundi. Bitno je organizirati izvođenje ostalih radnih operacija pri utovaru i istovaru.

Na glavnim stovarištima ili na stovarištima uz pogone za preradu za istovar se koriste mosni kranovi (bridge crane). Kran se kreće po željeznim tračnicama. Pri istovaru kran se centrira nad kamionom i podiže cijeli tovar pomoću dviju spona od žičanog užeta hidraulički hvatačem ili klišestima.

PRIJEVOZ INDUSTRIJSKOG DRVA MAJOR TRANSPORTATION OF PULPWOOD AND WOOD FOR BOARDS

U engleskom jeziku se za prijevoz koriste i izrazi secondary ili further transport(ation), long-distance transport (sekundarni ili daljinski transport), u njemačkom der Haupttransport (glavni transport).

Svi načini prijevoza drva koji se primjenjuju za tehničko drvo primjenjuju se i za transport celuloznog drva (podrazumijeva se i transport drva za drvene ploče). Najrasprostranjenija je metoda prijevoza drva od pomoćnog do glavnog stovarišta ili stovarišta uz pogon za preradu kamionom ili kamionom s prikolicom. Kod većih udaljenosti drvo se prevozi željeznicom, a može se primijeniti i kombinacija prijevoza kamionom i željeznicom. Prijevoz drva brodovima ili splavovima po rijekama i jezerima je najekonomičnija metoda. Plavljenje celuloznog drva po rijekama je najstarija metoda transporta ali se osim u istočnoj Kanadi malo primjenjuje.

Prema Staafu i Wikstenu (1984) sekundarni transport se obavlja na sljedeće načine: kamionima, željeznicom, plavljenjem po rijekama, kombinirano kamionima i plavljenjem, kombinirano kamionima i željeznicom, brodovima ili splavarenjem.

Troškovi transporta su visoki i iznose negdje do 34% od cijene drva na panju.

Značenje vodenog transporta opada, a kamion je postao glavno sredstvo za prijevoz drva. Prijevoz drva željeznicom obavlja se u manjem opsegu nego kamionima, ali, na primjer, u istočnoj Kanadi oko 16% celuloznog drva preveze se javnom željeznicom.

Pri računanju troškova prijevoza kamionom, željeznicom i ostalim sredstvima, osim izravnih troškova, i ostale troškove sustava treba uzeti u obzir. Pri prijevozu kamionima to su troškovi gradnje i održavanja cesta, mostova i ostalo.

Prijevoz drva kamionima – Truck transport

Kamioni koji se upotrebljavaju za prijevoz drva mogu biti s prikolicom ili bez prikolice te jednoosovinski ili višeosovinski.

Pri prijevozu celuloznog drva kamionom, odnosno kamionom i prikolicom, nosivost varira od 5,2 prm do 98 prm kod devetoosovinskog kamiona i prikolice.

Izbor kamiona za prijevoz celuloznog drva ovisi o udaljenosti prijevoza, nagibu putova i krivinama te o ograničenjima u javnom prometu.

Da bi se skratilo ukupno vrijeme vožnje, kamion prikvači prethodno utovarenu prikolicu.

Postoje razni načini prethodnog utovara drva. Tako je konstruirana podloga za prethodni utovar dugog drva Nelson Batson Bunk, koja se utovarena podigne i spusti na kamion, a potom se podloga ukloni na stranu.

Prijevoz paleta također skraćuje vrijeme utovara.

Pri istovaru celuloznog drva u vodu prednji dio platforme vozila se hidraulički podigne i drvo se spusti u vodu.

Transport prorodnog materijala u Finskoj u obliku stabala ili usitnjenog materijala (sječke) do udaljenosti od 70 km obavlja se kamionima (H a k k i l a i dr. 1977).

Troškovi prijevoza manjim kamionima su 10–20% viši nego većim kamionima. Pri prijevozu cijelih stabala tovarni prostor se manje iskoristi, a sa sniženjem postotka vlage u drvu smanjuje se težina i pojeftinjuje se prijevoz drva.

Prijevoz cijelih stabala omogućuje centralizirano usitnjavanje i prednost mu je da se mogu primijeniti veći iverači. Međutim prijevoz stabala s granama u javnom prometu izaziva probleme.

Da se tovarni prostor kamiona i prikolica bolje iskoristi, utovarena stabla se moraju dodatnim uređajima stisnuti u kompaktniji tovar, a stršće grane i vrh okresati ili vozilo mora imati dodatne štitnike na bočnim stranama i zadnjem dijelu.

Usitnjeni materijal je homogena masa pa se njegov utovar i istovar mogu mehanizirati i automatizirati. U pravilu iverje se pretovara izravno iz iverača u sredstvo za daljinski transport. Na pomoćnim stovarištima to se radi uređajem za ispuhavanje. Terenski iverači prebacuju sječku u transportno sredstvo nagibanjem.

Iverje dobiveno usitnjavanjem na terenu dovozi iverač na pomoćno stovarište i istovaruje u Multilift ML-14 palete, koje čine automatski lanac paletnog sustava za kamion i prikolicu.

Transport iverja u ML-14 paletama je pogodan kao metoda daljinskog transporta za iveranje na terenu (na traktorskim putovima).

Ako se usitnjavanje na pomoćnom stovarištu i prijevoz ne događaju u isto vrijeme, iverje se odlaže privremeno na pomoćnom stovarištu. Utovarivač za utovar iverja u kamion mora imati hvatač za iverje.

Pri iveranju na pomoćnom stovarištu uobičajena je praksa da cijelo prijevozno sredstvo iverja ili u najmanju ruku prikolica čeka za vrijeme iveranja da se tovarni prostor napuni iverjem.

Istovar iverja kod pogona za preradu odvija se brzo; kamion i prikolice imaju uređaje za nagnjanje podloge. Novi način je istovar konvejerom.

Prijevoz željeznicom

Common carrier railroad transport

Prijevoz drva željeznicom obavlja se na daljinama izvan ekonomske udaljenosti prijevoza kamionima. U SAD-u se celulozno drvo prevozi željeznicom na udaljenosti većoj od 300-400 milja i sve do 800-1000 milja. Uz određene uvjete udaljenost prijevoza može biti manja od 150 milja.

Šumske željeznice se danas vrlo malo upotrebljavaju; drvo se prevozi željeznicama javnog prometa. U SAD-u i Kanadi željeznicom se prevozi više celulozno nego tehničko drvo.

Prijevoz drva željeznicom, pogotovo kod većih udaljenosti, jeftiniji je nego kod drugih načina transporta. U određenim okolnostima i riječni transport je skuplji od transporta željeznicom. Za prijevoz celuloznog drva služe posebni teretni vagoni. Kratko celulozno drvo slaže se na vagone poprečno. Već je rečeno da su strane platforme vagona podignute 15 cm i drvo poprečno složeno u dva reda nagnuto je prema srednjoj liniji vagona. Utovar i istovar dva je mehaniziran. Prosječna nosivost vagona je oko 109 prm, dok je nosivost kamiona 18-55 prm; najveći vagoni imaju nosivost od 138 prm. Drvo je duljine 110-160 cm.

Određeni vagoni su uređeni za prijevoz paleta. Drvo u paletama je duljine 120 cm. Svaka paleta sadrži 18,15 prm, a vagon pet paleta.

Vagoni su uređeni i za prijevoz duljeg celuloznog drva, od 2,4 do 3,0 m.

Vagoni za dugo drvo (do 12 m duljine) mogu imati ravan ili skeletni pod. Sa strane vagon ima štitnike kao i vagoni za transport trupaca.

Transport vodenim putem – Water transportation

Plavljenje po rijekama – Wood drifting in rivers

Vodeni transport u obliku riječnog splavarenja je najstariji oblik transporta drva i dugo se koristi u Kanadi i Sjedinjenim Američkim Državama. U Švedskoj,

međutim, daljinski transport rijekama bio je najvažniji način transporta, ali od 1960-ih godina sveo se na minimum, dok je transport kamionima postao najvažniji oblik transporta drva. Osim njega u manjoj mjeri transport se odvija željeznicom.

Plavljenje je način transporta vodom tekućicom kada pojedini komadi plove svaki za sebe. Tako se mogu transportirati debla, trupci i kratki komadi drva. Za plavljenje bolje odgovaraju specifično lakše vrste drva, u prvom redu jela i smreka, a zatim suhe listače, ali u kraćim duljinama nego četinjače.

Troškovi plavljenja drva po jedinici su mnogo niži nego pri prijevozu željeznicom.

U nekim istočnim provincijama Kanade oko 40% celuloznog drva se transportira plavljenjem. To se primjenjuje i u istočnom dijelu SAD-a. U istočnoj Kanadi plavljenjem se transportira drvo na daljinu od 300 milja i veću, a negdje do 100 milja. Ipak, transport drva plavljenjem u Kanadi opada na račun prijevoza kamionima.

U svim tokovima rijeke moraju se poduzeti radovi da se uklone prepreke kako bi se omogućilo plavljenje. Brzina kretanja drva ovisi o brzini toka rijeke, npr. udaljenost od 90 milja prevaljuje splav za dva do sedam dana.

Drvo se može složiti na zaleđenoj površini rijeke tako da krene kada se led otopi.

Na određenim mjestima drvo se mora uskladištiti, ako na skladištu pored tvornice nema mjesta. Tok drva se skrene u ograđeni prostor na vodi opasan povezanim trupcima. Povezuju se plutajući okorani trupci (boom sticks). Trupci su međusobno po duljini povezani teškim lancima. To se skladište na vodi usidri, odnosno osigura mu se stabilnost.

Plavljenje ima nekoliko prednosti, a najvažniji su niski troškovi transporta. Sezonska mogućnost plavljenja je najveća negativnost ovog načina transporta. Tvornice u roku od svega nekoliko tjedana moraju dopremiti i spremiti sirovinu za cijelu godinu. To uzrokuje troškove, mjesečno 2% od vrijednosti sirovine.

Brane elektrocentrala uzrokuju kraj plavljenja na mjestu gdje su podignute. U nekim slučajevima su umjetnim vodenim kanalima zaobiđene brane.

Transport drva teglenicama – Wood transport with barges

Transport celuloznog drva teglenicama je najekonomičnija metoda u daljinskom transportu. Kapacitet teglenice iznosi 725–870 prm, a kod specijalnih teglenica 1090–1270 prm.

Koriste se kako otvorene tako i teglenice s ravnim pokrovom, što je u vezi s načinom utovara i istovara drva.

Teglenice se vuku ili guraju pomoću broda tegljača, a može se i tako kombinirati da brod tegljač jednu teglenicu gura, a drugu vuče.

Nadalje, drvo se prevozi i teretnim brodom, kojim se može odjednom prevesti oko 11 000 prm.

Utovar i istovar u tim slučajevima se obavlja dizalicama i uređajima, slično kao na glavnim stovarištima.

Skupno plavljenje – Transport in booms

Ovaj način transporta drva opisuju Conway (1976) te Kenneth & Stenzel (1972). Osim prikazanoga rasutog plavljenja postoji i skupno plavljenje. Ovdje su komadi drva posebnim uređajima (koševima, opasačima) obuhvaćeni i kreću se po rijekama skupno. Ovaj način transporta se primjenjuje i na morima i jezerima, a za vuču dolazi u obzir brod tegljač (Ugrenović & Benić 1957).

Ovaj oblik transporta je novijeg datuma, a primjenjuje se u Finskoj, Kanadi i u manjem opsegu još uvijek u Švedskoj. Za njega su zainteresirane tvornice celuloze i papira. Drvo može ostati uskladišteno u vodi, pa ukoliko se radi o »mokrom postupku« guljenja kore, ovaj način transporta potpuno odgovara.

Drvo se plavi skupno u tzv. koševima. To su ili kruti okviri ili fleksibilni opasač, izrađen od debala, odnosno trupaca čiji su krajevi međusobno povezani lancima, žicom, užadima. Plavljeno drvo smješteno je unutar opasača. Najjednostavniji oblik koša je pravokutnik. Koš se poprečnim povezivanjem podijeli u pregratke. Duljina takva koša može biti do 100–120 m, a tovar do 700 m³ drva.

Koš može imati pri slaganju i oblik kruga, koji se pri vuči deformira.

Kenneth & Stenzel (1972) opisuju skupno splavarenje u koševima u jezerima i rijekama istočne Kanade, koje vuku brodovi tegljači. Po njihovoj definiciji koš (boom) je splav gdje su komadi celuloznog drva okruženi trupcima koji su na krajevima povezani lancima.

U Kanadi se koriste većinom okrugli koševi. Ti splavovi sadrže iznad 14 500 prm. Prema opisu splav nepovezanih komada okružen je s dva ili tri niza debelih trupaca, spojenih jedan s drugim u nizu lancima na krajevima.

Osim okruglog koša spominje se i vrečasti, koji se primjenjuje na užim kanalima. Takav koš sadrži od 2 500 prm naviše. Koš je osiguran od djelovanja valova i podilaženja splavarenih komada drva pod ogradu koša. Prednji dio koša se formira u obliku sfernog trokuta.

Transport sječke cjevovodima

Transport of chips in pipelines

Prema Kennethu & Stenzelu (1972) u Kanadi i SAD-u provedena su istraživanja transporta sječke od pomoćnog stovarišta do tvornice cjevovodima. Prema rezultatima istraživanja u Kanadi sječka bi se miješala s vodom i smjesa bi se pumpala kroz aluminijsku cijev promjera 20,3 cm. Sustav transporta sječke cjevovodom u istočnoj Kanadi zamišljen je na sljedeći način: celulozno drvo se okora i ivera na pomoćnom stovarištu. Sječka i voda se u određenom omjeru ubace u rezervoar za miješanje, izmiješaju se u rijetku smjesu i pumpaju u ogranak cjevovoda postavljenoga na površinu tla. Ogranak cjevovoda je povezan s pumpnom stanicom za napojnu liniju, koja vodi do pumpne stanice na ukopanom glavnom cjevovodu. Tim cjevovodom se iverje transportira do tvornice celuloze. Procjenjuje se da je za transport 363 000 prm sječke godišnje potrebno 487 acre – stopa vode za 40% volumnu smjesu iverje–voda, odnosno 647 acre – stopa vode za 30% iverja u smjesi (1 acre – stopa = 1 233,53 m³).

Prednost sustava transporta iverja u cjevovodima je da je transport jeftiniji, može se iskorišćivati i tanko drvo, a smanjuju se investicije. Osim toga voda iz cjevovoda se može koristiti i pri gašenju šumskih požara, a i u tvornici.

USKLADIŠTENJE INDUSTRIJSKOG DRVA UZ POGON ZA PRERADU STORAGE OF PULPWOOD AND WOOD FOR BOARDS IN MILL - WOODYARD

Kollmann (1966) navodi da prema statističkim podacima poduzeća za proizvodnju ploča iverica za 1 m³ ploča potrebno je 1,60-1,75 m³ neokoranoga prosušenog drva, odnosno uz redukcijski faktor 0,7 potrebno je 2,38 prm drva.

Prema dnevnoj proizvodnji ploča i broju radnih dana u godini može se odrediti godišnje potrebna količina drvene sirovine.

Prema Kollmannu (1966) na skladištu se obično drži drvena sirovina potrebna za proizvodnju od 3 do 6 mjeseci. Ne preporučuje se držati na skladištu veću količinu drva zbog sljedećih razloga: gubitka drva zbog truljenja; drvo se previše isuši pa nastaju pukotine, što pogoršava kvalitetu sječke; troškovi manipulacije se povećavaju; veća je opasnost od požara; manja je elastičnost u nabavi drva.

Na skladištu se slažu sortimenti drva za vanjske slojeve odvojeno od drva za srednje slojeve, zatim oblice od cjepanica, četinjače od listača, domaće vrste od uvezenih. Širina složaja ravna se prema duljini komada (1-2 m), a duljina, prema mogućnosti i potrebi (30-60 m). Visina složaja je između 3-6 m. Osiguranje od rušenja složajeva se postiže unakrsnim slaganjem na ležajevima ili zabijenim stupovima. Između složajeva ostavljaju se razmaci dovoljne širine da se omogući transport, radovi slaganja i za eventualno gašenje požara. Podloga za slaganje mora biti od impregniranog drva ili betonskih stupčića s položenom uzdužnom podlogom. Visina podloga od tla je oko 0,5 m radi slobodne cirkulacije zraka i da ne bi vlaga tla štetila složenom drvu. Može se računati da se na 1 m² površine stovarišta (uključivši i putove) može složiti 1,5-2,0 prm drva (Kollmann 1966).

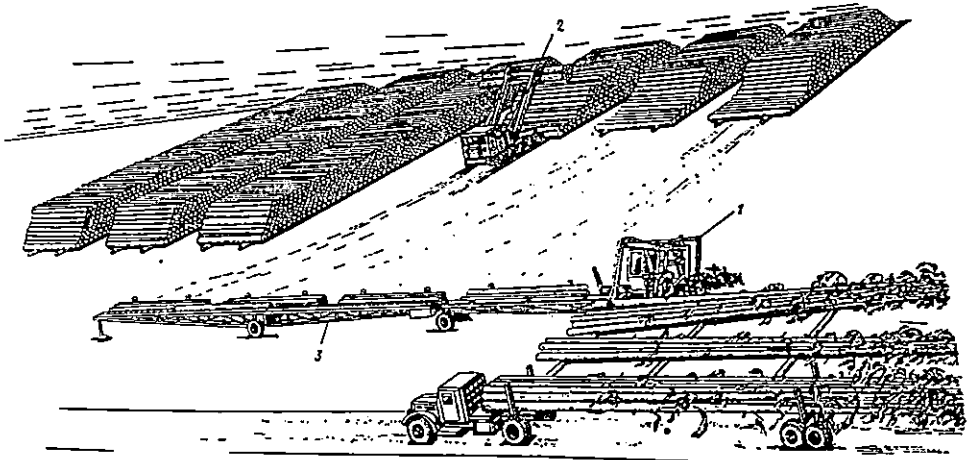
Transport sa stovarišta u pogon za preradu obavlja se pomoću kolica na tračnicama, na koja se utovaruje mosnim kranom, ili se to čini samohodnim dizalicama s hidrauličkim hvatačem.

Da bi se izbjegli troškovi slaganja, u novije se vrijeme primjenjuje također i »divlje« slaganje, tako da se drvo nepravilno nabacuje na površinu stovarišta. Cijelo to stovarište je obuhvaćeno pokretnim mosnim kranom. Drvo se zahvaća hvatačem, približnog kapaciteta 1 prm i stavlja na transporter za transport u pogon.

Naprijed je izložen rad na uskladištenju kratkog drva za celulozu, odnosno drva za ploče. Ukoliko se radi o uskladištenju dugog drva ili cijelih debala, treba voditi računa o duljinama koje mogu prihvatiti strojevi za preradu.

Duge komade treba prepiliti na odgovarajuće duljine, a zatim ih složiti slično kao u glavnim mehaniziranim stovarištima.

Primjer za truljenje na glavnom mehaniziranom stovarištu i odlaganje sortimentata prikazan je na sl. 7., gdje se radi o glavnim mehaniziranim stovarištima s pokretnim strojevima (Vovoda 1972).



Sl. – Fig. 7. Načelna tehnološka shema glavnoga mehaniziranog stovarišta s pokretnim strojevima – Principle technological scheme of concentration yard with mobile machines –

- 1 – agregat za kresanje grana i prepiljivanje – limbing and debarking aggregate
2 – utovarivač – loader
3 – dodatni transporter za sortiranje – supplementary sorting conveyor

Prema Hakkili i dr. (1977). po jednoj varijanti usitnjavanja tankih stabala transportiraju se cijela tanka stabla (s krošnjama), a u pogonima za preradu se u dugačkim valjcima sekcije stabala okoravaju uz istovremeno kresanje grana.

Cijela tanka stabla dopremljena kamionom na stovarište pored pogona za preradu prije nego dospiju u bubnjeve za kresanje grana i guljenje kore moraju se prepiliti na sekcije, ukoliko to nije učinjeno na pomoćnom stovarištu prije prijevoza. To se može učiniti za više stabala zajedno pomoću hidrauličke pile na hvataču dizalice. Pri uskladištenju sekcija stabala iskorištenost skladišnog prostora je mnogo manja nego pri slaganju oblica i cjepanica o kojemu govori Kollmann (1966), kako je naprijed izloženo.

LITERATURA – LITERATURE

- Anonymus, 1985: Waldschonende Holzerte, Tagungsführer zur 9. KWF-Tagung 1985, Ruppolding KWF, p. 387.
Antoljak, R., i dr., 1949: Mali šumarsko-tehnički priručnik, I, Zagreb, p. 410.
Bojanin, S., 1960: Učešće sortimenata i količine gubitaka kod sječe i izrade jelovih stabala u fitocenozi jele s rebračom. Šumarski list 1-2:21-34.
Bojanin, S., 1965: Gubitak kod sječe i izrade hrasta lužnjaka (*Quercus pedunculata* EHRH) obzirom na učešće sortimenata. Drvna industrija 3-4.
Bojanin, S., 1966: Učešće kore kod jelove oblovine raznih debljina i njen odnos prema debljini stabala od kojih oblovina potječe. Drvna industrija 11-12: 187-195.
Bojanin, S., 1972: Debljina i postotak kore oblovine poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl). Šumarski list 7-8: 267-277.

- Bojanin, S., 1974: Primjena metode trenutačnih opažanja (MTO) za studij vremena kod obaranja i izrade jelovih stabala. Šumarski list 12: 483-504.
- Bojanin, S., 1975: Guljenje kore proizvoda eksploatacije šuma (rukopis), p. 14.
- Bojanin, S., 1987: Žičare, Šumarska enciklopedija 3, II. izdanje, JLZ: »Miroslav Krleža«, Zagreb, 651-657.
- Bojanin, S., 1990. Problem eksploatacije prorednih sastojina u SR Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse 26:483-495.
- Bojanin, S., S. Sever & B. Tomičić, 1978: Komparativna istraživanja obaranja stabala, izrade i transporta jedometarskoga i višemetarskoga prostornog drva bukve i hrasta (rukopis), Pakrac-Zagreb, p. 43.
- Bojanin, S. & S. Sever, 1983: Harvester, Šumarska enciklopedija 2, II. izdanje, JLZ »Miroslav Krleža«, Zagreb, 50-51.
- Bojanin, S., A. Krpan & J. Beber, 1987: Problem izvlačenja drva iz prorednih sastojina (rukopis), Zagreb, p. 52.
- Bojanin, S., A. Krpan & J. Beber, 1988: Sječa, izrada i privlačenja drva u prorednim sastojinama u nizini uz primjenu lančanog sustava rada (rukopis), Zagreb, p. 49.
- Bojanin, S. & S. Nikolić, 1988: Sječa, izrada i transport šumskih sortimenata hrasta lužnjaka u Istočnoj Slavoniji, Glasnik za šumske pokuse 24: 483-494.
- Bojanin, S., A. Krpan & J. Beber: 1989: Komparativno istraživanje sječe i izrade u prorednim sastojinama hrasta lužnjaka i crne johe. Šumarski list 11-12: 591-601.
- Bojanin, S. & A. Krpan, 1991: Holzernte in hiebsreifen Buchenbeständen in Kroatien, Das XXV. Internationale Symposium »Mechanisierung der Waldarbeit«. Sammelbuch von Referaten des Symposiums. 09-13 September 1991. Barsia - Bulgarien, 15-29.
- Benić, R., 1983: Koranje. Šumarska enciklopedija 2, 2. izdanje, JLZ »Miroslav Krleža«, Zagreb, 278-279.
- Brown, N. C., 1950: Forest Products, New York, London, p. 399.
- Bruči, V., & F. Mamić, 1987: Spanplatten mit orientierten Eigenschaften (OSB) für das Bauwesen. Holz als Roh- und Werkstoff.
- Conway, S., 1976: Logging Practices, Miller Freeman Publications, Inc. p. 416.
- Dietz, P., 1986: Ernte und Verwendung von Buchen - Industrieholz. 18th IUFRO World Congress Division 3. Forest operation a. Techniques, Ljubljana, 35-41.
- Đoković, P., 1986: Prilog optimizaciji tehnologije iskorišćivanja topolovih zasada sa aspekta proizvodnje drveta za celulozu uz racionalno korišćenje ukupne biomase (disertacija), Beograd, p. 245.
- Eisenhauer, G., 1985: Schwachholzernte rationell, A I D 161.
- Gayer, K., & L. Fabricius, 1949: Die Forstbenutzung, Vierzente Auflage, Berlin und Hamburg, p. 733.
- Guglhör, W., & M. Plettenberg, 1975: Untersuchungen zum Rücken von Schwachholz aus Durchforstungen mit funkgesteuerter Farni - Winde und Klemmbankschlepper. Forstliche Forschungsanstalt, München, Forschungsberichte, Nr. 24, p. 61.
- Häberle, S., 1974: Motorsäge oder Hochmechanisierung. Holz-Zentralblatt, Stuttgart, Nr. 71, Juni, 1083-1087.
- Hafner, F., 1964: Der Holztransport, Wien, p. 460.
- Hakkila, P., H. Kalaja, M. Salakari & P. Valonen, 1977: Whole tree harvesting in the early thinning of pine, Folia Forestalia 333, Institutum forestale Fenniae, Helsinki, p. 58.
- Hakkila, P., Leikola & M. Salakari, 1979: Production, harvesting and utilisation of small sized trees, Sarja B., N. 0466, Helsinki, p. 163.
- Hakkila, P., 1989: Logging in Finland, Acta forestalia Fennica 207, p. 39.
- Hedman, H., 1986: The horse in forestry. Small Scale Forestry, Nr. 1, 13-17.
- Herpay, I., B. Marosvolguy & B. Rumpf, 1984: A faapritek termelésé. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, p. 126.
- Hilf, H. H., K. Rubner, 1955: Der Hauungsbetrieb, Neudammer forstliches Lehrbuch, 11 Auflage, 1. Band, 4. Lieferung, Neumann Verlag, Radebeul, Berlin, 92-618.
- Kenneth, J. P., & G. Stencil, 1972: Logging and Pulpwood Production, The Ronald Press Company. New York, p. 453.
- Kollmann, F., 1966: Holzspanwerkstoffe, Berlin, Heidelberg, New York, p. 821.
- König, E., 1958: Sortierung und Pflege des Holzes, 2. Auflage, Stuttgart, p. 300.
- Krpan, A., 1986: Kora bukve sa stanovišta eksploatacije šuma, Kolokvij o bukvi, Šumarski fakultet, Zagreb, p. 77-88.
- Lovrić, N., 1987: Metoda planiranja otvorenosti šumskih predjela i cestovne infrastrukture za potrebe privredivanja sastojina u nizinskim poplavnim područjima. Šumarski list: 3-4:122-134.

- Loycke, H. J., 1962: Maschineneinsatz im Forstbetrieb. Mechanik des Schleppers im Forsteinsatz. Forsttechn. Informationen, Februar.
- Mateev, A., 1981: Infrastruktur bei der Holzrückung unter Gebirgsbedingungen. Das XV Internationale Symposium »Mechanisierung bei der Forstnutzung«, Sammelbuch von Referaten des Symposiums. 23-29. August 1981. Thessaloniki - Griechenland, 253-264.
- Müller, U., 1923: Lehrbuch der Holzmesskunde, 3 Aufl. Berlin.
- Panjko vić, Z., & V. Bruči, 1991: Utjecaj različitih vrsta drva na fizičko-mehanička svojstva troslojnih iverica. Drvna industrija 3-4:55-60.
- Pfeifer, K., 1977: Vergleich zwischen Seilkran und Maschinenweg - erschliessung am Beispiel Strahlegg. Bericht Nr. 169 der Eidgen. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH 8903 Birmensdorf, p. 46.
- Staf, K. A. G. & N. A. Wiksten, 1984: Tree harvesting techniques. 1984. Martinus Nijhoff Dr W. Publishers. Dordrecht Boston Lancaster, p. 371.
- Szepesi, L., 1978: Fakitermelés gepesítésének optimalizálása. MEM. Mérnök - es Vezető-továbbképző Intézet, Budapest.
- Trzesniowski, A., 1986: Holzernte in Gebirge Österreichs. 18th IUFRO World Congress Division 3, Forest operation a. techniques, Ljubljana, 168-179.
- Ugrenović, A., & R. Benić, 1957: Eksploatacija šuma, Zagreb, p. 481.
- Uusvaara, O., 1974: Properties of saw dust utilized in industry. Commun. Instit. For. Fenn. 83.1.
- Vojevoda, D.K., 1972: Nižnje lesnie sklady, Spravočnik. Lesnaja promišljenost', Moskva, P. 286.
- Proizvodi eksploatacija šuma, Drvo za drvne ploče, JUS D. B5.024, 1984.

PRODUCTION OF PULPWOOD AND WOOD FOR
BOARDS (FELLING, PRIMARY CONVERSION AND
TRANSPORTATION)

Summary

The article deals with felling, primary conversion, and the transportation of pulpwood and board timber. Of the whole yearly cut in Croatia, the cordwood amounts to 45.9% (13.8% goes for pulpwood and board timber; 32.1% goes for fuelwood). In mature stands of beech the cordwood amounts to 40%, in oak stands 20%, and in the fir and spruce stands only 3.3%.

Felling and primary conversion are done with power saws. Particularly in thinning, conversion of long-length logs is preferred. When compared to the conversion of 1 m-lengths, in the conversion of 4 m-lengths time consumption diminishes by 2.5 times, twice in the conversion of 3 m-lengths. The problems of application of the multi-process machines, chipping in woods and on landings, and mechanical debarking, are all dealt with in the article.

In primary transportation various wheeled, mostly mounted-winces-tractors, are used with tree-length, semi-tree length and long-length-log-systems. In the assortment system forwarders are used.

Major transportation of wood is done by trucks, railway and on waterways. Long-distance transport of chips is also presented.

And finally, mill-woodyards as processing sites are also presented.

Author's address:
Stevan Bojanin & Vladimir Bruči
Faculty of Forestry
41 000 Zagreb. P.O. Box 178
Croatia

ĐURO RAUŠ, JOSO VUKELIĆ, ŽELJKO ŠPANJOL
& TATJANA ĐURICIC:

ISTRAŽIVANJA SUKESIJE CRNIKOVIH ŠUMA NA TRAJNOJ POKUSNOJ PLOHI (br. 36) NA RABU

THE RESEARCH ON THE SUCCESSION OF THE MEDITERRANEAN OAK FORESTS ON THE CONTINUAL PLOT (Nr. 36) ON THE ISLAND OF RAB

Prispjelo: 14. III. 1994.

Prihvaćeno: 18. III. 1994.

Autori su u radu obradili sinekološke uvjete koji vladaju na otoku Rabu. Istaknuli su posebno značenje geomorfološkog položaja i reljefa otoka Raba, geološku podlogu, tlo i klimu.

Detaljno je obrađena vegetacija i njezin biljnografski položaj. Napose su dobro obrađene šumskovegetacijske jedinice, a detaljno je opisana šuma hrasta crnike i crnog jasena u kojoj je i postavljena trajna ploha za istraživanje sukcesije u osnovnoj zajednici našeg eumediteranskog područja.

Prikazana je struktura sloja drveća u istraživanoj trajnoj plohi, koja je izmjerena 1983. i 1993. godine. Razlika u ta dva mjerenja iznosi 10,00 m³, što tvori tečajni godišnji prirast od 1,00 m³.

Praćeno je prirodno odumiranje broja stabla hrasta crnike i drugih vrsta u borbi za opstanak. Na taj je način praćena prirodna progresivna sukcesija šuma hrasta crnike na Rabu. Rezultati istraživanja prikazani su tablicama, grafikonima i tekstualnim zaključcima.

Ključne riječi: Otok Rab, sinekologija, vegetacija, šuma hrasta crnike, struktura, prirast, sukcesija.

UVOD – INTRODUCTION

Grad Rab (103,31 km²) obuhvaća otok Rab s manjim otočićima (86,14 km²), otok Sv. Grgur (6,68 km²), otok Goli (4,73 km²), otok Dolin (4,68 km²), otoke Laganj Veli i Mali (0,27 km² i 0,05 km²), otoke Dolfin Veli i Mali (0,27 km² i 0,01 km²) otok Trstenik (0,34 km²), otok Maman (0,13 km²) i niz manjih otčića i hridi.

Smještena na kvarnerskom prostoru, rapska otočna skupina nalazi se na izuzetno povoljnom geografsko-prometnom i geografsko-turističkom položaju u odnosu na europsko i domaće turističko emitivno tržište.

Možemo slobodno reći da su šume otoka Raba njegovo najveće prirodno bogatstvo, prepoznatljiv simbol, uz otok Mljet, najzelenijeg otoka na Jadrana. One su osnova njegova cjelokupnog turističkog, a djelomično i gospodarskog značenja. Povijest Raba odražava se u odnosu prema šumi. I sam toponim Arba, kako navodi *M a r k o v i ć* (1987) potječe od njegova indoeuropskog korijena arb-što znači »mrk« ili »taman«. Od korijena arb-nastalo je mnogo toponima. Prema tomu toponim Arba bi značio »Crni otok« (»Taman otok«). Ime je vjerojatno motivirano šumovitošću otoka, koja je u davna vremena bila mnogo veća nego danas. Znamo da je u starim crnikovim šumama mračno i tamno zbog toga što njihova gusta krošnja propušta malo svjetla, i zbog mrke boje kore starih stabala i tamne zelenomaslinaste boje lista. I u novom grbu grada Raba nalazimo vijenac od masline i hrasta crnike (*Quercus ilex*).

Već davno shvaćene višestruke koristi od šuma uvjetovale su kroz stoljeća adekvatnu zaštitu i iskorišćivanje. Iz bogatih povijesnih dokumenata o rapskom šumskom fondu i njegovoj gospodarskoj važnosti možemo zaključiti da se na to prirodno bogatstvo pazilo u okviru ondašnjih spoznaja i potreba. Ne možemo reći da nije bilo neracionalnog iskorišćivanja zbog dobivanja ogrjeva ili zbog ispaše te nepoznavanja osnova ekoloških čimbenika tako da je šuma mnogo devastirana, a ponegdje je i nestala, ali ipak većim je dijelom sačuvana, najčešće kao srednja i niska šuma, a ponegdje s ostacima izvorne stare crnikove šuma npr. specijalni rezervat šumske vegetacije Dundo.

Danas na Rabu imamo 3324 ha šume i šumskog zemljišta.

Najznačajnija šuma na Rabu je Kalifront. Površina joj je 1266,85 ha, od toga su 1164,3 ha gospodarske, dok 102,56 ha otpada na šume s posebnom namjenom – specijalni rezervat šumske vegetacije Dundo, neobraslo je 2,81 ha, a neplodno zemljište 68,1 ha. Prva gospodarska osnova za tu šumu sastavljena je 1893. godine.

Na dijelu toga šumskog kompleksa na površinu od 98,8 ha u predjelu uvale Sv. Mara nalazi se Nastavno-pokusni šumski objekt Rab (NPŠO) za potrebe obrazovanja visokostručnih kadrova i znanstvenoistraživačkog rada. Njime gospodari Šumarski fakultet. U sklopu šuma NPŠO Rab u odjelu 8e postavljena je trajna pokusna ploha br. 36 za potrebe znanstvenoistraživačkog rada na projektu »ČOVJEK I BIOSFERA«.

RELJEF I GEOMORFOLOŠKI POLOŽAJ THE RELIEF AND GEOMORPHOLOGY

»Reljef otoka Raba zonalne je strukture. Definiran je dobro izraženim grebenom Kamenjaka, vapnenačkog sastava, na sjeveroistoku. Zatim slijedi dvojna flišna udolina (supetarsko – mundanijska i komporska), s erozijsko-derazijskim grebenom, oblikovanim u flišu, te kalifrontska zaravan u kršu na jugozapadu. Sjeverozapadno od grebena Kamenjaka oblikovano je osim toga erozijsko-derazijsko područje poluotoka Lopara« (*T o m u l i ć* 1987).

U morfostrukturnom smislu, kako navodi *T o m u l i ć* (1987), na otoku Rabu izdvajaju se dva osnovna tipa morfostrukture, i to: denudacijsko-tektonski i denudacijsko-akumulacijski.

U kategoriju denudacijsko-tektonskog tipa morfostruktura ulazi greben Kamenjaka i zaravan Kalifronta, dok u kategoriju denudacijsko-akumulacijskog reljefa spadaju brežuljkasto područje poluotoka Lopara i flišne udoline komporska i supetarsko-mundanijska, sa središnjim grebenom u flišu od poluotoka Gonara do Raba (mundanijski greben). Longitudinalno pružanje četiriju osnovnih morfostrukturnih reljefnih jedinica njihovo je osnovno morfološko svojstvo.

EGZOGENI OBLICI I PROCESI EXOGENOUS FORMS AND PROCESSES

Egzogeni oblici i procesi koji utječu na obilježja reljefa otoka Raba su prema Tomuliću (1987) sljedeći:

- Padinski (derazijski) oblici i procesi
- Abrazijski oblici i procesi
- Krški oblici i procesi
- Eolski oblici i procesi
- Antropogeni oblici reljefa

U konačnoj reljefnoj slici otoka Raba imaju veliko značenje antropogeni oblici reljefa. Vezani su u prvom redu za sam grad Rab kao i za ostalih 7 naselja na otoku (Lopar, Supetarska Draga, Mundanije, Banjol, Barbat, Palit, Kampor). Pored navedenih, mogu se izdvojiti i turistička naselja, San Marino i Suha Punta. Izgradnja prilaza, uređenja kupališta, podzidavanje i pravljenje betonskih terasa na samoj obali u mnogome su izmijenili obalski prostor. U svim naseljima na obali izgrađena su pristaništa i mola. Osim tog u Supetarskoj Dragi i samoj luci Rab izgrađene su marine zbog čega je trebalo nasipavati relativno dobar dio obale. Upravo stoga otvoreni su novi veliki površinski otkopi za eksploataciju, uglavnom vapnenca, koji su dalji ekskavacijski reljefni oblici.

Tradicionalna agrarna prenaseljenost uvjetovala je da stanovništvo ono malo obradivih površina i ljetina zaštićuje od vjetrova i bujica, te stoke (ovce i koze). Posebno je to izraženo na području grebena Kamenjak gdje je u tu svrhu izgrađeno mnogo suhozida. Na padinama gdje derazijski procesi imaju veći intenzitet, njihove su podzidane i ograđene suhozidinama koje ih štite od spiranja. Na taj način stvoren je karakterističan terasasti izgled posebice na jugozapadnoj i jugoistočnoj strani središnjeg grebena u flišu, te jugozapadnoj strani grebena Kamenjak.«

KAMENJAK- THE KAMENJAK

Vapnenački greben Kamenjaka je najviša i najveća reljefna jedinica. U morfostrukturnom smislu čini greben antiklinalu. Pruža se od najjužnije točke rta Gavranića do najsjevernijeg rta Sorinja (21 km), s najvišim vrhom od 410 metara (Kamenjak ili Tinjaroša) (Tomulić 1987). Brusić (1926) navodi da cijeli brdski lanac zovu Tinjaroša (Tignarossa), a u 14. stoljeću nosio je ime Kamenjak (Camignacco). Turk (1989) piše da je najviši vrh Straža, Štander ili Kamenjak visok 408

metara. Gotovo sva literatura navodi tu visinu. Asimetričnog je izbačaja. Prema Velebitskom kanalu dominiraju veoma strme padine (nagibi 30° do 35°), koje često završavaju strmcima i preko 55° (od rta Krklanta do hridina Raposta). Takvi odnosi nagiba odraz su antiklinalne građe terena. Krila padine su ustrmljena posebno u njezinu sjeverozapadnom dijelu, gdje je ona gotovo uspravna. Jugozapadna padina Kamenjaka prema flišnoj udolini supetarsko-mundanijskoj je nešto blaža (nagibi 16° do 35°). Sjeveroistočna strmija padina s nagibima od preko 55° te izloženost buri i soliki uvjetovala je intenzivno okršavanje te padine (Tomulić 1987). Zastupljeni su svi razvojni oblici škraparina, formirane su sipine na mnogim mjestima, česta su urušavanja s odronima. Posebno je kretanje kršja niz padinu jako izraženo tamo gdje prevladava završna faza škrapara, tzv. grohot. Takvi geomorfološki oblici osobito su izrazili na lokaciji od rta Krklanta do rta Njivica i dalje na sjeverozapad do rta Raposta. Vrlo su česte jaruge ili drage koje su nastale »oštećenjima« stjenjskih masa poprečnim rasjedima smjera sjeveroistok-jugozapad. One su uglavnom suhe i imaju prema Tomuliću (1987) vrlo velik nagib od 16° do 35° .

Greben Kamenjak transverzalno siječe jedna jedina dolina, koja je tektonski predisponirana i u koju su tokovi nanijeli materijal te se ona obrađuje, a njome cesta vodi iz Supetarske Drage za Lopar.

Za dio u podnožju Kamenjaka od Banjola preko Barbata do Pudarice može se reći da je zapravo podgorska stepenica. Ona se reljefno ističe valovitim izgledom i tipični je glacis. Karakterizirana je blagim nagibom 3° do 5° i u svom ocrtu ima karakter kosine (Bognar i dr. 1989). Za nju je značajan bogat vegetacijski pokrov. Ona čini i glavne poljoprivredne površine na ovom dijelu otoka. Po svom geomorfološkom sastavu utvrđeno je da je nastala mehaničkim trošenjem, destrukcijom flišnih sedimenata, koji su nekad pokrivali i sam Kamenjak, te raspadnutoga vapnenačkog kršja. Ti su procesi tekli posebno u suhim i hladnim razdobljima pleistocena, posebice posljednjega würmskog glacijala. Velik broj plićih draga i jaruga koje se vežu za vapnenački greben Kamenjak, kao što su Vapaškala, Kamporale, Miška draga, Dražina, Jurića draga, a kod Sv. Damjana i draga Pećina, koja je razvijena dinarskim smjerom pružanja, upućuju na to da je podgorska stepenica u recentnom razdoblju u fazi destrukcije.

Sam vršni dio grebena Kamenjaka je zaravnjen, što pokazuju i nagibi vrijednosti 6° do 15° i vrlo mala reljefna energija (30 do 100 m/km²) (Tomulić 1987). Čini relativno usku kršku zaravan s mnogo škrapastih površina i manjih ponikava.

POLUOTOK LOPAR THE LOPAR PENINSULA

Na sjevernom dijelu Kamenjak ima blaže padine, a poluotok Lopar dlanovitog je oblika i blago uranja u more s mnogo plitkih pjeskovitih uvala i dražica. Poluotok je flišne građe i prema morfostrukturnom smislu pripada kategoriji denudacijsko-akumulacijskog reljefa, što znači da je u geološkoj prošlosti bio sinklinalni podmorski akumulacijski prostor. Poslije u neotektonskoj fazi taj je kraj bio uzdignut i egzogenim procesima brežuljkasto oblikovan.

Reljef poluotoka su raščlanili i oblikovali razni procesi ispiranja, jaružanje i osipanje, dok je morfološki oblik obale uvjetovan jakim abrazijskim djelovanjem

valova. U reljefskoj strukturi poluotoka ističu se jake i zaobljene glavice, koje su odvojene međusobno sedlima. Za njih se vežu nasuprotne jaruge (koje su usječene u fliš i koje završavaju proluvijalnim materijalom) ili doline.

Na poluotoku Loparu zamjećujemo pojavu specifičnih mikroreljefnih formi, kao što su zemljane piramide, kule, stupovi, oblici glava i slično. Njih su opisivali razni autori, koji navode njihove dimenzije od 0,5 do 5 m (P o l j a k 1933, u: T u r k 1989). Zanimljivo je što pojedine piramide i kule imaju konkavne strane. Diferenciran utjecaj ispiranja posljedica je raznolikosti vegetacijskog pokrova, točnije gustoće korijenske mreže, tako da kod mnogih na vrhu nalazimo gusti vegetacijski pokrov koji ih štiti od daljnjih erozijskih procesa. Neki od tih oblika nemaju vegetacijski pokrov i izloženi su bržim razaranjima zbog jakih erozijskih procesa. Najljepše forme takvih mikroreljefnih oblika nalazimo u sjeverozapadnom dijelu poluotoka Lopara u predjelu V. Baras iznad uvala Stojan i Zaškoljići. Manje piramidalne oblike i kule možemo naći i na međudolinskim rebrima između uvala Zaškoljići i Sturić te Dolac, Pod Šilo, Saramić. Te su geomorfološke specifičnosti uvjetovale, na prijedlog Republičkog zavoda za zaštitu prirode, zaštitu ovog dijela poluotoka Lopara.

Važno je napomenuti da je do intenzivnog jaružanja i ispiranja na poluotoku Loparu došlo zbog velike devastacije izazvane intenzivnim stočarstvom u prošlosti, ponajprije koza i ovaca. S geološkomorfološkog aspekta zanimljivo je da se ti specifični mikroreljefni oblici pojavljuju obično tamo gdje je najdublje rapsadnut površinski sloj fliša. Na to upućuje pretežno siltovit materijal od kojega su napravljene forme. Prema M a l e z u (1974. u: T u r k 1989) kvartarne naslage koje leže na flišu čine humus, pjeskulja zemlja, žučkasto-crvenkaste gline i pijesak s glinovitim primjesama. Debljina slojeva fliša je različita. Također i boja tih piramida i kula varira ovisno o sastavu. Najčešće su crvenkasto-smeđi, dok su najljepši oblici formirani na lesoidnim žučkasto-crvenkastim glinama. Prema B r u s i ć u (1926) najviši vrh na poluotoku ima 92 m. T o m u l i ć (1987), T u r k (1989), B o g n a r i dr. (1989) navode visinu od 87 m, dok na bližim otočićima Sv. Grgur najviša visina iznosi 232 m, a na Golom 230 m.

MUNDANIJSKI GREBEN THE MUNDAN CLIFF

Središnji dio eocenske sinklinale čini blaga brdska kosa Vrsi (Mundanijska kosa). Ona se proteže sredinom otoka, a ostala je povišena zbog modeliranja dviju glavnih dolina na otoku. Poprimila je brežuljkasti reljefni oblik s relativno dobro izraženim grebenom. Proteže se paralelno s brdom Kamenjakom u smjeru jugoistok-sjeverozapad. To mundanijsko-gonarsko pobrđe, blagih padina, proteže se u dužini od 9 km, od Gonara do Druge i Treće padove (druga i treća uvala) u Banjolu, a širina se kreće od 500 do 1500 metara (B o g n a r i dr. 1989). Njezin nastavak su i otoci Maman, Sridnjak i Sajlovac. Po sastavu i građi razlikuje se od Kamenjaka i Kristofora. To je flišno pobrđe, u čijoj reljefnoj strukturi dominiraju smjene glavica i sedala. Takav izgled s glavicama-vrhovima vjerojatno je razlog da narod taj humski kraj zove Vrsi. Visine tih glavica su različite, a najviša je Veli mel kod poluotočića Gonara od 131 m (M a š k a r i n 1981). Njihovim regresivnim pomicanjem došlo je do odnošenja, odnosno gubitka materijala u vršnom dijelu pobrđa, pa su nastala sedla. Obje padine središnjega flišnog pobrđa (Mundanijske kose) izbrazdane su nizom jaruga i dolinica.

KALIFRONT THE KALIFRONT

Sama krška zaravan Kalifront najzeleniji je dio otoka s najvrednijom šumom. Nastala je zbog rubne korozije u prijašnjim toplim i vlažnim klimatskim uvjetima. Antiklinalna struktura Kalifronta uvjetovana je naknadnim pokretima i izdizanjem u postecenskom razdoblju, koje je najvjerojatnije bilo višekratno (T u r k 1989).

Zaravan Kalifront ili Zeleni rt (Capo fronte, Caput frondis) (Brusić 1926) pruža se »od rta Kalifront do rta Frkanj u dužini od 9 km, a najveća mu je širina na potezu rt Planka na jugozapadu do Kamporske uvale 3 km (točnije 2950 m). Predstavlja greben antiklinalu slično kao i greben Kamenjaka, s tim da je u posteocenskom razdoblju greben okršavanjem zaravnjen pa danas ima sve osobine zaravni u kršu. Kredna antilinala je imala asimetrični izbačaj sa strmije nagnutim sjeveroistočnim krilom (cca 40° do 50°). Takovi odnosi građe utjecali su na današnju asimetriju zaravni. Zaravan je blago iskošena od sjeveroistoka prema jugozapadu; sjeveroistočni rub zaravni relativno strmo kontaktira prema kamparskoj flišnoj udolini i moru (nagibi 6° do 15°) dok prema jugozapadu nagibi se kreću od 3° do 5°. U prilog tome govori i veća duljina jaruga i derazijskih dolina koje su usmjerene prema jugozapadu. Relativna energija reljefa zaravni je samo nešto veća od 30 m/km². Nadmorska visina zaravni kreće se od 50 do 70 m. Izdvaja se niz nešto povišenijih i blago zaobljenih glavica od 80 do 94 m, koje su uglavnom vezane za sjeveroistočni dio zaravni« (T o m u l i ć 1987). Najviši je na predjelu u blizini lokve Runjka, u predjelu Plogar, visine 94 m (M a š k a r i n 1981). Reljef blago valovitog Kalifronta karakteriziraju plitke udoline ili drage (derazijske doline), koje su uglavnom usječne poprečno na dinarski smjer pružanja poluotoka. Raspored je draga češljastog očrta i odražava antiklinalni i morfostrukturni karakter Kalifronta. Te su drage, tj. doline, kraće i strmije prema sjeveroistoku, a duže i pliće prema jugozapadnoj strani. Najveća je draga Marganjaska, koja završava u Kamporskom polju. Veći broj ih je na jugozapadnoj strani Kalifronta, npr. draga Glogote, Dundova dražica, Valsika, Planka, Perla, Tepli bok i dr., koje su u svom donjem dijelu potopljene u prekrasne uvale. Kroz neke drage teku povremeni vodoeni tokovi (T u r k 1989).

Obale Kalifronta su uglavnom niske i stjenovite s pojavom niza abrazijskih krških oblika (škrape i pećine). Ima i ponikvi koje su malobrojnije i uglavnom plitke. Razlike u intenzitetu izdizanja u odnosu na greben antiklinalne Kamenjaka uvjetovale su današnji nešto niži položaj zaravni Kalifronta. Iako nema fragmenata flišnog pokrova kao na Kamenjaku, može se pretpostaviti da je fliš nekada pokrivaio i Kalifront, s tim da je naknadno ekshumiran (B o g n a r i dr. 1989).

Vapnenički greben dalje teče potpuno paralelno s Kamenjakom do jugoistoka, gdje završava poluotokom Frkanjom, da bi se dalje spustio u more, a onda opet izdigao iz mora na otoku Dolinu, koji se dinarski proteže na obalu Raba u dužini od 8,6 km. Jugozapadno krilo antiklinalne je destruirano i potopljeno u Paškom kanalu. Geomorfološki otok Dolin je vapneni greben koji se postupno širi i diže prema jugoistoku, gdje dosiže i najveću visinu od 114 m (Veli vrh) i 118 m (Samotovac) (B r u s i ć 1926) i širinu od 900 m. Od reljefnih oblika u središnjem dijelu otoka susrećemo tzv. sedla, a na jugoistoku glavice (B o g n a r i dr. 1989).

Obale Dolina su niske i stjenovite, s tim da u jugoistočnom djelu ima pojava abrazijskih krških oblika (pećine), a mjestimično i manjih klifova s potkapinama (B o g n a r i dr. 1989).

RAPSKE UDOLINE THE RAB VALLEYS

Udolinsko-brežuljkasto područje središnjeg dijela otoka, koje čine supetarsko-mundanijska i kamporska udolina i greben između njih, oblikovano je u flišu. Udoline su izdužene dinarskim smjerom pružanja sjeverozapad-jugoistok. Morfostrukturno gledajući, ulaze u kategoriju denuncijsko-akumulacijskog tipa reljefa.

SUPETARSKO-MUNDANIJSKA UDOLINA THE SUPETAR-MUNDAN VALLEY

»Supetarsko-mundanijska udolina je najduža. Pruža se od uvale Supetarske Drage do Banjola na jugoistok u dužini od 5,5 km. Širina se kreće od 300 do 400 m, a visine od 0 do 80 m. U svom poprečnom profilu ona je asimetrična s tim da joj je sjeveroistočni kontakt prema grebenu Kamenjaka označen nagibima od 16° do 35°, a jugozapadni kontakt prema središnjem grebenu u flišu s nagibima 6° do 15°. Po svom postanku vezana je za kontakt eocenske flišne sinklinale i antiklinale Kamenjaka. Rubni položaj udoline vezan je za horizontalna pomicanja odnosno rasjede poprečnog smjera sjeveroistok-jugozapad koji su upravo uz rub sinklinale razlomili stijenski kompleks. To je bilo od odlučujućeg značenja i osnovna predispozicija fluvijalne i derazijske disekcije. U udolini formiralo se lokalno razvođe koje se nalazi u prostoru naselja Mundanije, dakle u njenom jugoistočnom dijelu. Visina razvođa kreće se oko 80 metara nadmorske visine. Od njega prema sjeverozapadu i prema jugoistoku oblikovane su dvije doline koje su nastale fluvijalnom erozijom vodotoka Velog potoka draškog koji je duži (5,5 km) i Velog potoka banjolskog koji je kraći (3,6 km). Sudeći po dužinama vodotoka i položaja razvođa udolina je asimetričnog ocrta u svom uzdužnom profilu, što se može objasniti nešto većom regresijskom erozijskom snagom draškog potoka. Treba, međutim, napomenuti da su oba vodotoka povremenog karaktera jer za vrijeme sušnog razdoblja (ljetu) presuše. Doline prema moru završavaju plavinama deltastog karaktera sastavljenim od silta i mulja. Najvjerojatnije su plavine nastale tokom mlađeg kvartara. Dijelom su potopljene. Ukazuje na to muljevito dno i velike pličine. Smanjivanje količine vlage u novijoj geološkoj prošlosti utjecalo je na smanjenu eroziju tokova i transport materijala. Zbog toga su do jačeg izražaja došli derazijski procesi posebno na kontaktu udoline s jugozapadnom padinom grebena Kamenjak i sjeveroistočnom padinom središnjeg grebena oblikovanog u flišu. Ukazuje na to pojava niza proluvijalnih plavina u udolinskoj ravni na njenom kontaktu prema okolnom višem prostoru. Intenzitet derazije nešto je jači na padinama grebena u flišu pa je zbog toga udolinska ravan iskošena od jugozapada prema sjeveroistoku« (Tomulić 1987).

KAMPORSKA UDOLINA THE KAMPOR VALLEY

Za kamporsku udolinu Tomulić (1987) navodi: »Slično kao supetarsko-mundanijska udolina i kamporska udolina izdužena je dinarskim pravcem pružanja, a po svom oblikovanju vezana je za kontakt flišne sinklinale i današnje zaravni

Kalifronta koja u strukturnom smislu predstavlja zasječenu antiklinalu. Asimetričnog je poprečnog ocrta s tim da je udolinska ravan iskošena od sjeveroistoka prema jugozapadu. To je i razumljivo budući da je destruktivna snaga morfoloških procesa središnjeg grebena od Raba pa do Gonara (Mundanijski greben) zbog odgovarajućeg klastičnog sastava istog bila intenzivnija. Rezultiralo je to oblikovanjem niza proluvijalnih plavina i deluvijalnih kupa uz sjeveroistočnu udolinsku stranu. Proluvijalne plavine na kraju niza derazijskih dolina koje se vežu za Mundanijski flišni greben i brojne deluvijalne kupe čine jednu sukcesiju nešto višeg terena uz sjeveroistočni rub udolinske ravni. Krajnji sjeverozapadni i jugoistočni dijelovi udoline imaju karakter niskih muljevito-siltovitih obala. Muljevito-siltoviti sedimenti po svom porijeklu vežu se upravo za finiji nanos prethodno spomenutih proluvijalnih plavina i deluvijalnih konusa. Takav karakter sedimentacije uvjetovao je u prošlosti zamočvarivanje tih dijelova kamporske udoline i pojavu močvarne vegetacije.«

LOPARSKA UDOLINA THE LOPAR VALLEY

Treba navesti i loparsku udolinu, poznatiju kao loparsko polje koje predstavlja submontanu udolinu. Ona je nastala na kontaktu flišnih sedimenata loparskog pribrežja i vapnenačkog grebena Kamenjaka. Budeći da greben Kamenjaka ima strmije padine, slijevajuće kiše i bujice utjecale su na razaranje flišne sinklinale na rubu s vapnenom antiklinalom i tu formirale udolinu. Procesi destruktivne bili su izraženi u humidnim razdobljima pleistocena i holocena, kada su i na grebenu Kamenjaka formirani kraći stalni vodeni tokovi. Naknadnim smanjivanjem humidnosti tijekom mlađeg holocena i nestankom stalnih tokova prevladali su padinski procesi. Na taj je način loparska udolina ispunjena bujičastim i deluvijalnim materijalom s padina vapnenačkih grebena Kamenjaka i brežuljkastoga flišnog loparskog poluotoka. Zbog velike količine materijala s pobrđa polje je nagnuto prema jugozapadu kao i kamporsko. I ovdje je formirano razvođe, a u postanku udoline značajna je bila tektonika. Navedenim procesima spiranja formirane su i pješčane siltovite plaže na krajnjem jugoistoku i sjeverozapadu udoline. Donji dijelovi udolina su potopljeni i karakteriziraju ih pličine (Turk 1989).

RELJEF RAPSKIH OTOČIĆA THE RELIEF OF THE RAB ISLES

Dio rapske otočne skupine čine otočići Laganj i Dolfin na jugozapadu te donedavno administrativno pripadajući i poluotok Lun na otoku Pagu. Prema Mamužiću & A. Milanu (1973, u: Turk 1989) »oni su ustvari ostatak razorene strme kredne antiklinale, dok dio otočića Trstenik bliže Cresu ostatak je jezgre blago borane ili jako položene donjokredne antiklinale«.

Promatrajući reljef otoka Raba, možemo uočiti da se visine grebena na otoku snižavaju od sjeverozapada prema jugoistoku, tako da je uočljivo njegovo stepeničasto spuštanje idući od sjeverozapada prema jugoistoku.

GEOLOŠKO-LITOLOŠKA GRAĐA THE GEOLOGICAL/LITHOLOGICAL STRUCTURE

Mam u žić (1962) daje kratki povijesni prikaz geoloških istraživanja otoka Raba. Na njegove se znanstvene postavke nadovezuju sva kasnija istraživanja:

»Podaci iz starije literature jasno ukazuju na činjenicu, da je otok Rab već odavno bio predmetom geoloških istraživanja u manjem ili većem obimu. Najstarije geološke podatke, prema postojećoj literaturi, nalazimo već prije više od stotinu godina, a autor im je G. Stache (1867). On se u svom radu samo u par rečenica osvrće na geološki sastav otoka Raba, a godinu dana kasnije F. Hauer (1868) u preglednoj geološkoj karti bivše austrougarske monarhije u listu X. i tumaču te karte daje najosnovniji pregled o sastavu i strukturi ovog otoka. Prvi veći rad i geološku kartu mjerila 1:144000 daje O. Radimsky (1880), a kasnije je (1903-1904) izašla geološka karta otoka Raba mjerila 1:75000 od L. Wagens i tumač te karte (1911). Isti autor daje 1904. god. opširan prikaz geološkog sastava i strukture otoka Raba, korigirajući ujedno i neke postavke Radimskog. Oba spomenuta autora ne razlikuju se bitno u tretiranju stratigrafsko-tektonske problematike, a njihove postavke održale su se u grubome do danas. L. Wagen (1904) označava starost gornjokrednih vapnenaca kao turonsko-senonsku, za paleogenske foraminiferske vapnence kaže, da su donjoeocenske starosti, a fliške naslage smatra da pripadaju srednjem i gornjem dijelu oceana (viši srednji ocean). Istog mišljenja je za fliške naslage i R. Schubert (1905). J. Poljak (1933) u svome prikazu geomorfologije poluotoka Lopara, također smatra da fliške naslage pripadaju »gornjem nivou srednjeg eocena«. O. Matoušek (1925) navodi da fliške naslage poluotoka Lopara pripadaju eocenu, ali smatra da su kredne naslage prebačene preko fliških naslaga.«

Prema Tomuliću (1987) u građi otoka Raba sudjeluju gornjokredne rede paleogenske kvartarne naslage. Najveću rasprostranjenost imaju naslage krede i paleogena, dok su naslage kvartara mnogo slabije razvijene. Kreda je zastupljena vapnencima s nešto dolomitičnih vapnenaca u bazi. Starost naslaga odgovara turonu i najdonjem senonu. Naslage paleogena su samo manjim dijelom predstavljene vapnencima (foraminiferski vapnenci) nižega srednjeg eocena, dok je sav ostali dio zastupljen laporima i pješčenjacima srednjeg dijela srednjega i gornjega srednjeg eocena, te konglomeratima i brečama gornjeg eocena. One ulaze u sustav sinklinalnih dijelova bora. Naslage kvartara predstavljene su čvršćim ili slabije vezanim siparišnim brečama te vapnenim drobišem pomiješanim s pijeskom i crvenicom, zatim potočnim i bujičnim nanosima u području većih jaruga.

PEDOLOŠKA OBILJEŽJA PEDOLOGICAL FEATURES

Na temelju dosadašnjih rezultata dobivenih terenskim i laboratorijskim istraživanjima (tablica 1. i 2) na području Kalifronta dolaze ova tla (Matić, Rauš & Vranković 1976):

Tablica 1

Izvor: Vranković A. i dr. (1976)

FIZIKALNA SVOJSTVA TLA - Physical properties of the soil								
Tip tla i oznaka profila	Dubina cm	Spec. tež.		Porozitet		Kapacitet za vodu (Novak)		Kz. Vol %
		Stv.	Stp.	Vol %	Ocjena	Vol %	Ocjena	
crvenica na vapnencu R ₁	2-7	1,06	2,48	57,2	porozno	31,5	malen	25,7
	15-20	1,26	2,57	51,0	porozno	35,8	osrednji	15,2
Smeđe tlo na kvartarnim sedimentima R ₃ - eutrično - dvoslojno	5-10	1,14	2,25	54,8	porozno	33,4	malen	21,4
	20-25	1,25	2,59	51,7	porozno	39,7	osrednji	12,0
	45-50	1,51	2,60	41,9	malo porozno	35,5	osrednji	6,4
	75-80	1,61	2,62	38,5	malo porozno	34,3	malen	4,2
Smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol) R ₅	2-7	0,92	2,49	63,0	vrlo porozno	23,2	vrlo malen	39,8
	20-25	1,47	2,64	44,3	malo porozno	32,7	malen	11,6
MEHANIČKA SVOJSTVA TLA - Mechanical composition of the soil								
Tip tla i oznaka profila	Dubina cm	% sadržaj čestica (u Na-pirofosfatu)			Teksturna oznaka			
		2-0,2	0,2-0,02	0,02-0,002	0,002			
Crvenica na vapnencu R ₁	2 - 7	0,5	39,9	25,0	34,6	laka glina		
	7 - 35	0,9	43,5	8,4	47,2	teška glina		
Smeđe tlo na kvartarnim sedimentima R ₃ - eutrično - dvoslojno	2 - 14	1,7	69,3	13,4	15,6	pjeskov. glin. ilovača		
	14 - 35	1,1	70,9	8,6	19,4	pjeskov. glin. ilovača		
	35 - 36	0,7	48,5	10,6	40,2	pjeskovita glina		
	65-120	0,6	45,4	12,6	41,4	laka glina		
Smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol) R ₅	2 - 7	2,5	54,7	18,2	24,6	pjeskovita ilovača		
	7- 65	1,3	45,3	13,4	40,0	laka glina		

Tablica 2

Kemijska svojstva tla
Chemical properties of the soil

Izvor: Vranković A. i dr. (1976)

	Crvenica na vapnencu - R ₁		Smeđe tlo na kvartarnim sedimentima, - eutrično, - dvoslojno - R ₃				Smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol) - R ₅		
	Dubina cm	2-7	7-37	2-14	14-35	35-65	65-120	2-7	7-65
% CaCO ₃	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-
pH H ₂ O	7,9	7,7	7,0	7,1	7,1	7,1	7,1	7,0	6,8
KCl	7,2	6,8	6,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,3	5,6
hidrol.		1,7	5,8	4,4	4,4	4,1	4,1	6,3	6,8
Y ₁									
Adsorpcijski kompleks									
V %	-	96,0	81,2	77,5	85,3	86,0	86,0	86,5	77,1
S	-	26,5	16,4	10,0	16,8	16,6	16,6	26,3	14,8
T - S	-	1,1	3,8	2,9	2,9	2,7	2,7	4,1	4,4
T	-	27,6	20,2	12,9	19,7	19,3	19,3	30,4	19,2
% humusa	7,7	3,0	4,6	1,1	1,1	-	-	8,4	1,7
% N	0,41	0,17	0,21	0,6	0,07	-	-	0,31	0,10
C : N	11	10	13	11	9	-	-	16	10
fizik. akt.									
CaCO ₃ %	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₂ O ₅	1,6	0,6	1,2	0,2	0,6	0,2	0,2	1,0	0,2
MG K ₂ O	47,6	24,8	23,2	10,6	13,2	11,0	11,0	39,2	17,4
100 g									

- crvenica na vapnencu, lesivirana, plitka, glinasta (R₁)
- eutrično smeđe tlo na crvenkasto-smeđim kvartarnim pijescima, tipično, dvoslojni profil (R₃)
- smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), lesivirano, srednje duboko, glinasto (R₅)

Fizikalno-kemijska svojstva tih tala prikazana su u tablicama pa ćemo ih ukratko komentirati.

Smeđa tla na vapnencu i crvenice dolaze na tvrdim mezozojskim vapnencima u obliku mozaika, tj. ne pokazuju površinski jasnu graničnu pravilnost. Razvijena su ili kao površinski plitka ili srednje duboka tla, pretežno u međustjenovitim prostorima. Skelet tla čine veće gromade stijena, koje jednim manjim dijelom strše iznad tla, a više su zastupljene u samom profilu, gdje ih pokriva tanji zemljišni pokrivač.

Unutar samog profila tla dolaze prostorno veći ili manji »džepovi« tih tala, o čijoj veličini ovisi količina tla uopće, kao i njegova dubina, što je u izravnoj vezi s mogućnošću razvoja korijenoskog sustava šumskog drveća. Dakle, tvrda i kompaktna geološka podloga, vapnenac, limitirajući je čimbenik dubine tla odnosno prostorne zastupljenosti soluma.

Ova su tla pretežno plitka, s više stjenovitosti u profilu (i do 70%), dok njihove dublje varijante (srednje duboka) s manje stjenovitosti, a više akumuliranoga zemljišnog materijala dolaze u međustjenovitim prostorima.

Po mehaničkom sustavu to su glinovita tla, pri čemu pokazuju jasnu pravilnost, tj. teža su u dubljem (B) r₂-horizontu. Poroznost im se kreće u širokom intervalu od malo do vrlo poroznih tala.

Kapacitet za vodu je malen do osrednji (crvenice), odnosno vrlo malen (kalkokambisol). One niže vrijednosti kapaciteta za vodu djelomično idu i u korist većeg kapaciteta za zrak (Kz).

Reakcija tla je praktično neutralna kod crvenice, dok je slabo kisela kod smeđeg tla na vapnencu. Adsorpcijski kompleks, u vezi s tim, visoko je zasićen bazama (V%).

S obzirom na količinu humusa ova su tla jako humozna, međutim humusno akumulativni horizont je dosta plitak te su uz dubinu ispod 7 cm ova tla slabo humozna. Također su vrlo bogata dušikom. No odnos C:N u površinskom humusno akumulativnom horizontu (AD₂) kod smeđeg tla na vapnencu indicira na humus slabije kvalitete (sirovi humus).

Što se tiče opskrbljenosti fiziološki aktivnim hranivima, ova tla, a što je dosada u više radova konstatirano, bogata su K₂O, dok su s fiziološki aktivnim P₂O₅ slabo opskrbljena (u tragovima).

Dok crvenice i smeđa tla na vapnencu (kalkokambisol) dolaze na tvrdoj geološkoj podlozi vapnenca, naša eutrična smeđa tla razvila su se na rastresitim kvartarnim sedimentima (R₃). Dolaze djelomično kao profil s različitom litološkom građom (dvoslojni profil), zastupljena su u formi mozaika i u zemljišnim kombinacijama (5).

Temeljem dobivenih rezultata o ovim tlima po mehaničkom sastavu površinski horizont tj. horizont, A i (B) eutričnoga smeđeg tla spadaju u pjeskovito-glinaste ilovače, dok su dublji horizonti I i II glinoviti (pjeskovita glina i laka glina – slojeviti profil). Također su jasne i razlike u poroznosti između genetskih horizonta i dubljih slojeva (I i II) s obzirom na ukupni sadržaj pora. Dok su gornji horizonti porozni, dublji slojevi u profilu su malo porozni.

Kapacitet za vodu je malen do osrednji, ali u ovom slučaju s neznatnim apsolutnim razlikama za cijeli profil. Kapacitet za zrak je, međutim slabiji, odnosno, manji za približno 2 do 5 puta u dubljim slojevima u odnosu na gornje horizonte.

Po reakciji spada u slabo kisela tla, a pH je gotovo konstantan u profilu (pH 6, osim u površinskom horizontu gdje je nešto veći iznosi 6,3).

Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama (V%) visok je i iznosi između 77,5 i 86%.

Po količini humusa jedino je horizont A dosta humozan (4,6%). Dublji horizonti su vrlo slabo humozni, a s obzirom na odnos C:N može se zaključiti da je humus dobre kvalitete.

Što se tiče fiziološki aktivnih hraniva, slabo su opskrbljeni s P_2O_5 kao i crvenice i kalkokambisoli. Međutim, s fiziološki aktivnim K_2O ova tla slabije su opskrbljena i od crvenica i od kalkokambisola. Naime, samo površinski humusno akumulativni horizont spada u klasu dobre opskrbljenosti ovim biljnim hranivom, dok je u ostalom dubljem dijelu profila opskrbljenost tla s K_2O na granici između II. i III. klase, tj. slabe do srednje opskrbljenosti.

Detaljnim terenskim i laboratorijskim istraživanjima na NPŠO Rab utvrđeni su ovi tipovi tala (Vranković, Pedološka karta, 1984):

1. karbonatni koluvij s prevagom zamlišnog materijala, ilovast,
2. koluvijalni nanos s prevagom datritusa stijena, apsolutno skeletno tlo,
3. smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), erodirano, plitko (stjenovitost: 70-90%),
4. smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), tipično, plitko (stjenovitost: 50-70%),
5. smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), lesivirano, plitko do srednje duboko (stjenovitost: 30-50%),
6. smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), lesivirano, skeletno (stjenovitost: 10-30%),
7. smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), lesivirano, srednje duboko do duboko (stjenovitost: 0-30%),
8. distrično smeđe tlo, lesivirano, na crvenkastosmeđim pijescima, dvoslojno, plitko do srednje duboko,
9. distrično smeđe tlo, lesivirano, na crvenkastosmeđim pijescima, dvoslojno, duboko.

Trajna pokusna ploha obuhvaća smeđe tlo na vapnencu (kalkambisol), lesivirano, plitko do srednje duboko (stjenovitost: 30-50%) (br. 5) i smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), lesivirano, skeletno (stjenovitost: 10-30 % (br. 6) te distrično smeđe tlo, lesivirano, na crvenkastosmeđim pijescima, dvoslojno, plitko do srednje duboko (br. 8). (Vranković, Pedološka karta, 1984).

PODNEBLJE CLIMATE

Klimatska obilježja otoka Raba uglavnom su poznata. Objavljeni su značajni radovi u kojima se istražuje klima ili se usput spominju neke odlike rapske klime (Slijepčević 1960, Stipančić 1969, Goldberg 1940, Škreb i dr. 1942, Savezni hidrometeorološki zavod 1969, Penzar 1974, Bertović 1975, B. i I. Penzar 1987, Španjol 1987, Turk 1989 i dr.).

Za klimu otoka Raba i njegovu mikroklimatsku diferencijaciju na sjevernoja-dranskom prostoru, koja je uvjetovana položajem i orijentacijom pojedinih dijelova otoka prema kopnu, odnosno otvorenošću prema moru, bitna su dva geografska čimbenika. To su otvorenost, tj. maritimna ekspozicija prema pučini (K v a r n e r i ć u), zaštitna uloga vapnenačkoga grebena Kamenjaka. O njegovoj ulozi za podneblje Raba piše fra B r u s i ć (1926):

»Ovaj brdski lanac, kao od prirode postavljeni zid, štiti otok od hladnih i suhih sjeveroistočnih vjetrova (bure), tako, da se pod njegovim podnožjem u pramčioku sunča cijeli otok. Kad otok Rab ne bi imao svoj Kamenjak, on bi bio gol i pust, kao što su većim dijelom goli i pusti ostali kvarnerski otoci: Pag, Krk, Cres i Lošinj. Otok Rab dakle uživa blagoslov Kamenjaka, on je dar njegov. Kamenjak plaća mjesto njega dvostruki harač buri, koja nemilo hara i pustoši po njegovim vrhuncima i sjeveroistočnim pristancima«.

Sjeveroistočna strana otoka Raba izložena je buri te je vegetacija zbog ekstremnih uvjeta specifična ili potpuno izostaje. Kao takva ona je i hladnija od jugozapadne vegetacijom bogate strane otoka. I poluotok Lopar, iako zaštićen otocima Sv. Grgurom i Golim, pod jačim je kontinentalnim hladnijim utjecajima.

Klimu otoka Raba prezentiraju podaci meteorološke stanice Rab, koja se nalazi na nadmorskoj visini od 24 m, s geografskim koordinatama 44°45' N i 14°46' E.

Prikaz većine klimatskih osobina odnosi se na razdoblje 1961-1985. Podaci su dobiveni u Državnom hidrometeorološkom zavodu Republike Hrvatske u Zagrebu. Za neka klimatska obilježja preuzeti su iz radova T u r k a (1989) i B. i I. P e n z a r (1987). Prikazi osnovnih klimatskih parametara dani su tablično. Tablice zorno prikazuju klimatska obilježja te nije potrebno dati neka veća objašnjenja.

TEMPERATURA ZRAKA I INSOLACIJA AIR TEMPERATURE AND INSOLATION

Relativno visoke zimske temperature na Rabu najizrazitije su obilježje njegovih mediteranskih klimatskih značajki. Zimski mjeseci imaju srednje mjesečne temperature iznad 7°C. Najhladniji je siječanj (7,1°C). Topla ljeta bitna su odlika klime Raba. Najtopliji je srpanj s prosječnom temperaturom od 23,7°C. Srednja godišnja temperatura na Rabu za promatrano razdoblje 1961-1985. iznosi 14,9°C. Godišnja kolebanja, odnosno razlika između temperatura najtoplijega (srpanj 23,7°C) i najhladnijega (siječanj 7,1°C) mjeseca na Rabu je 16,6°. Na maritimnost klime na Rabu upućuju i međumjesečne razlike srednjih temperatura u godišnjem hodu, odnosno brzina porasta temperatura u proljeće. Naime, najveći porast temperature javlja se upravo između travnja i svibnja (13,0°-17,2°) i iznosi 4,2° (tablica 3).

Uspoređujući rezultate prijašnjih motrenja s razdobljem 1961-1985. moguće je uočiti neke manje razlike koje ne moraju imati veće klimatološko značenje, ali su svakako vrijedne usporedbe. Tako su razlike srednjih godišnjih temperatura zraka (°C) iz različitih razdoblja motrenja sljedeće:

od 1925. do 1940. godine	14,9°C
od 1940. do 1960. godine	15,4°C

Tablica 3

Srednja mjesečna i godišnja temperatura zraka (°C) u Rabu za razdoblje od 1961. do 1985. godine
 Mean monthly and annual air temperatures (°C) in Rab for the period between 1961 and 1985.

Godina	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	God.
1961.	7,4	9,2	11,2	15,5	16,8	21,7	23,0	23,5	21,4	17,2	12,2	8,0	15,6
1962.	8,1	6,8	6,9	13,6	16,8	20,5	22,9	25,8	20,1	16,8	11,3	6,7	14,7
1963.	3,8	4,6	8,6	13,8	18,2	21,6	24,8	23,1	20,2	16,1	15,1	7,6	14,8
1964.	5,6	7,8	9,2	13,2	17,5	23,4	23,7	22,6	19,6	15,7	12,0	8,8	14,9
1965.	8,6	4,4	9,4	11,5	16,2	20,2	23,3	22,2	19,0	15,5	11,9	9,9	14,3
1966.	5,2	10,6	9,3	14,4	17,6	22,1	22,8	23,1	20,6	18,1	10,1	8,8	15,2
1967.	6,6	7,7	10,7	12,6	17,5	20,2	24,9	23,9	20,0	17,2	13,4	8,2	15,2
1968.	5,3	9,0	9,7	14,9	17,9	21,6	23,8	21,5	19,4	16,5	12,6	7,5	15,0
1969.	7,2	7,0	8,9	12,9	18,6	20,2	23,1	22,7	20,5	17,1	13,6	6,4	14,8
1970.	8,4	7,4	8,3	12,0	16,0	21,9	23,4	23,6	21,3	15,3	13,1	8,5	14,9
1971.	8,5	7,9	7,3	14,0	18,6	20,9	25,0	25,4	18,1	14,5	11,6	7,9	15,0
1972.	7,4	9,6	12,4	13,1	16,2	21,5	24,5	22,4	17,5	13,8	11,5	8,6	14,9
1973.	7,8	7,5	8,9	11,2	17,9	21,4	24,0	24,4	21,4	16,0	11,5	8,4	15,0
1974.	8,7	10,3	10,7	13,0	16,4	19,7	23,2	24,8	20,3	11,7	11,7	9,1	15,0
1975.	9,2	7,9	10,6	13,1	18,1	20,2	23,4	22,8	21,7	15,9	11,1	9,0	15,2
1976.	7,5	8,4	7,6	12,9	17,6	21,6	23,8	20,2	17,9	16,3	12,2	8,1	14,5
1977.	9,2	9,8	11,5	12,3	17,5	21,0	23,2	22,2	18,4	16,2	11,6	7,8	15,1
1978.	7,9	7,6	9,9	12,5	15,5	20,1	22,5	22,0	18,5	15,5	10,5	9,2	14,3
1979.	5,8	8,6	11,0	12,2	18,3	23,6	22,7	22,3	19,5	16,0	11,4	9,5	15,1
1980.	6,7	8,4	9,7	11,0	15,4	19,7	22,7	23,9	19,9	15,8	10,2	6,7	14,2
1981.	5,6	5,7	11,0	13,5	16,7	20,8	22,8	23,2	19,4	17,2	9,8	8,5	14,5
1982.	6,8	6,1	9,0	12,4	17,9	22,3	24,8	23,9	22,5	16,5	13,4	9,9	15,5
1983.	8,2	5,7	10,3	13,3	17,7	21,0	26,3	23,6	20,6	16,0	10,5	7,9	15,1
1984.	7,4	6,4	8,4	12,9	15,0	19,6	23,0	22,7	19,0	16,5	12,9	9,8	14,5
1985.	5,0	5,7	9,4	12,9	18,3	20,5	24,9	24,6	21,2	16,5	10,3	10,4	15,0
Srednjak	7,1	7,6	9,6	13,0	17,2	21,1	23,7	23,2	19,9	16,0	11,8	8,4	14,9

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, Zagreb

Prema Turk (1989) broj toplih dana u Rabu prosječno iznosi 84. Gotovo redovito svake godine javljaju se od svibnja do rujna. Jedne godine topli dani zabilježeni su čak u travnju, a prosječno jedan topli dan javlja se u listopadu. Najviše toplih dana ima u srpnju i kolovozu, i to prosječno 26. U ponekim godinama u srpnju i kolovozu bilo je čak i 30 dana (jednom i 31. dan 1962) da se maksimalna temperatura nije spustila ispod 25°C. U lipnju je prosječno 15 toplih dana, dok ih je u rujnu mnogo više nego u svibnju.

Hladni dani u Rabu ne javljaju se svake godine (Turk 1989). Najviše ih je bilo 1963. godine. Javljaju se najčešće u siječnju, u kojem su prosječno 2,5 hladna dana, i u veljači, prosječno 1,5 dan. U ožujku ih je zabilježeno nešto više nego u prosincu, ali u oba slučaja manje nego u veljači. Mali broj hladnih dana na Rabu značajan su argument i potvrda blagih zima. Naime, tzv. studeni dani (maksimalna temperatura 0,0°C) izuzetna su pojava, a ledenih dana u navedenom razdoblju nije bilo.

Najviše vrućih dana u Rabu javlja se, prema Turk (1989), u kolovozu (7,9 dana) i u srpnju (7,2 dana), dok ih je mnogo manje u lipnju (2,0 dana) i u rujnu (0,7 dana). Ljeti se također svake godine javljaju dani s toplom noći. To su dani u kojima je minimalna temperatura jednaka ili viša od 20°C, a meteorolozi ih zovu dani s toplom noći. U Rabu ima prosječno 30,1 takav dan. Uzevši u obzir manji broj dana s toplom noći, kao i sparnih dana koji su neugodni i fiziološki se teško podnose, prostor kvarnerskog kraja, dakle i otok Rab, ugodniji je od južnog dijela naše obale.

Tablica 4

Srednje mjesečne i godišnje minimalne temperature zraka (°C) u Rabu za razdoblje od 1961. do 1985. godine
 Mean monthly and annual minimum air temperatures (°C) in Rab between 1961 and 1985.

Godina	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	God.
1961.	4,2	5,5	7,2	12,2	13,2	17,7	18,0	18,8	17,2	14,0	9,2	5,4	11,9
1962.	5,2	3,8	4,1	10,0	12,7	16,0	18,3	21,1	16,2	13,6	8,6	3,6	11,1
1963.	1,5	1,6	5,3	10,2	14,1	17,7	20,7	19,4	16,9	12,9	12,1	4,9	11,4
1964.	2,3	4,8	6,2	9,7	13,5	18,9	19,3	18,3	15,9	12,3	9,1	6,2	11,4
1965.	5,7	1,5	6,4	8,1	12,3	16,1	18,7	17,7	15,4	11,7	8,8	6,9	10,8
1966.	2,4	8,0	6,0	10,9	13,6	17,6	18,4	19,3	16,7	15,3	7,1	5,8	11,8
1967.	3,9	4,5	7,7	9,0	13,6	16,1	20,3	19,5	16,5	13,9	9,8	4,9	11,6
1968.	2,3	6,6	6,0	11,2	14,2	17,4	18,9	17,5	15,5	13,1	9,5	4,4	11,4
1969.	4,1	4,0	6,1	8,7	14,4	16,1	18,3	19,0	16,6	13,1	10,6	3,3	11,2
1970.	5,6	4,3	4,9	8,5	11,8	17,5	18,6	19,4	17,0	11,6	10,2	5,5	11,2
1971.	5,7	5,0	4,2	10,2	14,8	17,1	20,6	20,9	14,8	10,9	8,4	5,1	11,5
1972.	4,7	7,0	9,3	9,9	12,3	17,2	20,4	18,2	14,2	11,0	8,3	5,9	11,5
1973.	5,1	4,3	5,1	7,8	13,7	17,4	19,9	20,1	17,5	12,5	8,3	5,6	11,4
1974.	5,9	7,7	7,4	7,8	12,6	15,8	18,9	20,1	16,8	8,6	9,3	6,4	11,6
1975.	6,5	4,6	7,6	9,6	14,5	16,5	19,1	18,9	18,3	12,6	8,1	6,3	11,9
1976.	4,7	4,9	3,9	9,2	13,4	17,2	19,4	16,5	14,7	12,9	9,7	5,2	11,0
1977.	6,8	7,3	8,0	8,4	13,4	17,1	19,1	18,3	14,7	13,2	8,6	4,9	11,6
1978.	5,1	4,8	6,7	9,2	12,3	16,0	18,2	17,9	14,5	12,2	7,2	6,6	10,9
1979.	2,8	5,7	8,0	8,6	14,1	19,0	18,8	18,4	16,0	12,6	8,2	6,6	11,6
1980.	4,1	5,2	6,4	7,5	12,1	16,0	18,7	19,6	15,6	12,3	7,6	4,1	10,8
1981.	2,4	3,0	8,0	10,3	13,0	16,7	18,7	19,2	16,5	14,2	7,0	5,4	11,2
1982.	3,7	2,8	5,2	8,7	14,1	18,5	21,0	20,3	19,0	13,4	10,5	7,5	12,1
1983.	5,3	2,6	7,0	10,2	14,0	17,0	21,7	19,9	17,0	12,5	7,2	5,1	11,6
1984.	4,4	3,7	5,5	9,6	11,7	15,6	18,4	18,4	15,6	13,7	10,1	7,0	11,1
1985.	1,8	2,4	6,3	8,9	14,0	16,6	20,5	20,4	17,0	13,1	7,7	7,9	11,4
Srednjak	4,2	4,6	6,3	9,4	13,3	17,0	19,3	19,1	16,2	12,7	8,8	5,6	11,4

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, Zagreb

Važno obilježje klime čine i ekstremne vrijednosti temperature zraka. One imaju posebno značenje za vegetaciju određenog područja. Vidljivo je da razlika apsolutnih ekstrema odnosno apsolutno kolebanje iznosi na Rabu 44,9°C.

Za razdoblje od 1961. do 1985. izmjeren je apsolutni maksimum od 36,7°C, i to u srpnju 1981, i apsolutni minimum od -8,2°C u siječnju 1963. Zanimljiv je podatak da je apsolutni maksimum u razdoblju od 1946. do 1958. iznosio 37°C (VII. 1952). Razlika je u apsolutnom minimumu. Tako u navedenom razdoblju on iznosi -10°C (I. 1947) (Turk 1989).

Srednje mjesečne i godišnje minimalne i maksimalne temperature zraka (°C) na Rabu za razdoblje od 1961. do 1985. godine dane su u tablicama 4. i 5.

B. i I. Penzar (1987) navode za razdoblje od 1962. do 1982. godine 2417 sati prosječnoga godišnjeg trajanja sijanja sunca. Srednje trajanje insolacije kreće se od 11 sati dnevno u srpnju do 3 sata dnevno u prosincu. Dnevni hod takav je da u pojedinom mjesecu svi sati, osim prvih jutarnjih i zadnjih večernjih, imaju približno jednako trajanje insolacije. Ono je najdulje u srpnju, kad u svakom satu od 8 do 16 sati sunce sja prosječno više od 50 minuta. U najtmurnijem mjesecu, prosincu, svi sati između 9 i 15 sati imaju sunca prosječno oko 25 minuta.

Tablica 5

Srednje mjesečne i godišnje maksimalne temperature zraka (°C) u Rabu za razdoblje od 1961. do 1985. godine
 Mean monthly and annual maximum air temperatures (°C) in Rab between 1961 and 1985.

Godina	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	God.
1961.	10,5	13,2	15,6	19,2	20,2	25,4	26,8	28,3	26,1	21,0	15,4	10,6	19,4
1962.	11,1	9,9	9,7	17,6	20,2	24,7	27,3	30,7	24,5	20,9	14,2	9,9	18,4
1963.	6,1	8,3	12,1	17,5	22,3	25,4	29,2	26,9	24,5	20,4	17,4	10,6	18,4
1964.	9,9	10,8	12,5	16,8	21,4	27,7	27,9	26,9	23,7	19,1	15,0	11,8	18,6
1965.	11,3	7,7	12,7	15,1	19,7	24,2	27,3	26,8	22,8	20,2	14,9	12,1	17,9
1966.	8,3	13,0	13,0	18,1	21,6	26,0	26,8	27,4	25,2	21,4	13,3	11,8	18,8
1967.	9,2	10,8	13,8	16,4	21,4	24,1	29,9	28,9	24,2	21,5	16,7	11,4	19,0
1968.	8,4	11,2	13,7	18,8	21,8	25,6	28,1	25,2	23,3	20,5	16,2	11,2	18,7
1969.	10,5	9,9	12,5	16,8	22,6	24,2	27,6	27,2	25,1	22,4	16,6	9,4	18,7
1970.	11,1	10,4	11,4	15,3	19,8	26,0	27,8	28,0	25,7	19,3	16,0	12,1	18,6
1971.	11,1	11,7	10,5	18,0	22,2	24,2	29,7	30,3	22,4	19,3	15,1	11,2	18,8
1972.	10,3	12,4	15,8	16,7	20,0	25,6	28,8	27,2	21,8	17,1	14,7	11,9	18,5
1973.	11,0	11,0	13,1	14,4	21,9	25,6	28,4	29,3	25,9	20,1	14,6	11,1	18,9
1974.	12,2	13,3	14,5	16,7	20,1	23,6	27,7	29,7	24,5	15,3	14,4	12,4	18,7
1975.	11,9	11,8	13,7	17,2	22,3	24,4	28,2	27,3	26,2	20,5	14,4	12,7	19,2
1976.	10,1	12,8	12,1	17,0	22,2	26,2	28,5	24,9	22,0	20,7	15,3	11,2	18,6
1977.	11,6	13,3	15,7	16,7	22,1	25,1	28,0	27,1	23,7	20,7	15,1	12,0	19,3
1978.	11,2	11,0	13,8	16,2	19,8	24,3	27,4	27,4	23,4	20,9	16,2	11,8	18,6
1979.	9,2	12,0	14,6	16,5	23,0	28,3	27,3	27,4	24,5	20,3	15,6	13,5	19,4
1980.	9,6	13,1	13,8	15,1	19,4	23,6	27,2	29,3	25,4	19,7	13,7	10,5	18,4
1981.	9,7	10,0	15,1	18,5	20,9	25,5	27,6	28,5	24,0	20,9	14,0	11,5	18,9
1982.	11,2	11,1	13,5	16,9	22,2	26,7	29,9	29,4	27,9	20,9	17,0	13,1	20,0
1983.	12,5	9,6	14,6	17,4	22,5	25,8	31,7	28,5	25,8	20,7	15,4	11,9	19,7
1984.	11,0	10,2	12,7	17,2	18,8	23,9	28,1	28,1	23,5	20,8	16,7	13,7	18,7
1985.	8,5	9,6	13,1	17,0	22,7	24,9	30,4	30,1	27,0	21,6	14,1	13,6	19,4
Srednjak	10,3	11,1	13,3	16,9	21,2	25,2	28,3	28,0	24,5	20,2	15,3	11,7	18,9

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, Zagreb

NAOBLAKA CLOUDINESS

Prema meteorološkim podacima za razdoblje od 1957. do 1978. godine (Turk 1989) prosječna godišnja naoblaka u Rabu je 5. Kako se izonefa 5 smatra granicom između vedrih i oblačnih prostora, Rab po tome ima prijelazne granične karakteristike. Najoblačnije su studeni i prosinac, kada oblaci zastiru 63% nebeskog svoda, dok su srpanj i kolovoz najvedriji jer je naoblaka samo 33%-34%. Godišnje kretanje naoblake je 3,0. Naoblaka se u proljeće smanjuje u odnosu na zimu, ali je tada relativno velika. Naglo razvedranje nastupa na prijelazu iz proljeća u ljeto, osobito između lipnja i srpnja; kolovoz je također veoma vedar mjesec. Od rujna dolazi do povećanja naoblake i najveći je porast između listopada i studenoga. Porast naoblake u jesen uvjetuje insolaciju mnogo manju nego što je ona u proljeće. Potpuniju sliku godišnjeg hoda naoblake daje mjesečni raspored broja vedrih i oblačnih dana za isto razdoblje. Godišnje je u Rabu približno isti broj vedrih i oblačnih dana. Vedrih ima 93, a oblačnih 91 dan (Turk 1989).

PADALINE PRECIPITATION

Kvarnerski zaljev, znači i otok Rab, okružen je planinskim lancima Učkom i Velebitom, koji primaju velike količine padalina. Rab ima prosječno godišnje 1108,8 mm padalina.

Ukupne srednje količine padalina (mm) u toplijoj polovici godine (lipanj-rujan) u razdoblju od 1961. do 1985. godine iznose za Rab 465,8 mm ili 42% od ukupne godišnje količine padalina (tablica 6).

Razlike za različita razdoblja motrenja postoje i u srednjoj godišnjoj količini padalina (mm):

od 1925. do 1940. godine	1064 mm
od 1940. do 1960. godine	1122 mm

U tom razdoblju s najmanje padalina bila je 1973. s ukupno 766 mm/god., a najvlažnija 1976. s 1560 mm/god. Najveće količine padalina u jednom mjesecu zabilježene su u listopadu 1974. godine, kad su iznosile 383 mm.

U razdoblju od 1961. do 1985. godine na Rabu su bila 54 dana s maglom.

Magle su na Rabu vrlo rijetke. Najčešće su u ožujku. Najmaglovitija je bila 1971. godina s 11 dana s maglom.

Najniža relativna vlažnost zraka je u srpnju kada iznosi 59%, dok su studeni i prosinac s 70% najvlažniji. Godišnji srednjak vlažnosti zraka od 65% pokazuje da je relativna vlaga zraka na Rabu u okviru ugodnosti i povoljnosti za oporavak i boravak ljudi.

Tablica 6

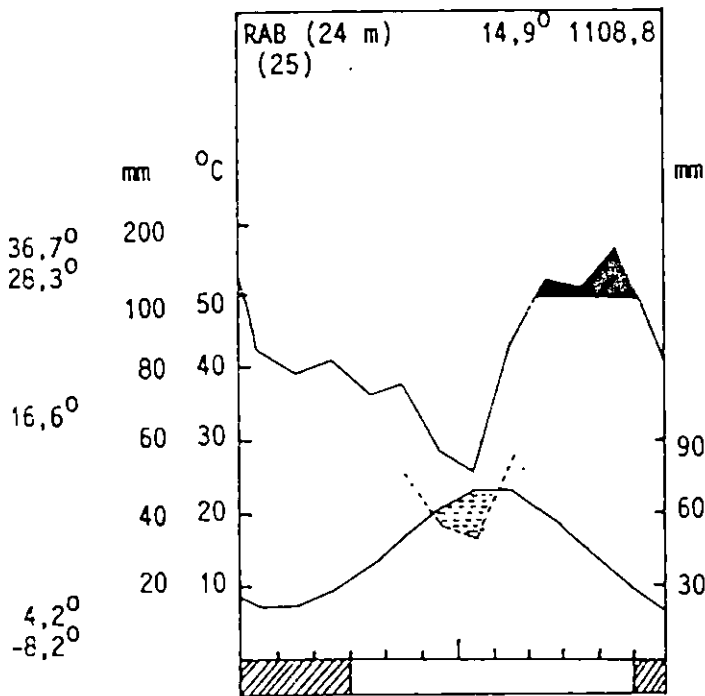
Mjesečne i godišnje količine padalina (mm) u Rabu za razdoblje od 1961. do 1985. godine
Monthly and yearly precipitation (mm) in Rab between 1961 and 1985.

Godina	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	God.
1961.	105	25	30	58	47	46	82	48	36	247	103	152	979
1962.	70	83	162	76	73	12	38	0	61	31	274	76	956
1963.	102	105	90	32	47	39	89	147	91	59	92	113	1006
1964.	8	32	142	82	71	20	107	113	58	294	111	147	1185
1965.	192	18	80	62	54	77	36	118	218	0	281	149	1285
1966.	51	86	37	78	59	29	57	67	38	260	243	88	1093
1967.	75	30	36	32	79	49	23	20	211	31	231	126	943
1968.	93	107	25	16	71	36	96	180	199	24	131	82	1060
1969.	105	135	59	53	52	100	24	123	64	0	181	98	994
1970.	98	103	162	98	40	30	84	43	16	57	86	84	901
1971.	93	26	36	86	79	56	10	70	80	12	204	59	811
1972.	157	137	33	126	272	20	10	100	199	34	107	18	1213
1973.	42	73	2	74	8	132	33	4	184	44	139	31	766
1974.	63	79	24	98	92	109	60	54	197	383	118	45	1322
1975.	10	3	78	62	112	50	76	142	27	227	140	95	1022
1976.	4	60	128	51	56	60	70	142	148	182	350	309	1560
1977.	131	117	91	126	32	25	174	160	48	65	117	112	1198
1978.	123	84	113	83	94	79	19	100	75	40	21	158	989
1979.	124	59	86	83	3	51	71	120	174	92	274	183	1320
1980.	63	39	113	119	38	65	4	40	129	251	344	112	1317
1981.	56	108	117	48	79	130	44	105	279	91	60	299	1416
1982.	43	6	98	68	70	47	25	81	75	188	102	228	1031
1983.	43	143	108	72	112	25	6	64	119	65	7	69	833
1984.	175	199	56	56	160	93	24	93	306	220	149	24	1555
1985.	84	100	155	99	94	50	5	33	16	45	232	50	963
Srednjak	84,4	78,3	82,4	73,5	75,8	57,2	50,7	86,7	121,9	117,7	163,9	116,3	1108,8

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, Zagreb

Slika 1. KLIMADIJAGRAM PREMA H. WALTERU
za razdoblje 1961-1985. godina

Fig. 1. The climate diagram according to
H. Walter for the period 1961-1985



U razdoblju od 1961. do 1985. godine na Rabu su bila 23 dana sa snijegom.

U razdoblju od 1946. do 1958. godine bilo je 37 dana s pojavom snijega (T u r k 1989).

Iz klimatskoga dijagrama (slika 1) vidimo da Rab nema sušno razdoblje, već u lipnju i srpnju ima razdoblje suhoće. Zanimljivo je spomenuti i mjesec bez kiše, i to kolovoz 1962. godine i listopad kao jedan od tri najkišovitija mjeseca 1965. i 1969. godine.

Padaline na Rabu javljaju se uglavnom u obliku kiše. Snijeg je vrlo rijedak. Najčešće dođe uz olujnu buru koja ga »prebaci« preko Kamenjaka. Tada zna češće pasti posebice na poluotoku Loparu, koji je otvoren i izložen Senju i Velebitu te podložan kontinentalnom utjecaju. Većinom snijeg padne u siječnju, a rjeđe u veljači, ožujku ili prosincu. Kada padne, on je velika nevolja za vegetaciju, poljodjelstvo i stoku, ali i neopisiv doživljaj i ugodaj za djecu i stanovništvo, ali i za goste koji se tada nađu na Rabu. Iako se snijeg na Rabu ne zadržava dugo, za jakih zima

na tlu ga bude i po nekoliko dana. Poznata je posebice zima iz 1929. godine. U veljači 1956. godine snijeg se zadržao na tlu 13 dana, a maksimalna mu je visina iznosila 30 cm (Slijepčević 1960, u: Turk 1989). Kako piše Novi list od 14.12.1981. godine (Turk 1989), u prosincu 1981. godine pao je snijeg na Rabu i Pagu. Hladni val zahvatio je otok Rab u siječnju 1985. godine. Tada je snijeg bio visok do 5 cm uz izuzetno niske temperature (Novi list, 7.1.1985), a neke su rapske prometnice zbog snijega i poledice bile zatvorene (Novi list, 16.1.1985). »Zabijelio se Rab«, piše Novi list 17.2.1985. Velik snijeg od preko 20 cm na Rabu bio je u veljači 1986. godine.

Na osnovi vrijednosti Langova godišnjeg kišnog faktora za Rab od 74,4 zaključujemo da je to područje semihumidno.

Martonneov indeks aridnosti iznosi za Rab 44,5.

Na temelju svih poznatih klimatskih obilježja možemo reći da Rab karakterizira blaga klima, koja je pod jakim utjecajem aktivnosti meridijalne monsunske cirkulacije s kontinentalnim varijantama i povremenim oceanskim varijantama. Klima nema ekstremnih vrijednosti što se tiče zračne vlage, proljeće i ljeto su sušniji dio godine. Formula klime po Köppenu je Cfsax², što znači da je klima na Rabu prijelazna između maritimne i kontinentalne. To je umjerena topla kišna klima, ljeta su vruća sa srednjom mjesečnom temperaturom iznad 22°C. Zimsko kišno razdoblje je široko rascijepljeno u proljetni (travanj do lipnja) i jesenski zimski maksimum (listopad, studeni) (Seletković & Katušin 1992). Karakteriziraju je blage zime u kojima temperatura rijetko padne ispod nule. Snijeg, koji pokriva vrhunce Velebita, samo je lijepa vizualna dekoracija panorami otoka u zimi i gotovo je nepoznat stanovnicima Raba, a kada i padne, vrlo rijetko se zadrži nekoliko sati ili dan-dva. Ljeta su topla, ugodna i podnošljivija od mnogih mjesta na Jadranu.

VJETROVI WINDS

Veliku važnost za formiranje klime te utjecaj na vegetaciju, tlo, zatim na gospodarske djelatnosti, turizam, ribarstvo, poljodjelstvo na ovom prostoru imaju vjetrovi. Zato treba u ovom radu posvetiti primjernu pozornost tom klimatskom sinekološkom čimbeniku. Vjetrove na rapskom području detaljno je obradio Turk (1989), čijim smo se radom služili u ovom prikazu.

Za cijeli Kvarner su karakteristična vrlo jaka zračna strujanja. U zimskom, hladnijem razdoblju dolaze i s kopna i s mora. U tom dijelu godine ističu se uglavnom dva tipa vjetrova. Jedno strujanje je vezano uz jugo, a drugo uz buru (tablice 7,8. i 9).

Bura nije isključivo sjeveroistočni vjetar. Ona puše na Rabu iz svih smjerova između sjevera i istoka, pa čak i jugoistoka. Tako ljudi na Rabu i razlikuju buru s obzirom na smjerove i intenzitet. Ako buru prema tomu shvatimo ovako u širem smislu, tada je ona svojom čestinom i brojem dana najznačajniji vjetar na Rabu s prosječno 34,3% dana u godini. Unatoč tomu što je ona najčešći vjetar, njezin udio u snazi i učestalosti na Rabu je manji u odnosu na ostale Kvarnerske otoke, ponajprije zahvaljujući tomu što je otok zaštićen od bure grebenom Kamenjakom. Bura je hladan i suh vjetar koji dolazi s kontinenta. Javlja se kao posljedica velikog tlaka na moru. Relativno hladan kontinentalni zrak ruši se preko Velebita kao slap

Tablica 7

Razdioba glavnih smjerova vjetra u Rabu za razdoblje od 1957. do 1978. godine
The distribution of the main wind courses in Rab between 1957 and 1978.

Godina	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Ukupno Vjetrovi	Tifine
1957.	229	90	53	194	94	85	42	61	848	247
1958.	196	59	13	56	74	161	36	231	826	274
1959.	241	77	41	247	88	67	39	52	822	273
1960.	208	100	55	213	111	79	35	65	866	229
1961.	181	75	80	271	101	75	38	67	888	210
1962.	208	129	65	195	86	88	31	74	876	219
1963.	196	107	61	226	86	85	39	59	859	236
1964.	193	127	59	190	90	60	56	91	866	232
1965.	163	105	73	265	117	70	43	62	898	197
1966.	171	113	63	237	90	69	41	71	855	240
1967.	196	114	53	245	79	73	38	57	855	242
1968.	189	129	60	244	82	76	37	59	876	222
1969.	173	153	84	223	60	106	36	76	911	184
1970.	168	132	66	270	85	98	27	75	921	174
1971.	177	165	83	199	79	120	27	63	913	183
1972.	191	153	66	233	60	99	33	54	889	209
1973.	168	141	68	187	81	93	38	75	851	244
1974.	149	116	69	275	66	96	29	64	864	232
1975.	207	156	78	241	75	91	19	73	940	155
1976.	170	190	76	205	68	89	54	64	916	182
1977.	151	164	71	274	77	70	61	93	961	134
1978.	157	181	85	274	73	52	76	89	987	108
Srednjak	185	126	65	224	83	86	40	76	885	210
%	16,9	11,5	5,9	20,5	7,6	7,8	3,7	6,9	80,8	19,2

Izvor: Meteorološki godišnjak I, SHMZ Beograd (za odgovarajuće godine) iz: Turk (1989)

pretežno na mahove ili »refule« prema toplijem moru. Bura donosi uglavnom vedro i sunčano, ali hladnije vrijeme.

Iako na Rabu vrlo rijetko puše bura orkanske snage, kada se to dogodi, znade napraviti velike štete. Tada se prekine sav pomorski promet pa otok ostane izoliran. Pri jakoj i orkanskoj buri vjetar razbija vrhove valova i more se puši. Veliku nevolju stvara posolica jer negativno djeluje na prirodu vegetaciju i poljoprivredne kulture. Štetnost jake bure očituje se i u tome što ona odnosi plodnu zemlju, a kao vrlo suh vjetar bura isušuje zemlju. Snaga i konstantnost sjevernih vjetrova ogleda se u rastu deformiranih stabala na položajima izloženima djelovanju bure, na kojima su debla i krošnje polegnute u smjeru juga. U zadnjih petnaestak godina velike je štete na vegetaciji bura napravila godine 1981, 1983, 1985, 1991.

Utjecaj i djelovanje bure različiti su u prostoru otoka Raba. To je vidljivo u izgledu pejzaža. Naime, zbog dominirajućeg djelovanja bure sjeveroistočna je obala Raba, koju karakterizira strma padina Kamenjaka, ogoljela. Gole su također sjeveroistočne strane otoka Sv. Grgur, Goli i poluotoka Luna. Idući od Kamenjaka prema zapadu, intenzitet bure opada, što se vidi u ozelenjelosti flišnih udolina i šumovitosti vapnenačkog Kalifronta, koji su od bure zaštićeni Kamenjakom. Jugozapadne strane Raba, Golog otoka, Sv. Grgura i Luna zelenije su i ugodnije u odnosu na sjeveroistočne fasade koje su izložene buri (Turk 1989).

Tablica 8

Razdioba glavnih smjerova vjetra u Rabu za razdoblje od 1957. do 1978. godine za zimske mjesece (XII, I, II)
The distribution of the main wind courses in Rab between 1957 and 1978 for the winter months (December, January, February)

Godina	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Ukupno vjetrovi	Tiline
1957.	70	23	9	81	11	5	8	17	224	46
1958.	49	36	17	95	24	7	7	14	249	28
1959.	75	12	9	78	14	2	11	12	213	49
1960.	69	21	19	58	21	9	5	27	234	36
1961.	49	20	21	87	11	8	10	20	226	47
1962.	68	46	14	59	15	11	5	22	240	30
1963.	75	49	22	42	12	9	3	19	231	39
1964.	60	41	25	81	20	8	3	16	254	21
1965.	59	39	23	80	20	7	3	16	247	21
1966.	52	32	21	71	18	10	10	18	232	37
1967.	61	41	27	76	10	9	5	19	248	22
1968.	52	52	18	86	6	7	4	17	224	31
1969.	52	43	36	71	9	7	3	27	248	24
1970.	44	47	23	81	14	16	4	24	253	17
1971.	49	53	23	51	12	18	3	18	227	33
1972.	69	33	14	74	5	9	5	17	226	57
1973.	50	48	16	76	9	14	4	20	237	33
1974.	53	27	14	69	13	17	5	19	217	36
1975.	47	41	36	52	20	16	3	19	234	36
1976.	43	52	19	70	11	14	11	22	242	31
1977.	37	43	10	107	21	5	4	26	253	17
1978.	41	35	25	103	14	7	11	24	260	9
Srednjak	56	38	20	75	14	10	6	20	238	32
%	20,7	14,0	7,4	27,7	5,1	3,7	2,2	7,4	88,2	11,8

Izvor: Meteorološki godišnjak 1, SHMZ Beograd (za odgovarajuće godine) iz: Turk (1989)

Jugo također pripada povremenim regionalnim vjetrovima Jadrana, a uvjetovan je ciklonama koje putuju sjevernim dijelom Mediterana. Nad Jadranom je tada niski tlak, dok je viši tlak istočno od njega. Dominantno puše s jugoistoka, ali i s juga. Čestina ovog vjetra u godini izražena u postotku je 20,5%, s prosječno 28,1% dana puhanja iz tog kvadranta. Kako dolazi s otvorenog mora na nezaštićenoj jugozapadnoj fasadi otoka Raba, jugo je najjači vjetar. Njegova prosječna jačina od 3,7 bofora mnogo je veća nego kod ostalih vjetrova na Rabu, čija jačina prosječno ne prelazi 2,6 bofora. Jugo najčešće i najjače puše u zimskim i jesenskim mjesecima. Ono donosi relativno topao i vlažan zrak pa tada uglavnom pada kiša. Poznato je da jugo nije povoljno za djelatnosti na moru zbog velikih valova te da negativno djeluje i na ljudske aktivnosti i raspoloženje uopće. Zbog zasićenosti zraka vlagom i njegove kvalitete nepovoljno djeluje na psihofizičke aktivnosti zdravih ljudi, a k tomu ima i nadražujući učinak na bolesne osobe. Jugo puše po nekoliko dana bez prestanka i zna dostići jačinu i olujnog vjetra, čak i do 12 bofora, kada može nanijeti velike štete i na vegetaciji (vjetrolomi, vjetroizvale) i u gospodarstvu (s kišom stvara klizišta, poplavi zgrade i najniže dijelove otoka, potopi plovila, razbije obalu i dr.), kao što je bilo godine 1979, 1982, 1983, 1986. i 1991.

Zmorac ili, kako ga Rabljani zovu, maestral ili maeštral značajan je vjetar u toplijem dijelu godine. U Rabu puše sa zapadnog kvadranta, s Kvarnerića, a pretežno iz jugozapadnog smjera. U Loparu i Supetarskoj Drazi više puše sa zapada i sjeverozapada. To je periodični dnevni vjetar koji nastaje zbog temperaturnih

Tablica 9

Razdioba glavnih smjerova vjetra u Rabu za razdoblje od 1957. do 1978. godine za ljetne mjesece (VI, VII, VIII)
The distribution of the main wind courses in Rab between 1957 and 1978 for the summer months (June, July, August)

Godina	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Ukupno vjetrovi	Tišine
1957.	45	16	11	39	33	35	18	16	223	63
1958.	31	15	18	46	44	44	7	11	216	60
1959.	79	14	5	29	24	21	8	17	197	92
1960.	47	20	10	44	20	33	17	18	209	73
1961.	43	12	14	44	39	22	19	23	216	65
1962.	38	24	12	24	23	38	11	19	200	87
1963.	30	9	6	46	34	35	15	22	162	75
1964.	40	31	15	36	27	15	27	25	216	63
1965.	45	16	10	50	35	22	16	25	219	79
1966.	36	20	7	31	36	28	14	23	195	81
1967.	42	20	7	27	27	28	15	14	200	101
1968.	47	27	10	31	21	28	8	13	185	81
1969.	49	34	9	31	19	36	11	22	210	65
1970.	32	23	7	37	27	39	9	16	190	86
1971.	32	29	19	40	23	45	45	11	244	67
1972.	42	19	10	25	28	40	13	15	192	74
1973.	40	23	7	31	27	29	11	19	187	89
1974.	23	19	17	37	22	37	10	20	192	89
1975.	70	29	4	45	14	31	7	20	192	56
1976.	55	44	17	23	20	25	21	17	222	54
1977.	44	24	18	59	19	29	17	24	234	42
1978.	42	41	9	55	19	16	30	27	239	37
Srednjak	43	23	11	38	26	31	16	19	207	70
%	15,5	8,3	4,0	13,7	9,4	11,2	5,8	6,9	74,8	25,2

Izvor: Meteorološki godišnjak I, SHMZ Beograd (za odgovarajuće godine) iz: Turk (1989)

Tablice 10

Prosječan broj dana s vjetrom i tišinom u Rabu za razdoblje od 1957. do 1978. godine
Average number of days with wind and calm in Rab between 1957 and 1978.

	Bura			Jugo		Zamorac			Ukupno vjetrovi	Tišine
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		
Godišnje	62	42	22	75	28	28	13	25		
dana		126		103			66		295	70
%		34,3		28,1			18,4		80,8	19,2
Zimi	19	13	6	25	4	3	2	7		
dana		38		29			12		79	11
%		42,1		32,8			13,3		88,2	11,8
Ljeti	14	8	4	12	8	10	5	6		
dana		26		20			21		67	23
%		27,8		23,1			23,9		74,8	25,2

Izvor: Turk (1989)

razlika između mora i kopna. Tipičan je za ljetno kad se danju otok više zagrije nego more pa zbog toga zrak s mora struji prema otoku. Maestral počinje obično puhati oko 10 sati ujutro i snaga mu se povećava i doseže maksimum oko 14 do 15 sati. Poslije toga oko 16 do 17 sati nestaje.

Tablica 11

Srednja godišnja jačina glavnih vjetrova u Rabu za razdoblje od 1957. do 1978. godine u boforima
Mean annual power of the main winds in Rab between 1957 and 1978 (beaufort).

Godina	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1957.	2,8	2,9	2,5	3,5	2,5	1,8	1,7	2,1
1958.	2,2	2,4	2,4	4,0	2,4	1,9	2,1	1,8
1959.	2,6	3,0	2,5	3,8	2,2	1,8	1,6	1,8
1960.	2,2	2,8	2,3	3,6	2,4	1,9	1,9	2,1
1961.	2,2	2,8	2,5	4,0	2,8	2,2	2,2	1,9
1962.	2,4	3,1	2,7	3,9	3,0	2,0	2,2	2,1
1963.	2,2	2,8	2,4	3,6	2,2	2,0	2,0	2,1
1964.	2,3	2,7	2,4	3,4	2,3	1,8	1,8	1,9
1965.	2,5	2,7	2,2	3,5	2,8	1,7	1,9	2,2
1966.	2,2	2,8	2,3	3,3	2,3	1,7	1,6	1,9
1967.	2,4	2,6	2,3	3,5	2,3	1,5	1,6	1,8
1968.	2,3	2,5	2,2	3,7	2,4	1,5	1,7	2,0
1969.	2,4	2,5	2,7	4,0	2,5	1,8	2,1	2,1
1970.	2,7	2,6	2,6	4,3	2,9	1,9	2,0	2,3
1971.	2,5	2,9	2,6	4,2	2,6	1,6	2,2	2,3
1972.	2,3	2,4	2,7	4,2	2,3	1,8	1,7	1,9
1973.	2,6	2,5	3,0	4,0	2,6	1,8	1,9	2,0
1974.	2,3	2,2	2,1	3,7	2,3	1,6	1,7	1,5
1975.	2,4	2,5	2,5	3,7	2,2	1,7	1,5	1,9
1976.	2,2	2,0	2,6	3,4	2,4	1,9	2,1	1,9
1977.	1,9	2,0	2,1	3,6	2,3	1,8	2,0	1,8
1978.	2,8	1,9	2,4	3,5	2,0	1,7	1,8	1,8
Srednjak	2,4	2,6	2,5	3,7	2,4	1,8	1,9	2,0

Izvor: Meteorološki godišnjak I, SHMZ Beograd (za odgovarajuće godine) iz: Turk (1989)

Zmorac je vrlo ugodan vjetar i značajan za turizam jer osvježava ljetnu žegu pa ga kupači i nautičari vole. Najviše mu je izložen zapadni dio otoka, gdje zmorac ima više zapadni i sjeverozapadni smjer. Na lijepo vrijeme u ljetu, kome obilježje daje maestral, na Rabu upućuju bijeli »natovareni« kumulusni oblaci na Velebitu.

Otok Rab manje je vjetrovit u odnosu na ostale kvarnerske prostore. Na tišine otpada 19,2%, a na vjetrove 80,8% vremena u toku godine. Na Rabu dominiraju vjetrovi manje jačine od 6 bofora (tablice 10. i 11) (Turk 1989).

VEGETACIJSKE SPECIFIČNOSTI I BILJNOGEOGRAFSKI POLOŽAJ SPECIFIC FEATURES AND THE PLANT/GEOGRAPHY SITUATION

»Biljni pokrov višestruko je značajan za svako područje. Jedna je od bitnih komponenata prirode, u velikoj mjeri određuje gospodarske značajke nekog kraja, a najpouzdaniji je indikator prirodnih ekoloških prilika te antropogenih utjecaja na ekosisteme« (Ilijanić 1987).

Prikaz fitocenološko-ekoloških značajki vegetacije otoka Raba temelji se na podacima koje su u svojim radovima dali Horvatić (1963), Ilijanić (1987), Hodak-Horvatić (1983), Rauš & Matić (1987).

Slika 2. BILJNOGEOGRAFSKI POLOŽAJ OTOKA RABA

Fig 2. PLANT/GEOGRAPHIC SITUATION OF THE ISLAND OF RAB



1. sjeverno i 2. srednje područje
vazdazelene eumediteranske zone istočno-
jadranskog primorja

Izvor: Ilijanić (1987.)

Otok Rab većinom leži u vazdazelenoj zoni istočnojadranskog primorja na granici prema listopadnoj zoni mediteranske ili sredozemne biljnogeografske regije (slika 2). U sklopu vazdazelene zone otok Rab leži u »sjevernom« području, kako je to definirao Horvatić (1958, 1963). Njegova je granica prema listopadnoj zoni određena sjevernom granicom vazdazelene zonalne vegetacije (debeli linija na slici 2), a granica između »sjevernog« i »srednjeg« vazdazelenog područja (isprekidana linija na slici 2) podudara se sa sjevernom odnosno sjeverozapadnom granicom istočnojadranskog dijela areala mediteranske trave raščice (*Brachypodium retusum* = *B. ramosum*) (Horvatić 1970). U obalnom dijelu kopna seže ta granica malo sjevernije od Zadra, odakle skreće do južnog dijela otoka Lošinja. Sjevernije od te granice položena vazdazelena područja otočnih skupina Paga, Raba, Cresa te vazdazelenih dijelova istarskog kopna s otocima pripadaju spomenutom »sjevernom« vazdazelenom području.

Listopadnom zonom mogu se na otoku Rabu označiti samo sjeverne odnosno sjeveroistočne padine Kamenjaka i sjeverni dio Grgura, okrenute prema Velebitu, koji su pod snažnim utjecajem bure i posolice, što uvelike utječe na živi svijet ovog područja. Upravo u tom listopadnom dijelu epimediteranske vegetacijske zone klimatskozonska vegetacija zajednice *Ostryo-Quercetum pubescentis* potpuno je uništena, a tlo erodirano do matičnih stijena, pa je danas tamo rasprostranjena vegetacija kamenjara, točila i obalnih grebena. »Biljna zajednica koja se u nekom području razvija bez utjecaja čovjeka, pod dominantnim utjecajem klimatskih prilika naziva se klimazonalna ili zonalna zajednica odnosno vegetacijski klimaks. Takve zajednice najbolje izražavaju opće klimatske prilike i najbolja su osnova za razgraničenje biljnogeografskih područja. U nas postoje različite zonalne šumske zajednice, što znači da se nalazimo u prirodnom šumskom području. U našem vazdazelenom području to su šume crnike, česmone ili česvine (*Quercus ilex*)« (Ilijanić 1987). Vegetacijski je klimaks vazdazelene crnikove šume asoc. *Orno-Quercetum ilicis* H-ić 1958. Iako je i na ovom području šuma hrasta crnike i crnog jasena tisućljećima podvrgavana utjecaju čovjeka i stoke, klimatskih prilika i dobrim dijelom uništena ili degradirana, ona je ovdje kao malo gdje na Mediteranu razvijena i sačuvana.

Na otoku Rabu zastupljene su vegetacijske jedinice sjevernog područja. Vegetaciju nekog područja čini skup svih biljnih zajednica (fitocenoza), za razliku od flore ili cvjetane, skupa svih biljnih svojti ili taksona (vrste, rodovi, porodice). U ovom prilogu riječ je o vegetaciji Raba, a u pogledu flore istaknute su samo neke, s fitogeografskoga gledišta značajnije biljke.

VEGETACIJA ŠUMA, MAKIJE I GARIGA THE VEGETATION OF THE FOREST, MAQUIS AND GARRIGUE

Fitocenološka istraživanja (Rauš 1976) pokazuju da su na otoku Rabu razvijene ove šumske fitocenoze.

Razred: *Quercetea ilicis* Br.-Bl. 1947

Red: *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. 1936

Sveza: *Quercion ilicis* Br.-Bl. 1936

ass: *Orno-Quercetum ilicis* H-ić 1958:

subass.: *Orno-Quercetum ilicis typicum* H-ić 1958:

Tipična šuma hrasta crnike

facis: *Pinus halepensis* (alepski bor)

subass.: *Orno-Quercetum ilicis ericetosum* Rauš 1974:

Šuma hrasta crnike s velikom vrijesom

facis: *Quercus pubescens* (hrast medunac)

Iako su vazdazelene crnikove šume najbujniji oblik mediteranske vegetacije, one su, što valja reći, u usporedbi s listopadnim šumama primorja i kontinentalnih područja, a i usporedbi s različitim tipovima travnjaka koji su se razvili nakon uništenja šuma, florno, tj. prema broju vrsta biljaka, razmjerno siromašne. To vrijedi i za crnikove šume na otoku Rabu. U pojedinoj šumskoj sastojini na nekoliko stotina četvornih metara rijetko se može naći više od tridesetak, najčešće manje, vrsta viših vaskularnih biljaka (paprtnjača, golosjemnjača i kritosjemnjača). Osobito je siromašan prizemni zeljasti sloj vegetacije, gdje raste tek nekoliko vrsta prilagođenih slabom osvjetljenju. Naime, zbog vazdazelenih krošanja većine grmova i drveća, intenzitet osvjetljenja u prizemnom je sloju vrlo malen cijele godine, pa je to ograničavajući ekološki čimbenik za sve vrste koje trebaju mnogo svjetla za rast i razvoj (heliofiti). Zato u takvim uvjetima mogu uspijevati samo one biljke koje podnose veliku i trajnu zasjenu (skiofiti).

Kako navodi Ilić (1987), »daljnja opća značajka tih vazdazelenih šuma jest da su u njima nazočne u mediteranskim područjima šire rasprostranjene vrste, pa u toj životnoj zajednici ne možemo tražiti neke endemične biljke užih područja, za razliku od vegetacije kamenjara, tičila i stijena, koje su u tom pogledu mnogo zanimljivije«.

Od drveća u izgradnji crnikovih šuma najvažnija uloga pripada crniki, česmini (*Quercus ilex*), vazdazelenom hrastu, primjerci kojega mogu (kad bismo im dopustili) doseći starost i do tisuću godina. Malo je stabala crnike u Mediteranu koja impresioniraju debljinom, visinom i starošću poput primjeraka očuvanih u šumi Dundo.

Regresivna sukcesija crnikovih šuma ide preko panjača, makija, gariga, do kamenjara, a i prirodna progresivna sukcesija od kamenjara do obraslih gušće ili rjeđe raznim zelenima i sitnim grmljem preko rjeđih makija sastavljenih od sitnijeg i krupnijeg polugrmlja i grmlja, zatim preko gušćih makija i pravih crnikovih šuma visokog uzgojnog oblika (uzgojenih iz sjemena). Šumar uzgajivač će već prema stupnju progresivne sukcesije svojim stručnim uzgojnim radovima pomoći i ubrzati rast i razvoj te time i porast autohtone, klimatskozonske i ekološki najstabilnije šume hrasta crnike visokog uzgojnog oblika.

Degradacijom vazdazelenih crnikovih šuma nastaje makija. Njezin je florni sastav gotovo nepromijenjen, samo što se neki heliofilni grmovi, kao veliki vrijes ili uljka (*Erica arborea*), mrča ili mirta (*Myrtus communis*), šmrika ili smrić (*Juniperus oxycedrus*), u makiji bolje razvijaju.

Daljnja regresivna sukcesija pretvara makiju u garig, u kojem rastu heliofilni grmovi i brojne biljke mediteranskog travnjaka. Garig zauzima najveći dio poluotoka Lopara i fragmentarno je raspoređen po srednjoj kosi Raba. Na Rabu je razvijen garig velikog vrijesa s bušinom (asoc. *Cisto-Ericetum arboreae*), gdje su česte i značajne vrste veliki vrijes ili uljka (*Erica arborea*), bijeli bušin (*Cistus salvifolius*),

crveni bušín (*Cistus incanus*), žuka, brneštra ili brnistra (*Spartium junceum*), šmrika ili smrić (*Juniperus oxycedrus*) i druge.

Na nekim površinama Kamenjaka, a mjestimice i u nižim položajima otoka te na Golom otoku razvijena je zajednica listopadne drače (*Paliuris spina-christi*; asoc. *Paliuretum adriaticum*), koja je na velikim površinama rasprostranjena osobito u susjednom listopadnom području velebitskog priobalja, gdje se razvila nakon degradacije šuma i šikara hrasta medunca i bijeloga graba (asoc. *Quercus-Carpinetum orientalis croaticum*).

Specifična vegetacija je na otoku Dolfinu, gdje raste zajednica makijskog stadija divlje masline (*Olea silvestris*) i tršlje ili lentiska (*Pistacia lentiscus*): asoc. *Oleo-Lentiscetum adriaticum*.

Osim prirodnih vazdazelenih crnikovih šuma na Rabu ima veći broj sastojina od unesenih alohtonih četinjača npr. kulture alepskog bora (*Pinus halepensis*) na Sv. Grguru, Golom otoku, Dolinu, po Kamenjaku, Loparu, Kalifrontu, Frkanju, kulture crnog bora (*Pinus nigra*) po Loparu, Kamenjaku i Kalifrontu. Rjeđi su nasadi pinije (*Pinus pinea*), npr. u Dundovu, na Frkanju, Kamenjaku i Kalifrontu, zatim nasadi primorskog bora (*Pinus maritima* = *P. pinaster*) u Kalifrontu te nasadi ili grupice čempresa (*Cupressus sempervirens*) po cijelom otoku.

VEGETACIJA SUHIH TRAVNJAKA I KAMENJARSKIH PAŠNJAKA THE VEGETATION OF DRY MEADOWS AND KARST PASTURES

Uništavanjem šuma i degradacijom makije i gariga nastale su velike površine travnjačke zajednice. To su uglavnom pašnjaci, rjeđe livade koje se kose. Njihov florni sastav jako je uvjetovan antropozoičkim utjecajima i stupnjevima erodiranosti tla. Ako je tlo jako erodirano, razvijaju se različiti oblici mediteranskih kamenjarskih pašnjaka. Podloga je na takvim staništima kamenita (skeletalna), s vrlo malo sitnog tla, pa se mogu razvijati samo biljke prilagođene ekstremnim uvjetima života. Zbog intenzivne paše ne može se obnavljati prvotna prirodna vegetacija, pa se travnjaci održavaju kao trajni antropogeni stadiji vegetacije.

Na dubljim tlima nižih položaja razvijen je na Rabu travnjak uspravnog ovsika i gladuša (asoc. *Ononido-Brometum condensati*), koji se odlikuje razmjerno vrlo velikim obiljem biljnih vrsta. Ti travnjaci služe uglavnom kao pašnjaci, a manje kao livade. Nalazimo ih fragmentarno u Loparu, gdje su izmiješani s asoc. *Cisto-Ericetum*.

Obilježje travnjaka ima i zajednica crnkaste šiljevine i primorskog trpuca (asoc. *Schoeno-Plantaginetum maritimae*), razvijena na pjeskovitim i lakšim ilovastim tlima koja mogu biti donekle i zaslanjena. Dio godine tlo je razmjerno vlažno zbog podvirne vode, koja dolazi s viših položaja i mjestimice izbija na površinu, a dio godine tlo se jako isušuje.

Razmjerno velike površine, osobito na sjeveroistočnoj strani Kamenjaka te na otocima Veli Laganj i Veli Dolfin obrasle su nitrofilnom kamenjarskom zajednicom pašnjaka dragušice i bijeloga tetrljana (asoc. *Scolymo-Marrubietum incani*). Na tim

pašnjacima zbog intenzivne paše i pod jakim utjecajem gnojenja stoke raste veći broj nitrofilnih vrsta (biljke koje uspijevaju na podlozi bogatoj dušikovim spojevima). Tim biljkama, kao nitrofilnim vrstama, pogoduje gnojenje izmetinama stoke, pa su protežirane i mjestimice se, gdje se više stoke dulje zadržava, razvijaju vrlo obilno te zajednici daju karakterističan izgled (Ilijanić 1987). Zajednicu nalazimo po cijeloj kosi Kamenjaka na njegovu središnjem dijelu (od Sorinja do Barbata), na otočiću Veli Laganj i južnim dijelovima otoka Dolina.

Na napuštenim oranicama, osobito na površinama napuštenih vinograda razvijaju se pašnjak smilja i bušinka (asoc. *Helichryso-Ineletum viscosae*).

Gdje je vegetacija ekstremno degradirana, a tlo erodirano do litološke podloge, te stoga skeletno s vrlo malo sitnoga tla u pukotinama, mogu uspijevati samo najizdržljivije biljke. Na takvim je staništima razvijena kamenjarska zajednica kovilja i ljekovite kadulje (asoc. *Stipo-Salvietum officinalis*), rasprostranjena na Rabu, osobito u onom dijelu otoka koji prema zonalnoj ili klimatogenoj vegetaciji pripada listopadnom epimediteranskom području hrasta medunca (Goli otok i Kamenjak te Sv. Grgur i Dolin). Izgled toj kamenjarskoj zajednici daje ponajviše ljekovita kadulja (*Salvia officinalis*), koja upravo u toj asocijaciji ima svoj ekološki optimum i najčešće je dominantna vrsta.

U kamenjarskoj vegetaciji se vrlo rasprostranila Vulfenova mlječika (*Euphorbia wulfenii*), koja naraste više od metra, pa takve sastojine liče više na nisku šikaru nego na pašnjak. To je asoc. *Stipo-Salvietum officinalis et communitates Euphorbia wulfenii*, koja je najčešća na području Barbata. Značajno je za te zajednice da se koriste uglavnom kao pašnjaci, pa se ne može obnoviti prvotna vegetacija zbog neprestanog antropozoičkog utjecaja, te oni ostaju kao trajni antropogeni stadij vegetacije. Na njima se mogu razvijati samo biljke prilagođene takvim ekstremnim ekološkim uvjetima života.

Na zapadnim dijelovima Sv. Grgura i po Dolinu nalazimo pašnjak primorskog bidenca (*Asphodelus microcarpus*) i kršine (asoc. *Asphodelo-Chrysopogonetum grylli*). Zanimljiv je i travnjak rosulje na pljeskuljama (asoc. *Agrostemum maritimae arenosum*), koji nalazimo na otoku Mali Laganj.

VEGETACIJA NA SMETIŠTIMA I GAŽENIM POVRŠINAMA

THE VEGETATION OF TRASH AND TRODDEN UPON AREAS

Nekoliko zajednica smetištarki (ruderalna vegetacija), općenito rasprostranjenih u naseljima primorja, poznato je i na Rabu. Zajednica hudoljetnice i bodljikaste dikice (asoc. *Erigero-Xanthietum*) u našem je primorju široko rasprostranjena kao pionirska zajednica na povremenim nestabilnim smetištima, ruševinama, svježe nabacanim hrpama starog građevinskog materijala i slično.

Zajednica primorskog divljeg ječma (asoc. *Hordeetum leporini*) rasprostranjena je u čitavom istočnojadranskom primorju, pa i na Rabu, na zapuštenim mjestima, uz rubove polja, naselja, putova, ograda i slično.

Na žitnim poljima razvijena je korovna vegetacija koja pripada asocijaciji *Bunio-Galietum tricormis*.

Na slabo gaženim nitrofilnim staništima, koja su donekle i zasoljena prskanjem mora, razvija se zajednica ljulja i trpuca (asoc. *Lolio-Plantaginietum commutatae*).

MOČVARNA VEGETACIJA SWAMP VEGETATION

Zbog nepovoljnih hidroloških prilika (pomanjkanje većih površina tekućih i stajaćih voda na otoku) močvarna je vegetacija slabo razvijena, na malim površinama u najnižim dijelovima otoka. Posebno se to odnosi na zadnjih petnaestak godina intenzivne urbanizacije i izgradnje kada je velik broj vodenih površina (također i stajaćih) presušen i zatrpan.

Tako zajednica rančića (asoc. *Bolboschoenetum maritimi* = *Scirpetum m.*) nastava bočate močvare, kojih na otoku Rabu nema mnogo, pa je ta zajednica ograničena na područje Sv. Eufemije – Kampor, Loparska dolina, Mundanije.

Močvarna zajednica slatkih voda zastupljena je zajednicom ježinca i dugolisnog kukovca (asoc. *Spartanio-Chlorocyperetum longi*), koja se razvija u potočnim koritima i odvodnim jarcima u kojima polako teče voda.

Vegetacija morskih sitova čini zajednica primorskog i šiljatog sita (asoc. *Juncetum maritimo-acuti*), koja je vezana za stanište veće slanosti, gdje se često miješa slana i slatka voda, a na Rabu je nalazimo na području Sv. Eufemije, Sv. Lucije, u okolici Lopara, u Laparskoj dolini i okolici Supetarske Drage. Lako se prepoznaje po izgledu, što joj ga daju snažni busenovi šiljatog i primorskog sita (*Juncus acutus* i *J. maritimus*).

Na Rabu susrećemo i zajednicu *Sheno-Plantaginietum martimae*.

VEGETACIJA MORSKIH ŽALA THE VEGETATION OF THE SEASIDE

Zajednice muljevitih obala – The associations of the muddy coasts

Vegetacija niskih muljevitih žala (halofilna vegetacija) izložena je redovitom (periodičnom) poplavlivanju morem (plima) i prskanju valova, zbog čega je tlo bogato solima. Takve vegetacije ima na Rabu i Pagu. Na Rabu su to obale Kampora, Sv. Eufemije i u Supetarskoj Drazi. Tu je opisano nekoliko zajednica muljevitih obala, koje su raspoređene od mora prema kopnu s obzirom na stupanj poplavljanja ili slanosti u tri uska pojasa ili zone.

Najbliže je moru pojas zeljaste caklenjače (*Salicornia europaea* = *S. herbacea*). Na Rabu su to sasvim fragmentarno građene sastojine asocijacije zeljaste rujčice i solnjače (asoc. *Suaedo-Salsoletum sodae*), koja je izložena najjačem poplavlivanju morem.

Drugi pojas čine slanuše grmolike caklenjače (asoc. *Salicornietum fruticosae*). Iako potpunijega flornog sastava, ni ta zajednica ne obiluje velikim brojem vrsta, pa se u jednoj sastojini na nekoliko stotina četvornih metara najčešće ne može naći ni desetak vrsta viših biljaka.

Treći pojas čini zajednica travulje i santonike (*Limonio-Artemisietum coerulescentis* = *Statice-Artemisietum coerulescentis*). U usporedbi sa staništem prethodnih dviju zajednica tlo na kojemu se razvija ta zajednica manje je vlažno, ljeti se i jako isušuje. Slični travnjaku, a i broj je vrsta veći. Ta je zajednica na Rabu zabilježena na području Kampora, Sv. Eufemije i Supetarske Drage.

Vegetacije slanuša na muljevitim obalama u našem primorju ima vrlo malo pa bi bilo veoma važno da se što bolje zaštite, a to je moguće jedino ako se takva obala potpuno zaštititi od onečišćenja i drugih utjecaja čovjeka.

Vegetacija obalnih grebena – The vegetation of the coast cliffs

Kao i vegetacija na poplavnim muljevitim obalama mora, tako i vegetacija na grebenastim obalama podnosi jako zaslanjivanje. Zbog različitih ekoloških svojstava grebenaste obale te zbog ekstremnih mikroklimatskih prilika i velikih kolebanja slanosti i vlažnosti, ona se sastavom znatno i razlikuje od prethodne. Grebenasta obala, za razliku od muljevite, vrlo je slabo obrasla te izdaleka izgleda posve gola. Ipak se tu krije zanimljiv biljni i životinjski svijet, prilagođen ekstremnim uvjetima života na golom kamenu između kopna i mora. Na otoku Rabu, Sv. Grguru i Golom otoku na obalnim se grebenima i stijinama u zoni prskanja mora razvija zajednica jastučastog trpuca i mrižice (asoc. *Plantagini-Limonietum cancellati* = *Plantagini-Staticetum cancellatae*). Zbog velike frekvencije turista kupaća na takvim obalama u ljetnim mjesecima vegetacija obalnih grebena na mnogim je mjestima znatno osiromašena.

Vegetacija pjeskovitih i šljunkovitih žala – The vegetation of sandy and pebbled beaches

Vegetacija pjeskovitih i šljunkovitih žala u nas je vrlo rijetka, razvijena uglavnom fragmentarno jer su i obalni pijesci, pješćane sipine i šljunkoviti morski žali razmjerno rijetki odnosno zauzimaju neznatne površine. Najpoznatija je u tom pogledu obala Loparske doline na Rabu u pješćanoj uvali Crnika. Na tom se staništu razvija posebna zajednica obalnih pješćarki (asoc. *Agropyretum mediterraneum*).

Stanište te zajednice pod izuzetno je snažnim utjecajem i »pritiskom« bezbrojnih turista u ljetnim mjesecima. Za potrebe kampa, koji je tamo podignut, asfaltirana je i cesta na samoj obali, a pokraj ceste uzgojen nasad topola, pa je nekadašnja zajednica pješćarki jako osiromašena. Ne treba mnogo dokazivati da će i ono malo biljaka pješćarki što se još »opiru« najezdi turista ubrzo potpuno nestati s otoka Raba ako se ne poduzmu odgovarajuće mjere zaštite (Ilić 1987).

Srodna s prethodnom jest i vegetacija šljunkovitih žala, opisana kao zajednica mlječnike i makovice (asoc. *Euphorbio-Glaucietum petrosum*), koja je ipak češća, ali također ponajviše samo fragmentarno razvijena, jer nema većih površina takvih staništa (Kristofor). Da je i ova zajednica izložena jakom utjecaju ljetnih turista, ne treba posebno isticati.

Vegetacija stijena, točila i pećina – The vegetation of rocks, slides and caves

Vegetacija stijena, točila i pećina zastupljena je s nekoliko vrlo značajnih i specifičnih zajednica. Tako u pukotinama obalnih stijena na otoku Rabu, u području

između drage Crnike i rta Njivice na sjeveroistočnoj strani otoka, te na sjevernim dijelovima Sv. Grgura i Golog otoka nalazimo endemičnu kvarnersku zajednicu istarskog zvončića i dalmatinske zečine (asoc. *Campanulo-Centaureetum dalmaticae*), nazvana po endemičnim kvarnerskim biljkama istarskom zvončiću (*Campanula istriaca*) i dalmatinskoj zečini (*Centaurea dalmatica*). Ova posljednja zastupljena je i posebnim varijetetom po Rabu nazvanom *C. dalmatica* var. *rabensis*.

Na vapnenačkim točilima na obroncima Kamenjaka, osobito na njegovoj sjeveroistočnoj strani, na sjevernoj strani Sv. Grgura i Golog otoka, na sjevernom dijelu Sorinja i na Dolinu razvijena je specifična endemična zajednica primorskih točila kvarnerskih otoka i najbližega susjednog kopna. Dijelom se ta zajednica s točila raširila i na ogoljele ravnije dijelove kamenjara koji su na površini slični točilima. To je zajednica primorskog mekinjaka (*Drypetum jacquimianae*), nazvana po ilirsko-jadranskoj endemičnoj biljci primorskom mekinjaku (*Drypis jacquimiana*). Kao karakteristične vrste u toj su zajednici rasprostranjene još neke naše ilirsko-jadranske endemične svojte: jadranska ljubica (*Viola adriatica*), brdski koporac (*Bunium montanum*), zatim kvarnerski endem hrvatska vučja stopa (*Aristolochia croatica*), kiselica točilarka (*Rumex scutatus*).

Na kraju valja još spomenuti vegetaciju vlažnih i prokopanih pećina i polupećina, koja je na Rabu zastupljena zanimljivom endemičnom kvarnerskom zajednicom mahovine i kvarnerskog jelenjaka (*Eucladio-Phyllitetum*). Za tu je zajednicu osobito značajna vrlo rijetka vrsta kvarnerski jelenjak (*Phyllitis hibrida*), koja spada među najzanimljivije biljke u Europi.

Prema tomu, možemo reći da je Rab vrlo bogat biljem. Tako M o r t o n (1915) navodi da su na Rabu nađene 782 biljne vrste biljaka. Tu brojku spominje i T r i n a j s t i ć (1990).

ŠUMA HRASTA CRNIKE I CRNOG JASENA (ORNO-QUERCETUM ILICIS H-ić 1958) THE FOREST OF THE MEDITERRANEAN OAK AND BLACK ASH

Šuma hrasta crnike i crnog jasena pokriva uski rub jugozapadne i južne Istre, prelazi na najjužnji dio Cresa, zahvaća jugozapadni dio Raba i Paga i obrasta sve otoke prema jugoistoku od Lošinja, a kopno Dalmacije od Zadra do albanske granice.

U arealu šuma hrasta crnike i crnog jasena luče se jasno tri geografske varijante: sjeverna, srednja i južna. U sjevernu pripada Istra s kvarnerskim otocima, u srednju dalmatinski otoci do uključivo Hvara, zajednica s uskim pojasom kopna, a u južnu Pelješac i područja južnije od njega.

Šuma crnike i crnog jasena razvijena je u tri subasocijacije: *Orno-Quercetum ilicis typicum* H-ić-niska šuma ili gusto sklopljena makija s elementima šuma, *Orno-Quercetum ilicis myrtetosum* H-ić-niska makija s velikim udjelom mirte i *Orno-Quercetum ilicis ericetosum arboreae* Rauš – zaprema najsjevernija područja areala crnike u Hrvatskoj, a vezana je za duboka isprana tla (Rab).

Regresivna sukcesija šume hrasta crnike i crnog jasena ide preko panjače, makije, gariga do kamenjare, a prirodna progresivna sukcesija od kamenjare obrasle

gušće ili rjeđe zelenima i sitnim grmljem, preko gariga i rjeđih makija sastavljenih od sitnijeg i krupnijeg polugrmlja i grmlja, zatim preko gušćih makija sve do pravih makija ili – još dalje – crnikovih šuma s podstojnom makijom.

Uzgojni zahvat u progresivnoj sukcesiji ovisi o stupnju degradacije. Brže napreduje ako se u kamenjaru i garigu forsira i pomaže crnika uzgojem iz sjemena. Obično se najbolji uspjeh progresije crnike postiže pomoću tzv. pionirskih vrsta borova (alepski, primorski, pinija) koji se podižu iz sjemena ili sadnicama, a pored njih su u istu jamu sadi žir crnike.

Regresiju i progresiju šuma hrasta crnike i crnog jasena možemo prikazati ovako:

Orno-Quercetum ilicis

Regresija		Progresija
makija		makija (<i>Quercus ilex</i> s garigom)
garig		garig + <i>Quercus ilex</i>
rijedi garig		garig
_____ kamenjara _____		

Florni sastav opisane zajednice donosimo u tablici 12.

Asocijacija: *Orno-Quercetum ilicis* H-ić 1957

Šuma hrasta crnike i crnog jasena

Broj snimka: 1-25 (sintetska tablica)

Lokalitet: Kalifront

Veličina snimka: 400 m²

Datum: 1974.

Nadmorska visina (m): 30-65 m

Ekspozicija: jugozapadna

Inklinacija (°): ravno

Geološka podloga: vapnenac

Tlo: smeđa tla na vapnencu

Pokrovnost (%):

sloj drveća 90

sloj grmlja 30

sloj prizemnog rašća 50

sloj mahova 5

Ukupna pokrovnost (%): 100

Florni sastav – The flora composition:

Tablica 12.

I. SLOJ DRVEĆA – TREE LAYER			III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA – UNDERGROWTH		
<i>Quercus ilex</i>	V	+ - 5	<i>Ruscus aculeatus</i>	V	+ - 3
<i>Phyllirea latifolia</i>	IV	+ - 2	<i>Rubia peregina</i>	V	+ - 1
<i>Arbutus unedo</i>	IV	1	<i>Smilax aspera</i>	V	+
<i>Erica arborea</i>	III	R - 5	<i>Tamux communis</i>	V	+ - 1
<i>Fraxinus ornus</i>	III	R - 5	<i>Quercus ilex</i>	IV	R - 2
<i>Quercus pubescens</i>	I	R - 4	<i>Cyclamen rependum</i>	IV	+ - 2
<i>Pinus halepensis</i>	I	+ - 3	<i>Asparagus acutifolius</i>	IV	+
<i>Viburnum tinus</i>	I	+ - 1	<i>Fraxinus ornus</i>	IV	+ - 3
<i>Juniperus oxycedrus</i>	I	+	<i>Viburnum tinus</i>	III	R - 1
<i>Laurus nobilis</i>	I	+	<i>Clamatis flammula</i>	III	R - +
<i>Pinus pinaster</i>	I	+	<i>Rubus discolor</i>	III	+
<i>Acer monspessulanum</i>	I	R	<i>Brachypodium pinnatum</i>	III	+ - 1
<i>Rhamnus alaternus</i>	I	R	<i>Rosa sempervirens</i>	II	R - +
II. SLOJ GRMLJA – SHRUB LAYER			<i>Arbutus unedo</i>	II	+ - 1
<i>Phyllirea latifolia</i>	V	R - 2	<i>Hedera helix</i>	II	R - 2
<i>Arbutus unedo</i>	V	R - 2	<i>Arum italicum</i>	II	R
<i>Quercus ilex</i>	IV	+ - 2	<i>Geranium purpureum</i>	II	R
<i>Erica arborea</i>	IV	R - 5	<i>Clematis viticella</i>	II	R - 1
<i>Fraxinus ornus</i>	IV	R - 2	<i>Sorbus domestica</i>	I	R - +
<i>Rosa sempervirens</i>	III	R - 1	<i>Dorycnium hirsutum</i>	I	R - +
<i>Viburnum tinus</i>	II	+ - 2	<i>Viola alba</i>	I	R - +
<i>Myrtus communis</i>	II	+ - 2	<i>Origanum vulgare</i>	I	+ - 2
<i>Ruscus aculeatus</i>	II	+ - 2	<i>Phyllirea media</i>	I	R - +
<i>Phyllirea media</i>	II	+ - 2	<i>Teucrium polium</i>	I	+
<i>Quercus pubescens</i>	II	R - 4	<i>Carex distachya</i>	I	2
<i>Rubus discolor</i>	II	R - 1	<i>Lonicera implexa</i>	I	+
<i>Crataegus monogyna</i>	II	R - +	<i>Phyllirea latifolia</i>	I	+
<i>Laurus nobilis</i>	II	R - +	<i>Pistacia lentiscus</i>	I	+ - 2
<i>Juniperus oxycedrus</i>	II	R - 1	<i>Myrtus communis</i>	I	+
<i>Rhamnus alaternus</i>	II	R - +	<i>Juniperus oxycedrus</i>	I	+
<i>Pistacia lentiscus</i>	II	+ - 1	<i>Erica arborea</i>	I	R - 2
<i>Olea oleaster</i>	II	(+)	<i>Quercus pubescens</i>	I	R - +
<i>Pistacia terebinthus</i>	I	+ - 1	<i>Genista tinctoria var. virgata</i>	I	+ - 1
<i>Lonicera implexa</i>	I	R - +	<i>Sesleria autumnalis</i>	I	R - 2
<i>Sorbus domestica</i>	I	R	<i>Galium lucidum</i>	I	+
			<i>Cistus incanus</i>	I	+
			<i>Dorycnium germanicum</i>	I	+
			<i>Lithospermum purpureo coeruleum</i>	I	+
			<i>Viola odorata</i>	I	+
			<i>Trifolium angustifolium</i>	I	+

STRUKTURA TRAJNE PLOHE BR. 36
THE STRUCTURE OF THE CONTINUAL PLOT Nr. 36

Promatrajući strukturu šume hrasta crnike i crnog jasena na trajnoj plohi br. 36 na području Kalifronta, možemo zaključiti da u zajednici dominira hrastu crnika

STRUKTURA PO HEKTARU - STRUCTURE PER HECTARE

Područje - Region: NPŠO Rab
 Predjel - Province: Petrovka
 Odjel - Department/odsjek - section: 8e
 Trajna ploha br. 36 - Continual plot Nr. 36

Datum: **1983. GODINA - THE YEAR 1983**

Površina - Area: 1 ha

Tablica 13

Debljinski razredi	HRAST CRNIKA			CRNI JASEN			OSTALO			Ukupno		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
2	1347	0,10	1,3	537	0,16	0,5	0455	3,12	5,2	12339	3,68	7
4	1171	1,46	4,5	28	0,17	0,5	2217	2,88	4,4	3469	4,51	9,4
6	938	2,63	9,4	39	0,11	0,4	574	1,61	3,4	1551	4,35	13,2
8	916	4,56	17,3	18	0,09	0,3	120	0,60	1,6	1054	5,25	19,3
10	530	4,19	15,9	2	0,02	0,1	21	0,17	0,5	553	4,38	16,5
12	322	3,64	14,2	1	0,01	0	1	0,01	0	324	3,66	14,2
14	196	5,02	11,8							196	3,02	11,8
16	54	1,09	4,3							54	1,09	4,3
18	27	0,69	2,9							27	0,69	2,9
20	3	0,09	0,4							3	0,09	0,4
22	2	0,08	0,4							2	0,08	0,4
24	1	0,05	0,2							1	0,05	0,2
Ukupno	5460	21,90	82,7	725	0,56	1,8	13388	8,39	15,1	19573	30,85	99,6

Područje - Region: NPŠO Rab
 Predjel - Province: Petrovka
 Odjel - Department/odsjek - section: 8e
 Trajna ploha br. 36 - Continual plot Nr. 36

Datum: **1993. GODINA - THE YEAR 1993**

Površina - Area: 1 ha

Tablica 14

Debljinski razredi	HRAST CRNIKA			CRNI JASEN			OSTALO			Ukupno		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
2	184	0,06	0,10	225	0,06	0,17	4276	1,34	0,01	4663	1,46	0,29
4	774	0,97	2,67	161	0,20	0,73	2490	3,13	0,04	3425	4,30	3,44
6	857	2,42	8,57	95	0,27	0,95	550	1,55	0,14	1502	4,24	9,66
8	665	3,34	13,30	39	0,20	3,78	171	0,86	0,08	875	4,40	14,16
10	749	5,88	22,47	19	0,15	0,57	44	0,35	0,08	812	6,38	23,12
12	459	5,19	22,95	1	0,01	0,05	3	0,03	0,04	463	5,23	23,04
14	233	3,58	13,98	1	0,02	0,06	1	0,02	0,06	235	3,62	14,10
16	161	3,24	12,88							161	3,24	12,88
18	52	1,32	5,72							52	1,32	5,72
20	12	0,38	1,56							12	0,38	1,56
22	4	0,15	0,64							4	0,15	0,64
24	3	0,14	0,48							3	0,14	0,48
26	1	0,05	0,16							1	0,05	0,16
Ukupno	4154	26,72	105,48	519	0,91	3,31	7535	7,28	0,45	12208	34,91	109,24

(*Quercus ilex*), nastao iz sjemena ili panja, te ga prate manje ili više svi elementi crnikovih šuma (*Fraxinus ornus*, *Phyllirea media*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea* i dr.). Udio pratilica ovisan je o strukturnim karakteristikama sastojine.

Strukturu trajne plohe donosimo u tablicama 13. i 14. i grafikonima 1-6. U tablici 13. donosimo izmjeru u 1983. godini, a u tablici 14. izmjeru u 1993. godini. Ako usporedimo te dvije tablice, dobivamo interesantne podatke.



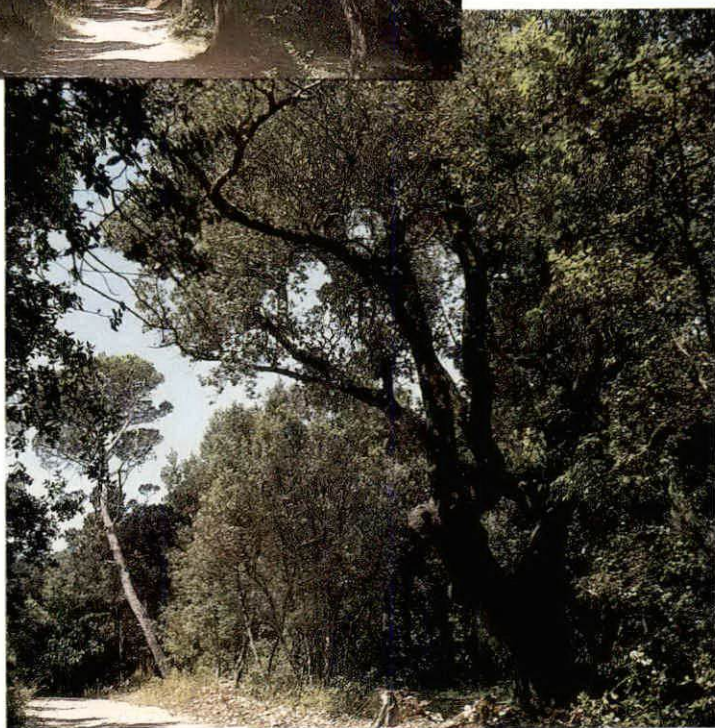
Sl. – Fig. 1. Trajna pokusna ploha br. 36 na NPŠO Rab na otoku Rabu – A continual experimental plot Nr. 36, the Island of Rab



Sl. – Fig. 2. Trajna pokusna ploha br. 36 na NPŠO Rab na otoku Rabu – A continual experimental plot Nr. 36, the Island of Rab



Sl. – Fig. 3. Posebni rezervat šumske vegetacije »Dundo« na otoku Rabu – »Dundo«, a special forest reserve on the Island of Rab



Sl. – Fig. 4. Ostaci stoljetnih crnika u posebnom rezervatu šumske vegetacije »Dundo« na otoku Rabu – Relicts of the cenetennial Mediterranean oaks in »Dundo«, a special forest reserve on the Island of Rab.

Područje - Region: NPŠO Rab

Predjel - Province: Petrovka

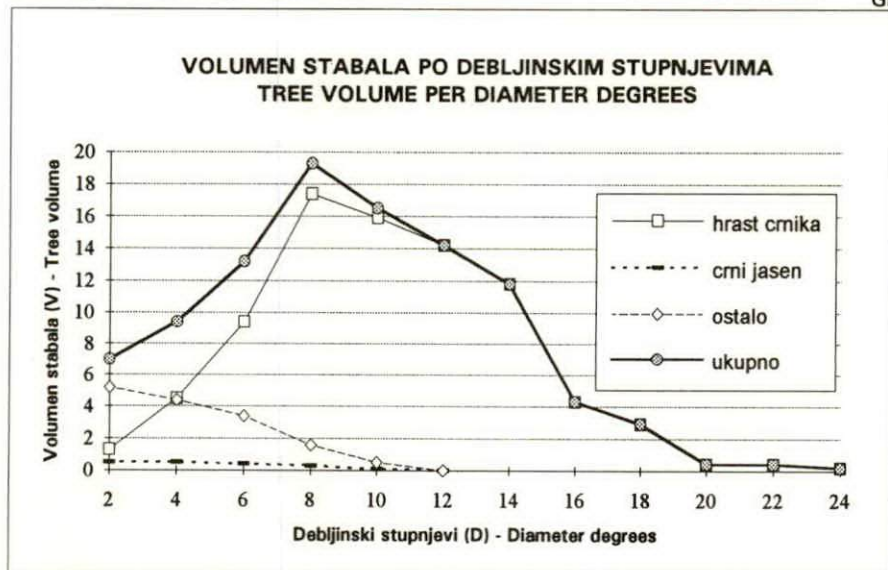
Odjel - Department/odsjek - section: 8e

Trajna ploha br. 36 - Continual plot Nr. 36

1983. godina - The year 1983:

Površina - Area: 1 ha

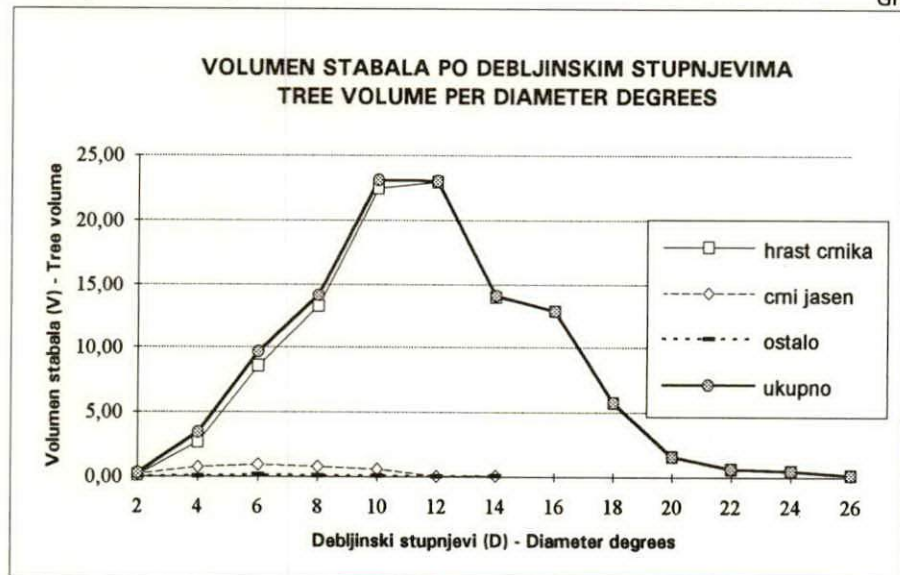
Graph. 1



1993. godina - The year 1993:

Površina - Area: 1 ha

Graph. 2

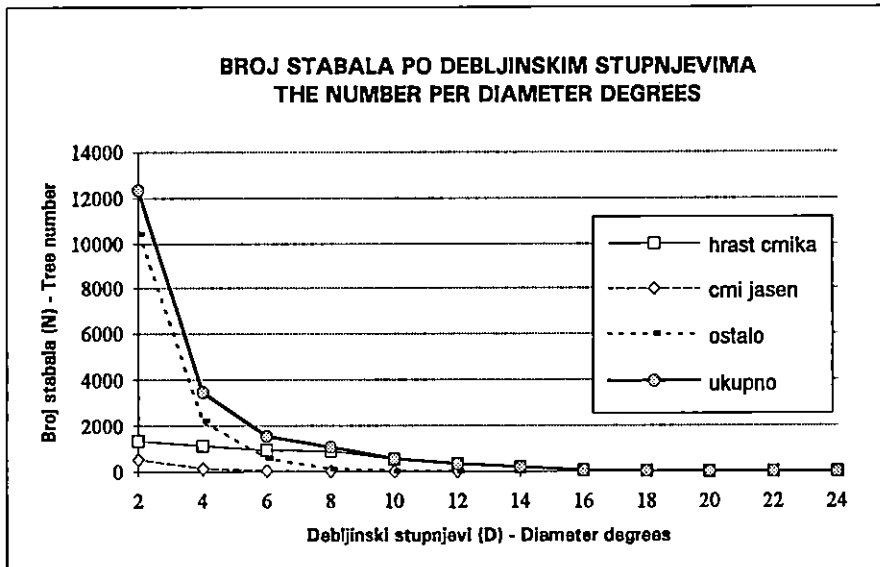


Područje - Region: NPŠO Rab
 Predjel - Province: Petrovka
 Odjel - Department/odsjek - section: 8e
 Trajna ploha br. 36 - Continual plot Nr. 36

1983. godina - The year 1983:

Površina - Area: 1 ha

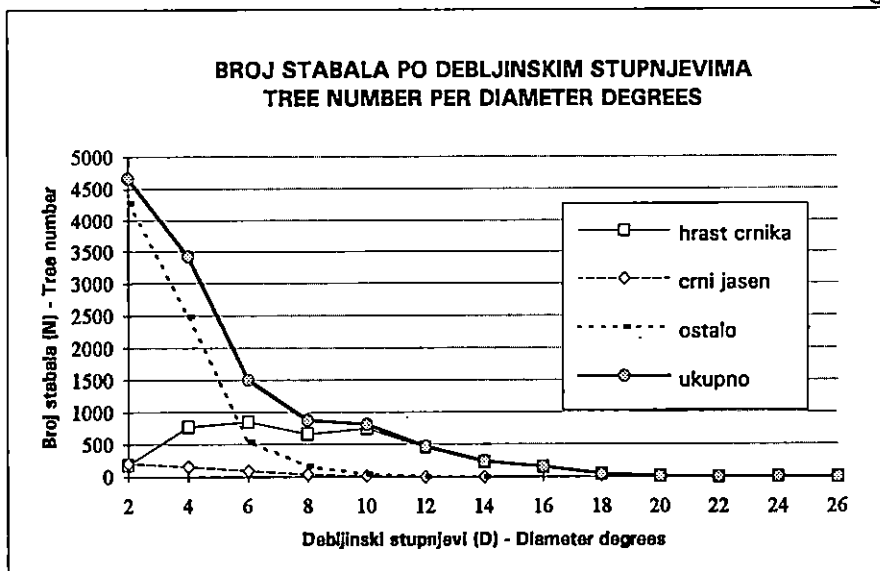
Graph. 3



1993. godina - The year 1993:

Površina - Area: 1 ha

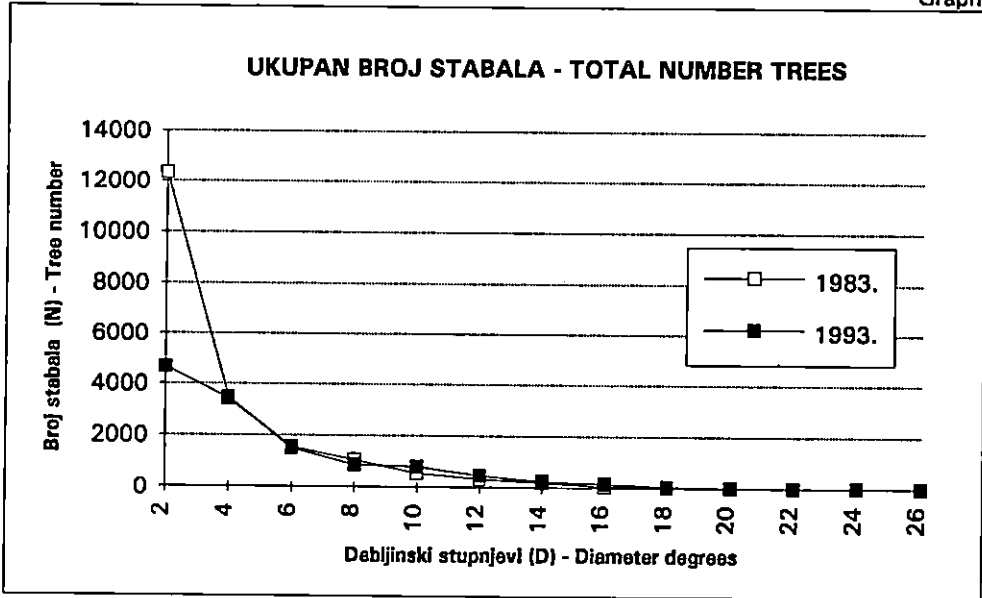
Graph. 4



Područje - Region: NPŠO Rab
 Predjel - Province: Petrovka
 Odjel - Department/odsjek - section: 8e
 Trajna ploha br. 36 - Continual plot Nr. 36

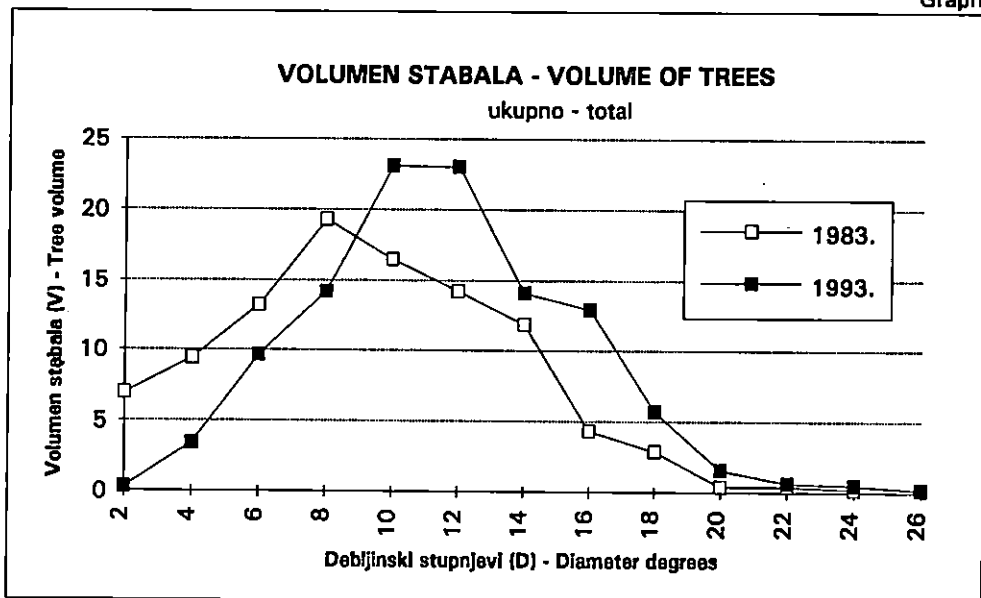
Površina - Area: 1 ha

Graph 5



Površina - Area: 1 ha

Graph 6



	1983		1993.	
	broj stabala	m ³	broj stabala	m ³
Hrast crnika	5460	82,7	4154	105,48
Crni jasen	725	1,8	519	3,31
Ostalo	13388	15,1	7535	0,45
UKUPNO	19573	99,6	12208	109,24

Vidimo da se u proteklih 10 godina ukupni broj stabala umanjio za 7365 komada (zbog prirodnog izlučivanja u borbi za opstanak), a da se drvna masa povisila za 9, 64 m³/ha što je u stvari desetogodišnji prirast šume hrasta crnike i crnog jasena u Kalifrontu. Starost ove šume je 40 godina, a uzgojni oblik panjača, odnosno niska šuma.

U proteklih 10 godina čovjek nije ništa radio u toj sastojini, pa su dobiveni rezultati to interesantniji jer pokazuju da se šume u našem eumediteranu ponašaju u svom prirodnom razvoju isto kao i prirodne šume kontinentalnog dijela Hrvatske. Prema tomu je neopravdano mediteranske šume hrasta crnike sjeći u kratkim ophodnjama »čistim sječama«, već ih treba ostaviti da se prirodno razvijaju s ophodnjama od 100-120 godina i stručnim gospodarskim mjerama provoditi njegu, prorde i oplodnu sječu, te ih prirodnim putem pomladiti i prevesti u visoki uzgojni oblik.

Samo takva stabilna gospodarska šuma može zadovoljiti svim zahtjevima koji se pred šumu postavljaju, a to je: gospodarska, zaštitne, estetska, turistička i socijalna funkcija.

ZAKLJUČAK - CONCLUSION

1. Prirodni sinekološki uvjeti Raba odgovaraju u potpunosti razvoju šumskih i ostalih prirodnih ekosustava.
2. U novije vrijeme (početak XX. stoljeća) počelo se na šumu otoka Raba gledati drukčije. Novi izvori za održavanje ljudskog život omogućili su čovjeku da razumno promatra i iskorištava svoj okoliš. Bavljenje turizmom, mogućnost zapošljavanja gradskog i seoskog stanovništva sve više mijenja odnos čovjeka prema šumi.
3. Šumski ekosustavi kao prirodne tvorevine, sa sposobnošću samoodržanja i obnavljanja (samoobnovljeni prirodni resursi) koriste taj promijenjeni odnos čovjeka prema šumi i progresivno se šire i obnavljaju.
4. Temeljni šumski ekosustav na otoku Rabu je šuma hrasta crnike i crnog jasena (*Orno-Quercetum ilicis*) i sve težnje šumara treba da budu usmjerene uspostavljanju toga stabilnog ekosustava na Rabu.
5. Prirodna sukcesija šume hrasta crnike i crnog jasena, koja se prati u proteklih deset godina na trajnoj pokusnoj plohi br. 36, pokazala je da se spomenuta šuma razvija vrlo povoljno bez sudjelovanja čovjeka. Možemo zaključiti da u stručnom pogledu šumar treba da svojim uzgojnim zahvatima ubrza tu progresivnu sukcesiju.
6. Priloženi tablični i grafički prikazi daju znanstvenu podlogu za sve naše zaključke i govore u prilog zajedničkog rada znanosti, struke i prakse.
7. Sadašnje stanje postojećih šuma i parkova na Rabu zahtijeva da se njihovu

održavanju i obnovi posveti mnogo veća pažnja i znatnija sredstva, sve za dobrobit žitelja Raba i progresa naših otoka.

LITERATURA – REFERENCES

- Bognar, A., i dr., 1989: Geomorfološke osobine otoka Raba. Geografski vjesnik 51:7-20, Zagreb
- Brusić, V., 1926: Otok Rab. Franjevački samostan Kampor, Rab.
- Hodak-Horvatić, N., 1983: Vegetacijska karta otoka Raba. U: I. Šugar (edit.): Vegetacijska karta SR Hrvatske, sekcija Rab. Vojnogeografski institut, Beograd.
- Horvatić, S., 1939: Pregled vegetacije otoka Raba sa gledišta biljne sociologije. Prirodosl. istraž. JAZA, knj. 22,96 str + tablice, Zagreb.
- Horvatić, S., 1963: Biljnogeografski položaj i raščlanjenje našeg primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja. Acta Bot. Croat. 17, Zagreb.
- Ilijanić, Lj., 1987: Vegetacijska i biljnogeografske značajke otoka Raba, Rapski zbornik (83-97), Zagreb.
- Mamužić, P., 1962: Novija geološka istraživanja otoka Raba. Geološki vjesnik sv. 15, br. 1, Zagreb.
- Marković, M., 1987: Poznavanje otoka Raba od antičkih zemljopisaca do pojave prvih topografskih karata. Rapski zbornik (47-58), Zagreb.
- Maškarić, V., 1981: Otok Rab – otok sunca, mora i tišine, NIRO »Privredni vjesnik«, SUR »Izdavačka djelatnost«, RJ »Turistička propaganda«, Zagreb.
- Matić, S., Đ. Rauš, & A. Vranković, 1976: Rezultati početnog istraživanja zaštićenog i upravljanog šumskog rezervata »Dundo« na otoku Rabu. Ekologija 2: 147-166, Beograd.
- Morton, F., 1915: Pflanzengeographische Monographie der Insel – gruppe Arbe, Dolin, S. Gregorio, Goli und Pervicchio samt den umliegenden Scoligen. Bot. Jahrbücher 53, Beiblatt 116:67-273, Leipzig.
- Penzar, B., & I. Penzar, 1987: Klimatske pogodnosti Raba s obzirom na turizam. Rapski zbornik (59-64), Zagreb.
- Podaci Državnoga hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske.
- Program za gospodarenje šumama Nastavno-pokusnog šumskog objekta Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 1986-1985, Zagreb, 1985.
- Rapski zbornik. Zbornik radova sa znanstvenog skupa o otoku Rabu održanoga od 25. do 27. listopada 1984. godine. JAZU/Skupština općine Rab, Zagreb, 1987.
- Rauš, Đ., S. Matić, 1984: Sinekiloško-uzgojno istraživanje u šumama otoka Raba. Šum. list 3-4 Zagreb.
- Rauš, Đ., 1986: Nastavno-pokusni šumski objekt Rab. Glas. šum. pokuse, posebno izd. 2:303-321, Zagreb.
- Rauš, Đ., & S. Matić, 1987: Gospodarenje i namjena rapskih šuma u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Rapski zbornik (99-110), Zagreb.
- Šegulja, N., Rauš, Đ., 1993: Sto trajnih ploha Republike Hrvatske (ekološka istraživanja). Glas. šum. pokuse 29:133-148, Zagreb.
- Španjol, Ž., 1987: Uloga vegetacijske karte u izradi programa gospodarenja rapskim šumama. Diplomski rad, Zagreb.
- Španjol, Ž., 1992: Zaštita prirode u općini Rab. Glas. šum. pokuse 28:49-132, Zagreb.
- Tomulić, I., 1987: Reljef otoka Raba. Diplomski rad, Zagreb.
- Trinajstić, I., 1990: Osobitosti biljnog svijeta kvarnerskog otočja. Ekološki glasnik I (9-10): 67-73, Zagreb.
- Turk, H., 1989: Otok Rab – uvjeti i rezultati turističke valorizacije. Rab.
- Vranković, A., 1984: Pedološka karta NPŠO Rab. Šum. fakultet Zagreb.

RAUŠ, Đ., VUKELIĆ, J., ŠPANJOL, Ž., & T. ĐURIČIĆ:

Original scientific paper

THE RESEARCH ON THE SUCCESSION OF THE MEDITERRANEAN OAK FORESTS ON THE CONTINUAL TEST PLOT (Nr. 36) ON THE ISLAND OF RAB

S u m m a r y

The natural synecological conditions of the island of Rab entirely correspond to the development of forest and other ecosystems. A different approach to the island's forests has resulted from the new, rational attitude towards the entire environment. Tourism with new employment possibilities for the inhabitants has gradually changed the relation man – forest. Self-sufficient nature's creations, capable of regeneration, and as such being man's self-renewable natural resources, the forest ecosystems have benefitted from this changed attitude towards the forest by spreading and regenerating progressively. The basic forest ecosystem of the island of Rab, the Mediterranean oak and black ash forest (*Orno-Quercetum ilicis*) has been scientifically observed on the continual test plot Nr. 36 in the last ten years as part of the efforts of establishing a stable ecosystem on the island. The forest has greatly progressed in its development without man's interaction. The issuing conclusion is that foresters should by their silvicultural work only try to accelerate this progressive succession. The enclosed tables and graphs present a scientific base of all our conclusions and speeches which contribute to the joint scientific and practical work. The present status of the parks and forests of Rab requires more attention and financial means in order to get the best care for the benefit of their people and further improvements needed on all our islands.

Author's address:
Đuro Rauš
Faculty of Forestry
41000 Zagreb, P.O. Box 178
Croatia

PETAR VRGOČ

**FRAXINUS ROTUNDIFOLIA Mill.,
PINUS NIGRA ssp. AUSTRIACA (Hoess) Vid. I
CARPINUS ORIENTALIS Mill. U BONSAI
KULTURI**

**FRAXINUS ROTUNDIFOLIA Mill.,
PINUS NIGRA ssp. AUSTRIACA (Hoess) Vid. AND
CARPINUS ORIENTALIS Mill. IN BONSAI CULTURE**

Prispjelo: 14. III. 1994.

Prihvaćeno: 18. III. 1994.

Mogućnost sinteze japanskog minijaturnog drveća i ljepote drveća naše obale izazov je koji je prethodio ovom radu.

Cilj istraživanja je rekultivacija iz prirode prikupljenih primjeraka:

- 1) okruglolisnog crnoga jasena
(*Fraxinus rotundifolia* Mill.),
- 2) austrijskog crnog bora
(*Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid. i
- 3) bijeloga graba
(*Carpinus orientalis* Mill.)

da bi se proizveli primjerci koji bi mogli biti vrednovani u kulturi japanskoga minijaturnog drveća (kulturi bonsajja).

Temeljni pristupi ovog rada počivaju na razumijevanju bonasajja kao umjetnosti zen-a, kako bi ovaj zadržao svoj izvorni identitet, kao i na modernim aspektima biološke rekultivacije po čemu je karakteristična šumarska škola Šumarskog fakulteta u Zagrebu.

Ključne riječi: bonsai, primjerci prikupljeni iz prirode, europske vrste, morfološke karakteristike, dekorativni izraz

UVOD – INTRODUCTION

Jedan od osnovnih ciljeva ovog rada jest da se prikažu vrste drveća u kulturi bonsajja proz povijest, danas te mogućnost da se rekultivacijom primjeraka drvenastih vrsta koji su prikupljeni iz prirode u našem podneblju obogati kultura minijaturnog drveća za još neke vrste. Istovremeno okviri naše ornamentalne hortikulture mogu biti upotpunjeni kulturom japanskoga minijaturnog drveća kultiviranoga iz

vrsta koje dosada nisu bile prisutne u kulturi bonsajja, a koje su karakteristične za neka naša područja. Kako su nazivi drvenastih vrsta (latinski i narodni) često različiti od autora do autora, potrebno je upozoriti na korištene nazive vrsta.

Nazivi drvenastih vrsta na latinskom jeziku pisani su prema Zanderu (1980). Izuzetak čini naziv austrijskoga crnog bora (*Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid.) prema Vidakoviću (1982) i naziv bijeloga graba (*Carpinus orientalis* Mill.) prema Aniću (1946). Oba izuzetka načinjena su u slučajevima naziva vrsta koje su istraživane u ovom radu, a nazivi prema domaćim autorima su vjerojatno pristupačniji. Okruglolisni crni jasen (*Fraxinus rotundifolia* Mill.), koji je također istraživan u ovom radu, nisu obrađivali domaći autori u literaturi koja je upotrijebljena pri izradi ovog rada (tako je ovaj naziv uzet prema Zanderu 1980).

Narodni nazivi drvenastih vrsta uzeti su prema Aniću (1946) i Vidakoviću (1982).

Svi termini i imena na japanskom i indijskom jeziku ovdje su pisani prema latiničnoj transliteraciji, kakva se koristi u engleskom jeziku, jer su kao takvi u literaturi i pronađeni.

UVJETI POD KOJIMA SU NASTAJALA OBILJEŽJA UMJETNOSTI KOJIMA PRIPADA BONSAI THE CIRCUMSTANCES UNDER WHICH THE ART OF BONSAI DEVELOPED

Uvjeti u kojima su nastajale i u kojima su se razvijale umjetnosti Dalekog istoka veoma su strani kulturi kojoj pripadamo, posebno kada je riječ o filozofiji kao podlozi ili kao osnovnom obilježju kulture u kojoj su te umjetnosti nastajale. Veoma nam je teško doći do adekvatne interpretacije i proizvoda takve umjetnosti i njihova filozofskog konteksta uz koji bi nam ti proizvodi bili pristupačniji. Takvo stanje vjerojatno je takvo zbog određene nepristupačnosti istočnjačkog načina razmišljanja našem zapadnjačkom umu te je vjerojatno iz istih razloga na naš jezik prevedeno veoma malo adekvatne literature koja bi nam u ovom slučaju pomogla.

Bonsai ili japansko minijaturno drveće je jedan od izraza umjetnosti nadahnute osebujnom filozofijom zena ili, preciznije rečeno, bonsai je jedan od mnogobrojnih izraza zena u umjetnosti. Minijaturno drveće kao takvo predstavlja djelić bogate kulturne baštine Japana, a njezino razumijevanje svakako nije moguće bez razumijevanja onoga što zen svojom širinom nudi.

S obzirom na dosada izrečeno postaje prijeko potrebno približiti se načinu razmišljanja na kojemu počivaju umjetnosti zena, a po kojemu je osebujan Japan kakvoga danas poznajemo.

Tokom sredine 11. stoljeća rivalstvo između dvaju vodećih klanova (Taira i Minamoto) doseglo je vrhunac. Poslije oko tri desetljeća ratovanja Minamoto Yoritomo, iz oblasti Kamakura, postigao je finalnu pobjedu u pomorskoj bitki kod Dannoure 1185. god. te je počeo vladati zemljom devastiranom dugogodišnjim ratovanjem, kugom i glađu. Otada pa sve do 1868. god., kad je ponovno restaurirano carstvo, Japanom su u ime cara vladali naizmjenično vojni diktatori (Baker 1984).

Početak ere Kamakura (1185-1368) označava početak jedinstvene militarističke kulture koja je bila utemeljena na beskrajnoj odanosti ratnika koji su bili uvijek na usluzi, čak da daju i vlastiti život ukoliko to donosi korist njihovu nalogodavcu.

Naime, visoko vrednovana pripadnost staležu ratnika, koja je najčešće nasljeđivana, bila je sigurna samo dok je ratnik bio besprijekoran u obavljanju svojih dužnosti. Za nepravilnosti u svom radu, zbog kojih bi poglavar mogao imati gubitke, ratniku s dobrom reputacijom bilo je dopušteno da sam sebi oduzme život, dok onoma bez dobre reputacije takva mogućnost izbora nije dopuštena (T s u n e t o m o 1979).

U zapadnom svijetu takvo funkcioniranje pojedinca najčešće je nazivano fanatizmom, pri čemu je taj pojam ostajao oskudno definiran. No, što je uvjetovalo mogućnost postojanja takva mentalnog ustrojstva pojedinca da je on uopće mogao biti srednjovjekovni ratnik u Japanu?

Na samom početku ere Kamakura (1185-1368), a uz početak vladavine Minomota Yoritoma, Eisai (1141-1215) utemeljio je zen samostane u Kyotu i Kamakuri 1191. god., koji su potpali pod carsku zaštitu. Ta povijesna koincidencija osigurala je ratničkom staležu tadašnjeg Japana privlačan oblik budizma s obzirom na njegovu praktičnost i konkretne kvalitete te na neposrednost i jednostavnost prilaza. Iz toga se razvio poseban način života ratnika, bushido (japanski bushi 'ratnik', do 'put', 'način'), što je u suštini primjena zena na vojnu vještinu (W a t t s 1957).

Doprinos zena japanskoj kulturi nikako nije ograničen samo na bushido. Zen je prodro gotovo u svaku poru života, u japansku arhitekturu, poeziju, slikarstvo, horitkulturu, sport, obrtništvo i cjelokupnu privredu; uvukao se u svakodnevni govor i misli običnog čovjeka. Zahvaljujući djelovanju takvih sljedbenika zena kao što su Dogen, Hakuin i Bankei, pjesnika kao što su Ryokan i Basho i takvih slikara kakav je bio Sesshu, učenje zena postalo je izuzetno pristupačno svijesti običnog čovjeka (W a t t s 1957).

S obzirom na kvalitete zena postaje osobito zanimljivo uvidjeti tu njegovu univerzalnost, a napose je interesantno uočiti »mehanizam događanja« zena u svakodnevici Japanca.

Uvodne riječi najstarije pjesme, u kojoj je zen prisutan, kažu:

*Savršen put bez teškoća je,
osim što izbjegava da odvaja i odabire.
Tek kad prestaneš da budeš naklonjen ili nenaklonjen,
sve će ti biti jasno shvatljivo.
Najneznatnija ralika
i nebesa i zemlja se odvajaju!
Ako želiš da dopreš do prave isitne,
ne interesiraj se za pravo i pogrešno.
Sukob između pravog i pogrešnog
bolest je uma.*

Seng-ts'an, Hsin-hsi'n Ming, prema W a t t s u (1957)
W a t t s (1957) dalje objašnjava:

»Shvatiti ovo znači shvatiti da je dobro bez zla kao i gore bez dolje, a da ideal traganja za dobrim postaje isto što i namjera da se oslobodimo lijevoga uporno skrećući desno. Posljedica toga je da se stalno vrtimo u krugu.«

Na drugom mjestu, govoreći o istome W a t t s (1957) navodi:

»Zen zbog ovog ipak ne zauzima stav de je uzaludno jesti kad je čovjek gladan i da stoga može jednostavno umrijeti od gladi, niti da je do te mjere neljudski da bi rekao: ne treba se počestati kad nas svrbi. Odbacivanje iluzija u vezi s traganjem za dobrim ne uključuje zlo stagnacije kao neizbježnu alternativu s obzirom da je položaj čovjeka nalik položaju bube na vreloj tavi.«

Rezimirajući izneseno, W a t t s (1957) zaključuje:

»Spoznaja koja leži u osnovi dalekoistočne kulture jest spoznaja da su suprotnosti u odnosu, a stoga fundamentalno harmonične. Sukob je uvijek površinski jer istinski sukob ne može postojati kad su suprotni parovi međusobno ovisni. Dakle, kruta podjela na duh i prirodu, subjekt i objekt, dobro i zlo te umjetnik i medij sasvim je strana toj kulturi.«

Nekome tko razmišlja u okvirima dualističkog koncepta takvo tumačenje moglo bi izgledati kao fatalistički pristup nasuprot mogućnosti slobodnog izbora. No, ono što zen naglašava, a što je ujedno i jedna od njegovih osnovnih kvaliteta zapravo je pružanje mogućnosti čovjeku da se, zaboravivši krajnji cilj, identificira s djelatnošću kojom se bavi. Ili kako objašnjava W a t t s (1957):

»Žurba i sve što ona obuhvaća fatalni su jer ne postoji cilj koji se može postići. Onog trena kad se cilj zamisli, postaje nemoguće vježbati određenu umjetnost ili vladati preciznošću njene tehnike.«

Dakle, sve što čovjek čini, on to čini zbog određenog užitka u samoj djelatnosti, a sve postignuto samo je moment unutar prirodnog toka zbivanja. Bitno leži u kvaliteti doživljaja ili kako kaže japanska poslovice: »Bolje je dobro putovati nego stići« (prema neobjavljenim autorovim zapisima).

Ako ponovno spomenemo konkretne kvalitete zena zbog kojih je on po svom dolasku u Japan bio privlačan oblik budizma ratničkom staležu, sad već postaje lakše odgovornu na pitanje: Kako upotrijebiti svakodnevno susretanje s vlastitom smrću da bi se vlastito biće kultiviralo u pouzdanog ratnika, a da život pritom ne izgubi ono za čim svaki od nas teži?

Ličnost kultivirana zenom sposobna je, kako u trenucima gdje je ugrožen njen fizički integritet tako i u banalnim momentima svakodnevnice, djelovati prepuštajući se spontanosti vlastite kreativne akcije. Ili, kako je to izrazio Miyamoto Musashi (1582-1645), jedan od najcjenjenijih ratnika svoga vremena:

*Pod visoko uzgignutim mačem
pakao je pred kojim strepiš,
zakorači naprijed
i zemlja blaženstva bit će tvoja
(prema Suzukiju 1985).*

S jedne strane smrt, a s druge mogućnost da se spontanom kreativnom akcijom problem razriješi i vlastiti život produži. To realiziranje prirodnog nagona za opstankom u ovom slučaju počiva na zenom kultiviranom stavu ličnosti prema vlastitoj stvarnosti.

Za bolje razumijevanje toga odnosa svakako je potrebno nešto temeljitije objasniti jedan od osnovnih pokretača motivacije, a to je česta mogućnost konfrontacije s vlastitom smrću. P a y n e (1981) smatra da neumoljivost blizine smrti

mijenja svijest o vlastitoj stvarnosti, a najupečatljiviji atribut tako izmijenjene svijesti je neočekivan nivo motivacije za radikalnom promjenom.

Susretanje s vlastitom smrću je ekstremno intenzivna stresna situacija. Nivo motivacije za radikalnom promjenom ovisi zapravo o intenzitetu stresa koji je prouzročeo. Tako kad netko govori o blizini smrti kao pokretaču motivacije, on vjerojatno nastoji istaknuti najveći efekt koji je moguće postići uz najsnažniju motivaciju.

Posebno je zanimljivo da taj moment nije samo obilježje budističke tradicije nego da ga možemo naći i u drevnoj kulturi jedne druge, geografski odijeljene, stare ratničke civilizacije Tolteka. Američki antropolog *Kasteneda* (1988) iznosi dijalog s Don Juanom, učiteljem Yaqui Indijanaca iz Novog Meksika, u kojemu se očituje poruka jednaka onoj koju ističe Musashi, a koja je ovdje nešto pristupačnija nama zapadnjacima. Tokom razgovora s Don Juanom *Kasteneda* je protestirao govoreći da je besmisleno stalno brinuti o vlastitoj smrti. Don Juan je odgovorio:

»Nisam rekao da stalno moraš brinuti o tome.«

»Šta onda treba da radim?«

»Koristi to. Usmjeri svoju pažnju na povezanost između tebe i tvoje smrti, bez griznje savjesti, tuge ili zabrinutosti. Usmjeri svoju pažnju na činjenicu da vrijeme prolazi i dopusti da tvoje djelovanje teče u skladu s tim. Dopusti da svaka od tvojih akcija bude poput tvoje posljednje bitke na ovom svijetu. Samo pod takvim uvjetima tvoje djelovanje će imati svoju pravu snagu. Inače će svaka tvoja nastojanja biti poput pokušaja svih drugih smrtnika.«

Početak ere Kamakura (1185-1368) počelo je razdoblje označeno potrebom kultiviranja ratnika. Toj tendenciji dan je definitivni smjer dolaskom zena u Japan (1191. god.).

Uz zen, nekome tko svakodnevno nosi za pojasom dugi i kratki mač i spreman je da ih u bilo kojem trenutku upotrijebi bez izvjesnosti da će ih ponovno vratiti za pojas, pružena je mogućnost prevladavanja osobnih problema izazvanih stresnim situacijama. Tome je svakako prethodila specifična kultura ličnosti kojom su postignute konkretne kvalitete spontanog djelovanja osobne kreativnosti. Netko osvjedochen time kroz osobno iskustvo postaje sposoban prepustiti se vlastitom djelovanju bez opterećenosti krajnjim rezultatom.

Kultiviranjem ličnosti zenom, s obzirom na to da dolazi do preobražaja osobne stvarnosti, postiže se i preobražaj načina opažanja okolnog svijeta.

Svakako, način koncipiranja stvarnosti i način opažanja okolnog svijeta su temelji na kojima su bazirana svojstva umjetničkog izražavanja u bilo kojoj kulturi.

UNIVERZALNOST I PRAKTIČNOST ZENA THE UNIVERSALITY AND PRACTICABILITY OF ZEN

Čovjek pri nastojanju da riješi bilo koji problem uvijek se susreće s nekom mogućnošću izbora da isti problem riješi na jedan ili na neki drugi način. Upravo zbog svoga univerzalnog pristupa bilo kojemu problemu te nudi mogućnosti da se pri rješavanju problema s lakoćom odabere alternativa zen se uvukao u svaku poru kulture Dalekog istoka. Objasnjavajući to *Watts* se (1957) poslužio veoma slikovitom analogijom:

»Ako pokušamo napraviti apsolutno precizan termostat, to jest ako gornju i donju temperaturnu granicu sasvim približimo, trudeći se da temperaturu stalno održavamo na 20°C, cijeli će se sustav raspasti. Kako i koliko se gornja i donja granica poklapaju, toliko će se i signali za isključivanje i uključivanje poklapati. Ako je 20°C i donja i gornja granica, signal za uključivanje bit će također i signal za isključivanje: »da« će implicirati »ne«, a »ne« će implicirati »da«. Zbog toga će se sustav tresti, uključujući i isključujući se, sve dok se ne raspadne. Sustav je preosjetljiv i pokazuje simptome koji su zapanjujuće slični ljudskoj strepnji. Jer, kad je čovjek toliko samokontroliran da se ne može opustiti, oklijeva i koleba se izemđu suprotnosti.«

Osnovna svrha kultivacije ličnosti zenom nije samo njegovanje spontanosti da bi se uklonila promišljena odluka, nego odstranjivanje kočnica misli i akcija.

Uz takvu kultivaciju ličnosti postiže se spontanost djelovanja misli koju slijedi gotovo istovremena akcija tijela, kao što zvuk pljeska slijedi kad udarimo dlanom o dlan. Sve odluke koje čovjek donosi treba da se dogode potpuno spontano ili prirodno kao što to bude kad dozrelom voću popuštaju peteljke i ono s grana pada na zemlju. Kako je taj proces zrenja voća potpuno prirodan ili spontan te kao takav izvan mjerljivih vrijednosti, tako i čovjek koji donosi odluke na takav način ne može pogriješiti, kao što ni zrele voćke ne mogu s grana otpadati na pogrešna mjesta.

Stjecanje sposobnosti takva djelovanja ili »dolazak na put« (japanski *do* 'put', 'način'), u terminima zena, ujedno je i stanoviti uvid u način na koji funkcionira univerzum. Na taj način čovjeku koji je »došao na put« pružene su mogućnosti univerzalnoga nespontanog djelovanja (P a y n e 1981).

Nastojaci ilustrirati široko područje djelovanja zenom kultivirane ličnosti, P a y n e (1981) opisuje događaj koji se navodno dogodio u provinciji Tasa nekom majstoru čajne ceremonije.

Spomenutog majstora čajnog obreda, iz provincije Tasa, izazvao je na dvoboj neki ugledni ratnik. Dvoumeći se kako da postupi, s obzirom na to da nije bio vičan borbi mačem, otišao je do svog prijatelja zen majstora da bi se s njim posavjetovao. Zen majstor ga je iskreno savjetovao govoreći mu da su šanse da izađe živ iz dvoboja veoma male, ali da mu ne ostaje drugo do nastojanja da pristupi borbi na isti način kao što je svakodnevno pristupao pripremi čaja. Majstor čaja pripremio se uzimajući u obzir dobiveni savjet. Došao je na dogovoreno mjesto. Isukao je mač držeći ga u ruci uz istu pažnju s kojom je ranije držao posudu s vrelom vodom i s istom odlučnošću realiziranja svoje namjere uz koju je ranije pripremao čaj. Uviđajući superiornost protivnika i svoj beznadni položaj, ratnik, koji je izazvao majstora čaja na dvoboj, molio je za oprostaj te se povukao iz borbe.

Ta kratka priča veoma slikovito ilustrira mogućnost univerzalnog djelovanja nadahnutih.

Sličan primjer pruža i lik Miyamota Musashija (1582-1645) koji je po svom životnom opredjeljenju bio ratnik, a koji je istovremeno bio uspješan majstor slikanja tušem na ručno rađenom papiru. Takav način slikanja (japanski *fu-do*, *fu* 'kist', *do* 'put' ili 'način') mekim kistom od zečje dlake umočenim u tuš na mekom papiru, koji je po svojoj strukturi sličan današnjim papirnim maramicama, omogućuje umjetniku da s nekoliko poteza izrazi svoje trenutno raspoloženje. Karakteristika takva načina slikanja jest da ne postoji dodatno dotjerivanje slike s obzirom na mogućnost da dužim zadržavanjem kista na poroznom papiru on upije previše tuša ili čak bude prokinut zbog prekomjernog vlaženja.

Promatanjem slika koje je naslikao Musashi postaje očigledno da je tom čovjeku bilo svejedno: mahnuti i zarezati mačem ili mahnuti kistom po papiru, ili, kako on sam kaže:

»Pobijediti jednoga isto je što i pobjeđivati tisuću ili desetke tiskuća njih«.

Ili:

»Poznavati jednoga znači poznavati deset tisuća.«

Ili:

»Ako poznaješ put (do), onda ga možeš vidjeti u svemu.«

Citati su uzeti iz zbirke pisama koje je Musashi uputio jednom od svojih učenika. U tim pismima izložen je originalan način upotrebe oružja u borbi i taktika borbe. No, koliko je taj pristup univerzalan i još i danas kao takav primjenljiv, najbolje govori to da se ta zbirka pisama pojavljuje u knjižarama svjetskih metropola kao knjiga kojoj je naslovna strana ilustrirana fotografijom u boji na kojoj je prikazan poslovan čovjek moderno odjeven s aktovkom u ruci.

Dakle, slikanju tušem na papiru, podizanju šalice čaja do usta, burzovnim transakcijama od velikog rizika ili borbi na život i smrt moguće je pristupiti uvijek na isti način.

Netko tko je »izišao na put« posjeduje određeno zenom kultivirano vlastito djelovanje u kojemu ne postoje važne i sporedne stvari ili događaji. Osnovna satisfakcija nekomu tko se »našao na putu« zapravo je doživljaj samog djelovanja, odnosno ljepota sudjelovanja u univerzalnom prirodnom slijedu događanja kojim je sve protkano.

Subjektivni osjećaj slobode nekoga tko se našao u takvu sustavu svakako donosi široku osobnu kreativnost.

»Kada se svaka ideja snage ličnosti, osnovana na moralnim vrijednostima i mjerilima discipline očisti, nema više ničega u nama što bi se proglasilo slušateljem, a upravo zbog toga ne propuštamo ništa što čujemo« (W a t s 1957, prema Suzukiju).

UMJETNOST I ORNAMENTALNA HORTIKULTURA JAPANA ART AND ORNAMENTAL HORTICULTURE OF JAPAN

»Zapadna znanost tumači prirodu u terminima svoje simetrije i pravilnosti, razlažući najčudljivije oblike na komponente pravilnih i mjerljivih oblika. Iz toga rezultira naša tendencija da prirodu sagledavamo i njom se bavimo kao jednim redom iz kojega je element spontanosti isključen. Ali uz taj red (japanski maya) prava takvoća stvari nema ničega zajedničkoga s čisto konceptualnom suhoparnošću savršenih kvadrata, krugova ili trokuta, osim uz spontani slučaj. Zbog toga je zapadni um zbunjen kad se srediene koncepcije svijeta raziđu i kad se osnovno ponašanje svijeta smatra 'principom nesigurnosti'. Nalazimo da je takav svijet bez značenja i nehuman, ali nas upoznavanje s kineskom i japanskom umjetnošću može dovesti do sasvim nove procjene u ovom svijetu u njegovoj živoj i konačno neizbježnoj stvarnosti« (W a t t s 1957).

Watts obješnjava da umjetnost zena u prvom redu ne predočavaju samo prirodu, nego su i neposredni izraz prirodna djelovanja. Čak i u slikarstvu se za umjetničko djelo ne smatra da predstavlja prirodu, nego da je i ono samo djelo prirode. Budući da umjetnička tehnika uključuje umjetnost neumjetništva, odnosno »kontrolirani slučaj«, slike su stvorene isto tako prirodno kao i kamenje i trava koje predstavljaju. To ne znači da je stvaranje djela uz nadahnuće zena prepušteno čistom slučaju, kao kad bi netko umočio zmiyu u tuš i pustio je da krivuda po čistom papiru. Osnovni smisao je da ne postoji nikakav dualitet ili nikakva razlika između prirodnog elementa slučaja i ljudskog elementa kontrole.

Smatra se da konstruktivne moći ljudske djelatnosti ili ljudskog uma nisu ništa više umjetne ili prirodne od aktivnosti biljaka ili pčela tako da sa stanovišta zena nije proturječno reći da je umjetnička tehnika disciplina u spontanosti ili spontanost u disciplini.

Osnovna namjera tako koncipirane umjetnosti jest da dočara ugođaj prirode kroz izraze trenutaka u njihovoj čistoj (prirodnoj) takvoći, što je postignuto u svim formama umjetnosti: slikarstvu, književnosti, arhitekturi, dekorativnim umjetnostima, hortikulturi i drugima. Svakako, umjetnici takvim svojim djelovanjem upozoravaju one koji su oduševljeni proizvodima ovakve umjetnosti na ono što im zen nudi.

Kako navodi Baker (1984), shogon Yoshimitsu 1382. god. naredio je da se zgrada samostana Shokokuji dekorira umjetničkim djelima zena, što su učinili redovnici koji su tu živjeli. Na sličan način oslikano je i sjedište shogunata, što je najvjerojatnije urađeno po naređenju istog Yoshimitsua. Uz to poznata su i druga nastojanja toga i drugih shoguna da se javni prostori opreme, odnosno dekoriraju proizvodima takve umjetnosti. Tako opći ugođaj ranije spomenutog perioda Kamakura (1185-1333), u kojemu su utemeljeni prvi zen samostani u Japanu, prenio se i u novo razdoblje Muromachi (1338-1573). S obzirom na značenje zena, koje je sadržano u povoljnostima što ih zen nudi utemeljenom militarističkom ustrojstvu, kao neminovnost je slijedilo štovanje umjetničkih djela u općoj maniri zen ukusa.

Dakle, u okolnostima gdje su proizvodi umjetnosti zapravo izrazi djelovanja zena, umjetnička djela ne predočuju prirodu, nego su i ona sama djela prirode nastala kao spontani ili slučajni izraz prirode uz pomoć umjetnika. Dok umjetnik na Zapadu »savlađuje« prirodu da bi je prikazao, umjetnik na Istoku indentificiran s prirodom djeluje kao i ona sama, spontano, slučajno ili olako. Termine »olako« i »promjene prirode« u kineskom jeziku označava jedna te ista riječ (Watts 1957).

Motivi takve umjetnosti najčešće su sličice jednostavnoga sadržaja koje uz užurbanost i preokupiranost važnijim stvarima svakodnevnog života najčešće ostaju nezapažene, na primjer ptica na grani ili nekoliko stručaka bambusa u crtežu tušem, nekoliko cvjetova kao ikebana ili jednostavan prizor jednog jedinog minijaturnog stalca u keramičkom plitkom kontejneru kao bonsai (Vrgoč 1991).

Način umjetničkog izražavanja takvih »banalnih« trenutaka ima snagu da jednako umjetnika ili promatrača prenese u neposredni kontakt s prirodom koja se dogodila u majstorski urađenom umjetničkom djelu i da izazove eho ravnodušnosti prema svakodnevnim brigama i istovremeno nostalgiju za opažanjem takvih trenutaka (Vrgoč 1991).

Što je to što tako stvorena umjetnička djela posjeduju da bi bila u stanju izazvati takav efekt? Da bi se dalje moglo diskutirati, svakako je potrebno razmotriti neke od proizvoda te umjetnosti. U ovom slučaju neka to budu kratke pjesme od sedamnaest slogova na način haikua s obzirom na veću konkretnost pisane riječi

nego što je nudi slika ili nešto drugo. Prethodno je potrebno objasniti da netko tko nije Japanac, prije kontakta s haiku pjesmama, mora shvatiti da je dobar haiku kao kamenčić bačen u jezero slušaočeva uma koji priziva asocijacije iz bogatstva njegova pamćenja, on poziva slušatelja da sudjeluje umjesto da ga ostavi nijemoga od divljenja dok je pjesnik u prvom planu (Watts 1957).

Evo nekoliko primjera haiku pjesama koje navodi Watts (1957, prema Blythu).

*U tamnoj šumi
pala je bobica:
zvuk vode.*

*Pada susnježnica:
neizmjerana, beskrajna
usamljenost.*

U ta dva haikua prevladava raspoloženje osame i tišine koje se naziva *sabi*. Kad je umjetnik potišten ili tužan, a kad u toj posebnoj praznini osjećanja spazi nešto sasvim obično i skromno po svojoj nevjerojatnoj »kakvoći«, raspoloženje se naziva *wabi*. Kad taj tren probudi jaču nostalgicnu tugu, povezanu s jeseni i nestankom svijeta, naziva se *aware*. A kad mu se ukaže nešto iznenadno, tajanstveno i čudno, nagovještavajući nepoznato koje nikad neće biti otkriveno, raspoloženje se zove *yugen*. Ti neprevodivi japanski termini označavaju četiri osnovna raspoloženja (*furuwa*) opće atmosfere zen ukusa pri opažanju besciljnih trenutaka života.

»*Sabi je usamljenost u smislu budističke ravnodušnosti, gledanje na svijet stvari kao da se dešavaju 'same od sebe' u čudnovatoj spontanosti. S tim ide smisao duboke, neograničene tišine koja se spušta s dugotrajnim padanjem snijega, gutajući sve zvuke u slojevima mekoće*« (Watts 1957).

Ilustrirajući *wabi*, Watts (1957) nudi ove dvije pjesme:

*Djetlić
Stalno stoji na istom mjestu:
Dan skončava.*

*Zimska puščoš;
Po bačvi za kišnicu
Šetaju vrapci.*

U ta dva haikua dominira *wabi*. Prema Wattsu (1957) to je:

»*Neočekivano prepoznavanje vjerne 'takvoće' veoma običnih stvari, naročito ako je turobnost budućnosti načas prekinula naše namjere.*«

Aware je treći od nabrojenih ugođaja:

»*Nije baš žaljenje, nije nostalgija u smislu žudnje za povratkom drage prošlosti. To je eho onoga što je prošlo, a bilo je voljeno, kao odjek što ga velika katedrala pruža koru, tako da bi bilo siromašnije bez toga*« (Watts 1957).

Na primjer:

*Nitko ne živi na grebenu Fuka;
Drvena streha je propala;
Samo je još ostao
Jesenski vjetar.*

Yugen označava neku vrstu tajanstvenosti, najzagonetniji je za opisivanje, tako pjesme moraju govoriti za sebe (W a t t s 1957).

*Tama mora;
Glasovi divljih pataka
Polako blijede.*

*Otpali cvijet,
Da se vrati na granu?
Bio je to leptir.*

Razmatrajući izneseno, a u vezi s osnovna četiri ugođaja, može se zaključiti da svaka od tih haiku pjesama zapravo sadrži sva četiri ugođaja, ali od kojih je svaki negdje nešto jače naglašen. Ili, drugačije rečeno, da bi nešto bilo proizvod umjetnosti zena, ono sadrži sva četiri ugođaja, a pritom neki od njih može dominirati cjelokupnim izrazom.

Univerzalnost takva modela prisutna je i u vrtnoj umjetnosti. Prema W a t t s u (1957) namjera onih koji su kreirali najpoznatije japanske vrtove nije bila da stvore realistične iluzije pejzaža, nego da jednostavno nagovijeste opću atmosferu prirodno-ga. Tako vrtovi izgledaju potpomognuti, a ne vođeni ljudskom rukom. Vrtlar nikad ne prestaje njegovati vrt, ali on to radi kao da je i sam dio te cjeline, a ne kao netko tko rukovodi njome izvana. Dakle, vrt je istovremeno i sasvim umjetan i krajnje prirodan.

Da bi se promatraču ili vrtlaru omogućilo doživljavanje prirode, odnosno identifikacija s njom, u vrt su često ukomponirani potpuno neobrađeni elementi: kamenje, pijesak ili voda, koji u kompoziciji s istim atributima obavezno ispune svoju namjenu. Naime, mogućnost doživljavanja prirodnoga utoliko je vjerojatnija ukoliko je djelovanje prirode naočigled prisutno u vrtu. Tako obrastanje stijene penjačicom (sl. 1), nicanje mahovine na vlažnom kamenu ili mogućnost prorastanja trave između granula pijeska (sl. 2) neumoljivo uporno podsjećaju na spontanost prirodnog događanja.

Svakako kompozicija cijelog prostora određuje ostvarenje traženog efekta.

»Tajna leži u znanju kako da se dovedu u ravnotežu oblik i praznina i, iznad svega, u znanju kada je netko 'rekao' dovoljno.

Štoviše, figura koja je integralni dio prostora stvara osjećaj 'čudesne praznine' iz koje se događaj iznenadno pojavljuje« (W a t t s 1957).

Možda najbolji primjer takva odmjerenog načina komponiranja u vrtnoj umjetnosti predstavlja 500 godina star vrt hrama Ryoan-Ji iz Kyota. Nevjerojatna jednostavnost toga vrta ne propusti izazivati spokojstvo i jasnoću doživljaja prirodnoga čak i preko fotografije.

»Vrt Ryoan-ji istovremeno je i precizan i prirodan. Nema ovdje ničega romantičnoga, nema uznemirene, samosvjesne težnje prema transcendentnosti, niti je prisutno bilo što 'klasično', ili napor da se postigne kakav savršen, apstraktan ideal. Vrt je potpun, ali ne i 'dovršen'. On jednostavno predstavlja poziv na kontemplativno bivstvovanje.

Kameni vrt sadrži u sebi paradoks: međusobni položaj elemenata od kojih se sastoji istovremeno, je i proizvoljan i nužan. Možemo zamisliti da netko promijeni elemente ili im zamijeni mjesta, a da svojstvo cjeline ne bude narušeno. Bilo bi to drugačije djelo, 'površinski' gledano, ali čini se da bi i dalje upućivalo isti poziv.

Međutim, upravo je sadašnji raspored elemenata taj koji nas poziva.

Vrt nije asimetričan, ako kao mjerilo asimetričnosti uzmemo simetriju. Vrt nije asimetričan, a nije ni simetričan; on je nepravilan na jedan poseban način, koji potječe od izvanrednog spoja slučajnosti i određenosti« (Deutsch 1975).

Dakle, umjetnici nadahnuti zenom ili zenovci u umjetnosti stvaraju takva djela koja zapravo prezentiraju i poglede zena kao filozofije, odnosno logičkog sustava, pri čemu proizvodi takve umjetnosti posjeduju osebujno estetsko obilježje uvjetovano, dakako, spoznajama iste filozofije. To je samo po sebi razumljivo jer živeći u određenom kulturnom podneblju čovjek izgrađuje vlastitu percepciju u skladu s kulturnom baštinom svoje neposredne okoline, odnosno postaje prilagođen da opaža svijet oko sebe i da ga interpretira u skladu s određenošću tog istog svijeta u toj kulturi.

Budući da postoji barijera između svjetova Dalekog istoka i Zapada koja je određena upravo različitošću dvaju pripadajućih logičkih sustava, odnosno nemogućnošću razumijevanja jednoga kad se razmišlja u terminima drugoga, postaje zanimljivo čuti što zapravo znači umjetnost nekome tko potječe iz kulture Dalekog istoka, konkretno iz Japana.

Okakura (1989) raspravljajući o značenju umjetnosti u čajnom obredu, a gdje je umjetnost u Japanu najčešće prisutna, kaže:

»Oni među nama koji nisu upućeni u tajnu kako se valjano upravlja životom na ovom uzburkanom moru glupih nevolja, koje zovemo življenjem, stalno zapadaju u nevolje dok se nastoje prikazati sretnima i zadovoljima. Mi posrćemo gledajući održati moralnu ravnotežu i vidimo preteču oluje u svakom oblaku koji plovi obzorjem. Ipak, ima sreće i ljepote u zamahu golemih valova dok hrpe u vječnost. Zašto da se ne uđe u njihov dom ili zašto da se, poput Lieb Tsua, ne zajaše na sam orkan?

Samo onaj koji je s ljepotom živio može lijepo i umrijeti.

Nastojeći uvijek biti u skladu s velikim ritmom svemira, pripravi smo ući u neznanje.«

Kako je Okakura visoko obrazovan Japanac, netko može pretpostaviti da je samo visoko obrazovanima dostupan takav pristup stvaralačkoj djelatnosti, no neki autori navode upravo drugačije, na primjer Baker (1984):

»Iako je danas prosječan Japanac školovan na toj razini da razlikuje vrijedne umjetnine (izložene na policama muzeja) od primijenjene umjetnosti (u oblače-

nju, kućanstvu, grnčariji, dizajniranju vrtova i sl.), on je ipak veoma osjetljiv (prijemljiv) na ljepotu ili na sjetu stvari ili događaja oko njega više nego ikada ranije. Za njega sve stvari u prirodi posjeduju potencijalnu ljepotu, iako ih je često čovjek učinio takvima. Tako za Japanca, kao i za ljude nekih drugih nacija, kvaliteta ljepote koja ga stalno dodiruje i njezin izraz u umjetnosti jest neodvojivo dio života.»

Koliko je to prisutno u svakodnevnicu Japanca, zorno ilustrira događaj kako ga opisuje Devi d é (1978):

»Jednom sam se, predveče, vozio vlakom uz zapadnu obalu otoka Honshu. Preko razglasa tiho je svirala glazba. Najednom je vlakovođa na trenutak isključio glazbu i suzdržano, ali s osjećajem, uputio putnike da pogledaju kako se s desne strane vidi lijep zalaz Sunca u more. Sumnjam da bih to mogao doživjeti u nekoj drugoj od dvadesetpet zemalja koje sam vidio.»

BONSAI KAO UMJETNOST THE ART OF BONSAI

Uvid u kulturu minijaturnog drveća svakako će biti potpuniji poslije čitanja narednog poglavlja (Povijesni razvoj umjetnosti bonsaija), no prije toga potrebno je definirati japansko minijaturno drveće, odnosno uočiti bitnu razliku između lončanica i primjeraka bonsaija te uvidjeti pravo značenje kulture minijaturnog drveća u kulturi iz koje ono potječe.

Veoma je teško definirati minijature u posudama ili primjerke bonsaija kratkom i suvislom definicijom s obzirom na probražaje ove discipline tokom povijesti te s obzirom na nemogućnost strogog definiranja bilo koje umjetnosti. Čak govoreći o bonsaiju kao umjetnosti, također je moguće napraviti pogrešku jer je bonsai za neke vrtlarska vještina, za neke je umjetnost, a u svojoj postojbini bonsai je često način života (ili japanski do 'put' ili 'način'), što svakako ide uz nečiju težnju prema dosezanju spoznaja zena, gdje je nekom ponuđeno da kultivirajući stabalce u posudi kultivira i vlastitu ličnost.

Kultiviranje primjeraka drvenastih vrsta u posudama s namjerom da se kreira minijatura u svrhu estetske satisfakcije donekle je ono što bonsai zapravo jest. Uz to svakako je potrebno naglasiti da kreirana minijatura, da bi se mogla nazvati primjerkom bosaija, mora posjedovati određeno estetsko obilježje posebnošću umjetničkog izraza. Ta karakteristika izraza, ugrađena u svaki primjerk bonsaija, zapravo je ono što promatraču ili kultivatoru minijatura svojim izgledom osigurava, a to je kvaliteta estetskog doživljaja.

Kako objašnjava Chen (1988), kvaliteta doživljaja treba da bude realizirana osebnim umjetničkim izražavanjem umjetnosti zena.

S druge strane K o r e s h o f f (1984) navodi da postoje tendencije uzgajivača bonsaija (kultivatora) u zapadnom svijetu da izostave takav način umjetničkog izražavanja kreirajući svoje minijature uz obilježja izraza svojstvenoga kulturi iz koje potječu. Tako na primjer u SAD-u i u Europi moguće je vidjeti minijature koje odišu raskoši uz velike količine lišća, a da je pri tome zanemarena izražajnost forme. Stil i forma na Orijentu su »kičma dizajna«, a kako umjetnici s Orijenta opažaju te kvalitete na specifičan način tako i prikazuju prirodu naglašavajući upravo stil i

formu. Pristupajući kultiviranju primjeraka bonsaija, netko svakako mora imati na umu da zadrži način viđenja i interpretacije prirode koji je svojstven izražajnosti Japanaca kako bonsai ne bi izgubio svoje identitet.

Kako je već ranije rečeno, mogućnost neposrednog doživljavanja prirode je jedna od osnovnih karakteristika umjetnosti zena. Da bi se ta mogućnost ostvarila, svakako je potreban i adekvatan način umjetničkog izražavanja, a što određuje bitnu razliku između lončanica, drveća i grmlja u posudama i primjeraka bonsaija.

POVIJESNI RAZVOJ UMJETNOSTI BONSAIJA HISTORICAL DEVELOPMENT OF BONSAI

Koreshoff (1984, prema Davisu) smatra da je tradicija uzgajanja drvenastih vrsta u posudama u formi minijatura najvjerojatnije porijeklom je iz Indije. Vaaman-tanu Vrikshaadi Vidya je indijski naziv koji doslovno znači 'nauka o drveću patuljastog tijela' (Vaaman 'patuljast', tanu 'tijelo', Vrikshai 'od drveća' i Vidya 'znanost'. Spoznaje te hinduističke znanstvene discipline, kojom su se najčešće koristili tradicionalni liječnici Ayurvede, primjenjivane su radi uzgajanja ljekovitih drvenastih vrsta u posudama kako bi liječnik mogao imati pri ruci vrste iz različitih klimatskih područja. Mada Davis navodi tu praksu kao prve početke umjetnosti bonsaija, koji datiraju čak nekoliko tisuća godina prije pojavljivanja minijaturnog drveća u Japanu, Koreshoff (1984) objašnjava da je takva praksa uzgajanja lončanica u praktične svrhe mogla utjecati samo na početke bonsaija, odnosno uzgoja minijaturnog drveća isključivo u estetske svrhe.

U Kini je tokom vladavine dinastija Hsia, Shang i Chou (2205-255. god. p.n.e.) već postojala praksa oblikovanja primjeraka drvenastih vrsta kako bi se upotpunio određeni umjetnički izraz vrta (Koreshoff 1984, prema Wu Yee-sunu). Takvu praksu Koreshoff (1984) uspoređuje s topijarijom na Zapadu, uzimajući pritom u obzir da se na Zapadu grmlje i drveće oblikuje u simetrične geometrijske oblike ili čak u figure životinja, pri čemu dominira bogatstvo zelene mase, simetrija i umjetno postignuto. No, na Istoku (Kina, Japan) drveće ili grmlje ukoliko je oblikovano, onda je to učinjeno kako bi se naglasio stanovit prirodni oblik. Tako izgledom oblikovanoga dominira forma stabla, a oskudna asimetrično raspoređena zelena masa potpomaže cjelokupan dojam prirodnog događanja.

Premada su još prije nove ere u Kini i Indiji prisutne vještine uzgajanja primjeraka drvenastih vrsta u posudama i praksa oblikovanja drveća i grmlja izrazito u estetske svrhe, još uvijek nije postojala ideja kreiranja minijaturnih pejzaža ili pojedinačnog drveća u posudama.

Koreshoff (1984, prema Wu Yee-sunu) navodi interesantnu legendu nastalu tokom vladavine istočne dinastije Han (25-221. god.), koja govori o magu Fei-Jian-fengu koji je mogao sakupiti planine i drveće te zgrade i živa bića u jednu urnu. Ako se ta legenda zasniva na činjenicama, onda bi Fei-Jianfeng mogao biti jedan od prvih kultivatora minijaturnog drveća u posudama. Slične ideje smještanja pejzaža u posudu često su prisutne i u japanskom slikarstvu.

Poslije, tokom vladavine dinastije Tang (618-907), minijaturni pejzaži izrađeni od stijena i biljaka pojavljuju se u mnogo manjoj veličini od onih kreiranih u vrtovima, a u poemi Tu-Fua opisuje se minijaturni kameni pejzaž veličine jedne kubične stope (Koreshoff 1984).

Kineski nazivi koji su označavali minijaturno drveće i pejisaže mijenjali su se s vremenom. K o r e s h o f f (1984) navodi da je naziv *pun-sai* ili *pen-sai* tokom vladavine dinastije Tsin (265-420) označavao lončanice. U istom razdoblju kultivirane biljaka u posudama postalo je veoma popularan hobi. Kinesko slikarstvo tokom vladavina dinastija Tang i Sung (618-1280) veoma često obrađuje biljke kultivirane u posudama. Vrste koje su bile popularne u to vrijeme su borovi, čempresi, šljive, orhideje, krizanteme i bambusi. U to doba tako kultivirane biljke nazivale su se *pun-wan*, a u vrijeme dinastije Yuan (1280-1368) upotrebljavan je naziv *shea tzu ching*. Konačno, tokom kasnog perioda dinastije Ming (1368-1644) i ranog perioda Chinga (1644-1911) naziv *pun-ching* označavao je minijaturne pejisaže u posudama.

K o r e s h o f f (1984, prema Yoshimuri) navodi da je tokom perioda od 1662. god. do 1821. god. Kina uživala razdoblje mira i prosperiteta te su se ljudi iz mnogih pokrajina bavili uzgojem minijaturnog drveća. Tokom 1688. god. taj je hobi nazvan *pen-tsuai* (prema onom što označavaju kineski ideogrami za japanski *bon-sai*). Nadalje K o r e s h o f f (1984) navodi da su se, uz povećani interes za *pen-tsuai*, pojavili različiti stilovi minijaturnog drveća u različitim geografskim područjima Kine. Po tome su najpoznatiji lokaliteti bili: Yangchow, Szechuen, Anthwei, Hunan, Hupeh i Kwang-tung. Takav razvoj zapravo je »korijen« onoga što danas u Kini razumijevamo kao *punsai* ili *pensai*, a kao »bonsai« u Japanu, odnosno ti nazivi označavaju minijaturno stabalce u posudi koje nije ukomponirano u pejisaž (što je jedna od bitnih karakteristika japanskoga minijaturnog drveća).

Krajem perioda vladavine dinastije Ching (1644-1911) u pokrajini Kwang-tung pri uzgoju minijaturnog drveća primjenjivana je tehnika naizmjeničnog orezivanja i puštanja drveća da raste. Ta je praksa ubrzo označena kao osobitost Lingnan škole pensajia, a stabalca kultivirana na takav način izgledala su poput drveća slikanoga tehnikom tzv. kineskog slikanja kistom. Ubrzo je upravo ta škola osigurala pensajiju obilježje visokovrednovane umjetnosti (K o r e s h o f f 1984, prema Wu Yee-sunu).

Danas u Kini veći *punsai* centri nalaze se oko Cantona i Shanghaja. Botanički vrt iz Shanghaja također je vrlo ineresantno mjesto gdje se mogu vidjeti japanski primjerci bonsajia koji su u Kinu sigli 1928. god. kao poklon. U botaničkom vrtu Long Hua nadomak Shanghaja sakupljena je veća zbirka minijaturnog drveća u keramičkim i kamenim posudama. K o r e s h o f f (1984, prema časopisu Britanskoga kraljevskog hortikulturnog društva) opisuje način kultiviranja minijaturnog drveća koje pripada toj zbirci:

»Minijaturne cjeline izrađene su iz obojenih plitkih posuda u koje su cementom povezani komadi kamenja koji formiraju minijaturni pejisaž. Potom su džepovi i kaverne u kamenju ispunjene zemljom u koju su posađeni primjerci drvenastih vrsta uzgojeni iz sjemena. Tako kreirane minijaturne cjeline sadržavale su između ostalih i primjerke sljedećih vrsta: *Serissa serissoides*, *Ulmus pervifolia* Jacq., *Pinus thumbergii* Parl., *Podocarpus macrophyllus* D. Don i sitni *Sedum* sp., koji je nalik na *S. dasyphyllum* L.«

U svibnju 1978. godine nakon desetogodišnje pauze, jer je tzv. četveročlana banda zabranjivala prakticiranje pensajia, održana je u Cantonu izložba koja se otada održava jedanput godišnje. Na onoj održanoj 1978. godine izloženo je oko 250 primjeraka iz privatnih zbirki (K o r e s h o f f, 1984).

Često su *chan* redovnici (*chan* je kineski naziv za zen) bili i kultivatori pensajia.

Budizam je stigao u Japan u šestom stoljeću iz Kine preko Koreje, a tek poslije zbog izravnih utjecaja iz Kine Japan je upoznao zen u formi chan budizma. K o r e s h o f f (1984, prema Masakumi K.) navodi da prvo sigurno evidentiranje bonsaija u povijesti Japana datira iz 1195. god., kada je nastao oslikani svitak Saigyo Monogatari Emaki. Svitak je posvećen životu Saigyoa, radovnika koji je bio član višeg staleža. Minijaturno stabalce naslikano je na svitku, a uz to je na svitku i opisano da je ovaj redovnik podrazumijevao svoj hobi statusnim simbolom.

Tokom perioda Muromachi (1338-1573) minijaturno drveće pojavljuje se u pozunatoj no predstavi Hachi-no-Ki od Seamija (1363-1443). U predstavi siromašni ratnik naložio je vatru iscijepavši svoje primjerke bonsaija da bi ugrijao sobu za gosta Tokiyorija (1227-1263), koji je bio shogun i koji je slučajno tuda prolazio (K o r e s h o f f 1984).

Inspiriran tom popularnom predstavom netko je izradio otisak tehnikom polikromnog drvoreza (sl. 3), ilustrirajući upravo trenutak kad minijaturna stabalca treba da budu sasječena. Na toj slici mogu se vidjeti dizajn minijaturnog drveća i korištene vrste drveća, i to onakvi kakvi su bili tokom perioda Edo (1603-1867), jer se tehnika polikromnog drvoreza pojavila u tom periodu (autor drvoreza i točno vrijeme nastanka nisu poznati). Očigledno je da su minijature kultivirane u dubokim posudama te da je vrednovana više forma stabalca nego bogatstvo boja i raskoš velike količine zelene mase. Također se jasno vidi da su stabalca kultivirana ranije spomenutom kineskom tehnikom Lingnan. Gledajući oslikane minijature sa sigurnošću se može reći da je primjerak koji stoji na klupi u sredini neki od borova, stabalce na lijevoj strani mogao bi biti neki od javora, a stabalce na desnoj strani čini se da je neka cvjetajuća vrsta

Tokom perioda Edo (1603-1867), koji je karakteriziran kao dugo i mirno vrijeme feudalnog Japana, umnogome su se razvile sve umjetnosti i vještine uz veliku popularizaciju. U to vrijeme, točnije u kasno 17. st. i početkom 18. st., vrtlarstvo i uređivanje pejzaža dosegli su najviši nivo razvoja. Početkom 19. st. skupina japanskih studenata kineskih klasika skupila se u gradiću Itamiju (blizu Osake) da bi diskutirala o najnovijim stilovima minijaturnog drveća. Vjerojatno se od toga vremena upotrebljava termin bonsai, koji označava minijaturno stabalce u posudi (K o r e s h o f f 1984, prema Yoshimuri).

Tokom perioda Temo (1830-1844) bonsai je još više populariziran, čemu je vjerojatno pridonijela mogućnost češćeg putovanja i školovanja pripadnika različitih staleža u Kini.

K o r e s h o f f (1984, prema Nozakiju, koji je napisao 1940. prvu knjigu o bonsaiju na engleskom jeziku) smatra da je stilsko obilježje minijaturnog drveća perioda Temo još uvijek staromodno te da su glavne vrste čiji primjerci bivaju minijaturizirani japanski bijeli bor, japanska marelica, trešnja, aronija i različite sorte naranči. U razdoblju od 1954. do 1867. god. veoma se često kao bonsai kultiviraju japanski bijeli bor i čajevci.

U knjizi Kinsei-jufu, publiciranoj 1830. god., prezentirane su posude različitih veličina i dubina, koje su upotrebljavane za kultiviranje minijaturnog drveća. Druge knjige iz tog područja, koje su publicirane u prvoj četvrtini 19. st., pokazuju da je trend toga vremena u kulturi bonsaija uzgajanje četinjača i varijegiranih listača u svijetlim posudama. Za mnoge bonsai entuzijaste oblik minijaturnog stabalca nije bio toliko važan, a stabalca koja su posjedovala nešto novo i neuobičajeno postizala su visoke cijene. U to vrijeme dizajn kakav odgovara današnjem modernom bonsaiju

korišten je pri oblikovanju stabala u pejzažu. Tako je sve do 1870. god. minijaturno drveće imalo izgled kvrgavih, izuvijanih i grotesnih patuljaka. U skupini kultivatora bonsaija iz okolice Osake sačuvana je odmjerjenost pri dizajniranju minijaturnog drveća i pri izradi i izboru keramičkih posuda (K o r e s h o f f 1984).

Padom vlade 1867. god. završen je period feudalizma u Japanu te je započeti novi val takozvanog okcidentalizma otvorio nove mogućnosti putovanja i trgovine sa Zapadom. Posjetitelji koji su dolazili kupovali su minijaturno drveće pa je tako porasla potreba za proizvodnjom većih količina primjeraka bonsaija. U to vrijeme započeo je i izvoz minijatura na Zapad. U okolici Eda (tadašnji naziv za Tokio) proizvodili su se primjerci minijaturnog drveća oblikovani u tzv. *tako* stil, dok su se u okolici Kyota i Osake uzgajali primjerci tzv. literarne forme, koja je smatrana elegantnijom i profinjenijom. Uz razvoj prometnica i veću mogućnost putovanja po Japanu te uz nedopadljivost popularne tako forme uzgajivačima iz Kyota i Osake postupno su se estetski uzori uzgajivača iz Eda promijenili odmjerjenijima i elegantnijima (K o r e s h o f f 1984).

Prije ere Taisho (1912–1926) primjerci bonsaija nisu često unošeni u prostorije, niti su bili izlagani u tokonomi (tokonoma je udubljenje u zidu prostorije u kojemu su se izlagali predmeti od estetske ili duhovne vrijednosti). Tokom ere Taisho uobičajena tokonoma postala je najčešće mjesto u kojemu su primjerci minijaturnog drveća izlagani. Na sličan način izlagani su i primjerci minijaturnog drveća. U početku takva načina izlaganja bonsai je dobio i određeno obilježje duhovne vrijednosti, no, to ne znači da je vrednovan više ili manje od drugih objekata takve vrste.

Tokom posljednjih godina 19. stoljeća i u prvoj dekadi 20. st., uz razvoj bogate građanske klase povećao se interes za bonsai i u Japanu i izvan njega. Tada je uz usavršavanje tehnike uzgoja minijatura te uz neke promjene u dizajniranju minijaturnog drveća označen početak modernog bonsaija (K o r e s h o f f 1984).

Profesionalni uzgajivači skupljali su pogodan biljni materijal iz prirode da bi rekultivacijom tako prikupljenih primjeraka proizvodili primjerke bonsaija. Uz taj način proizvodnje osnivani su i rasadnici bonsaija koji su proizvodili i pogodan materijal za rekultivaciju i primjerke minijatura već kompletiranog dizajna.

Car Meiji, koji je osobno bio nadaren pjesnika, postavio je bonsai na nivo nacionalne umjetnosti. K o r e s h o f f (1984, prema Kobayashiju) navodi da su se u to vrijeme (1868–1912) održavale razmjene i mjesečne aukcije minijaturnog drveća u Dangozaki u Hongu (Tokio), a također se pojavljuju i specijalizirani časopisi o bonsaiju.

Prije toga razdoblja u kulturi bonsaija bio je trend uzgajati velika cjetajuća stabla, a poslije je došlo razdoblje uzgajanja nešto sitnijih minijatura. Oko 1880. god. jedan od uzgajivača bonsaija iz Asakuse uzgajao je veoma sitne japanske crvene borove. Desetak godina poslije postojala je tendencija uzgoja primjeraka srednje veličine, a to su oni primjerci koji mogu biti prenošeni bez napra s obje ruke. Takav trend sačuvao se do danas (K o r e s h o f f 1984).

Moderni bonsai u Japanu karakteriziran je naturalističkom ljepotom, a ova crta, odnosno ovaj novi trend od ere Meiji (1868–1912) nadalje postao je još jače izražen. Izložba najboljih primjeraka bonsaija održana je 1892. godine. Početkom 19. st. kultiviranje primjeraka bonsaija prestalo je biti hobi pretežno bogatije klase. Poslije 1902. godine znatno se povećao broj vrsta drveća i grmlja angažiranih u kulturi bonsaija. K o r e s h o f f (1984) navodi sljedeće vrste uz japansku nomenklaturu koje

su bile karakteristične i za taj period: japanski crni bor (goyo-matsu), japanski kriptomerija (sugi), varijetet jap. kriptomerije (tama sugi), japanski pačempres (hinoki), japanska jela (momi), nar, javor, voštano drvo, japanska marelica i drvo peonija.

Sljedeći problem, kako navodi K o r e s h o f f (1984), došao je 1923. godine s velikim zemljotresom koji je zadesio i područje Tokija. Poslije njega uzgajivači minijatura preselili su se u Omiyu u prefekturi Saitama, gdje je nastalo selo uzgajivača, koje danas slovi kao centar bonsajja.

K o r e s h o f f (1984) navodi da Nozaki naziva period od 1914. godine do danas (odnosno do 1940. god.) kada je knjiga publicirana) zlatnim dobom minijaturnog drveća. Tada se počinje upotrebljavati mnogo veći broj vrsta u kulturi bonsajja. Tako su osim nabrojenih navedene i ove vrste: varijetet japanskoga crnog bora s plutastom korom (mishiki-matsu), kineska borovica, yeddo smreka (ezo-matsu), japanska glicinija (fuji), vrste japanske azaleje (satsuki), a poslije 1926. godine u kulturi japanskoga minijaturnog drveća počinje period češćeg korištenja azaleja.

Kobayashi (K o r e s h o f f 1984) spominje da je 1927. godine održana izložba minijaturnog drveća kultiviranoga tokom perioda Taisho i Showa (od 1912. do 1927). Sponzor te izložbe bio je specijalizirani časopis o bonsajju, a održana je u Tokiju. Takav događaj pomogao je postavljanju još veće izložbe sljedeće godine u parku Hibiya. Ta druga izložba održana je na zahtjev majroa Nagate od Tokija, a u čast stupanja cara na prijestolje. Ti su događaji imali veliko značenje u povijesti bonsajja jer je prvi put minijaturno drveće korišteno u javnim ceremonijama. Za tu priliku minijaturno drveće sakupljeno je po cijelom Japanu, a čak je i carski dvor dostavio nekoliko svojih primjeraka.

U martu 1934. godine održana je značajna izložba u parku Ueno u Tokiju, i to u prostoru umjetničke galerije. Odada, kako je ta galerija uvijek bila jako izbirljiva u pogledu svojih eksponata, bonsai je prihvaćen i cijenjen kao umjetnost. Poslije toga tradicionalno su održavane dvije izložbe godišnje, jedna u proljeće, a druga u jesen. Tradicija je prekinuta tokom rata na Pacifiku, a ponovno je obnovljena 1947. godine (K o r e s h o f f 1984, prema Kobayashiju).

Bonsai asocijacija Japana utemeljena je 1964. godine. Uz taj događaj iz nedavnog vremena, koji je od većeg značenja u povijesti bonsajja, K o r e s h o f f (1984) navodi da je 1976. godine Japan poklonio vrijednu zbirku minijaturnog drveća SAD-u, koja se danas čuva u nacionalnom arboretumu u Vašingtonu D.C.

BONSAI U ZAPADNOM SVIJETU BONSAI IN THE WESTERN WORLD

Sve do početka 19. stoljeća o minijaturnom drveću se veoma malo čulo izvan Orijenta.

Francuska je bila prva europska zemlja koja je u bonsajju prepoznala umjetnost (K o r e s h o f f 1984, prema Kobayashiju).

V o n S i e b o l d i dr. (1826) opisali su bonsai kao hortikulturni kuriozitet (K o r e s h o f f 1984, prema Hullu).

A d a m s (1981) navodi da je u Londonu 1902. god. održana prva izložba bonsajja na Zapadu. (K o r e s h o f f 1984. navodi da je ta izložba održana 1909.

god.). Postoje i podaci da je oko 1907. god. postojala zbirka minijaturnog drveća koja je najvjerojatnije čuvana u dvorcu Windsoru (K o r e s h o f f 1984).

Poslije drugoga svjetskog rata gotovo cijeli zapadni svijet upoznao je bonsai. Uz povećani interes za tu vještinu izvan Orijenta postalo je neophodno da se Zapadu ponudi i adekvatna informacija. To su učinili Yuji Yoshimura i Toshio K d w a m o t o (K o r e s h o f f 1984).

Gosp. Y o s h i m u r a uz asistenciju svojih engleskih učenika publicirao je praktičnu i primjenjivu knjigu o bosnaju. U tom radu pojavila su se pravila dizajniranja japanskoga minijaturnog drveća. Namjena tih pravila zapravo je nastojanje gosp. Y o s h i m u r e da naglasi razliku između primjeraka bonsajia i drugih lončanica.

Kako je poslije drugoga svjetskog rata došlo do promjena, odnosno ostalo je malo bogatih bonsai hobista koji su si mogli priuštiti skupocjene primjerke minijatura, gosp. K a w a m o t o došao je na ideju da u formi minijaturnog drveća ponudi mlade i jeftine biljke dostupne svima koji su bili zainteresirani. Služeći se tehnikom kultiviranja primjeraka bonsajia, gosp. K a w a m o t o kreirao je minijaturne pejzaže od mladih biljaka kombinirajući ih sa sakupljenim prirodnim kamenjem. Nakon višegodišnje kultivacija mlade biljke mogle su se izdvojiti iz minijaturnog pejzaža te uzgajati kao zasebni primjerci bonsajia, dakle, već kad su postali nešto zrelijima, odnosno atraktivnijima. Tako kreirani minijaturni pejzaži nazivaju se još i »živući pejzaži«, japanski *seikei*, koji su postali zasebnim oblikom dekorativne umjetnosti, a koja je opet bliska bosnaju (K o r e s h o f f 1984).

Danas u Europi prema Lesniewiczzu (1989) postoji 97 organiziranih centara u kojima se primjerci bonsajia mogu vidjeti, kupiti ili prodati. Među njima se nalazi 16 većih bonsai klubova i centara koji djeluju u većim gradovima, a ostalo su veće privatne kolekcije i galerije bonsajia.

Europski bonsai centri djeluju okupljajući uglavnom hobiste i nudeći adekvatnu edukaciju, organizirajući ekskurzije (posjete drugim centrima i izložbama bonsajia) i izložbe. Također nude velik izbor kultiviranih minijatura, keramičkih posuda i drugog alata i pribora potrebnoga hobistima i profesionalcima. Bonsai centri izdaju i specijalizirane kataloge koji nude širok asortiman roba i usluga.

Među tim organiziranim centrima koji posjeduju najveću tradiciju i ugled u Europi nalaze se: Federation of British Bonsai Societies iz Engleske, Bonsai Centrum Heidelberg iz Njemačke i Association Française des Amateurs de Bonsai iz Francuske. Uz njih uspješno djeluju bonsai udruženja u Waasmunsteru (Belgija), Pragu (ČSFR), Gentofteu (Danska), Bologni, Torinu i Lorenzu (Italija), Gaudi (Nizozemska), Linzu (Austrija), Valenciji (Španjolska) i Luzernu (Švicarska).

Prema dosada rečenom očigledno je da je ta japanska vještina ili umjetnost našla svoje poklonike širom svijeta. U nas također postoji velik interes za bonsai, iako još ne postoji ni jedan organizirani klub ili centar koji bi okupljao hobiste i druge zainteresirane.

Na tradicionalnom Međunarodnom sajmu cvijeća, koji se održava svake godine u Zagrebu, u posljednjih nekoliko godina mogu se vidjeti i primjerci minijaturnog drveća kao kineske pensajije. Te je minijature gradu Zagrebu poklonio grad Shanghai u znak prijateljstva. Do svibnja 1991. godine održavao ih je Botanički vrt grada Zagreba. Na Sajmu cvijeća, održanom u svibnju 1991. godine u Zagrebu, izložena su četiri komada, i to tri primjerka sitnolisnoga brijesta (*Ulmus parvifolija* Jacq.) i jedan primjerak podokarpusa (*Podocarpus macrophyllus* D. Don). Svi su primjerci

bili izloženi na Sajmu cvijeća u neodgovarajuće osvijetljenom prostoru, postavljeni vrlo tijesno jedan uz drugi na visinu oko 30 cm (tako su inače veoma zainteresirani posjetitelji morali čučnuti da bi ih vidjeli iz odgovarajućeg kuta). Osim toga su ti kineski primjerci veoma zapušteni tako da se rafinirana forma pensajia samo nazire.

Preostala četiri minijaturna stabalca svakako su autentična s obzirom na to da su nastala tradicionalnom tehnikom kultivacije pensajia kineskih autohtonih vrsta u postojbini minijaturnog drveća. Bila bi velika šteta da zbog neodgovarajućeg daljeg održavanja tih primjeraka bude izgubljen djelić kineske baštine koji zasada grad Zagreb posjeduje.

Negdje od 1985. god., na tradicionalnom zagrebačkom Sajmu cvijeća, minijaturno drveće izlažu i naši hobisti koji posjeduju osim primjeraka pensajia kupljenih u inozemstvu (to su alohtone vrste) i kultivirane primjerke naših autohtonih vrsta. Razumije se da su ih kultivirali sami hobisti. Jedan od tih hobista izlagača, gosp. Bulić (privatni ugostitelj iz Zagreba) posjeduje osim kvalitetnih uvezenih primjeraka japanskoga bijelog bora (*Pinus parviflora* Sieb. et Zucc.) i kineskog brijesta (*Ulmus parvifolia* Jacq.) i kultivirane primjerke običnoga graba (*Carpinus betulus* L.).

Na Sajmu cvijeća 1987. i 1991. god. izlagao sam primjerke pensajia koji su kultivirani iz autohtonih vrsta u bonsai maniri. Uz izložbene minijature 1991. stajali su posteri i panoi s tekstom. Posteri su prikazivali kako su izgledali izloženi primjerci prije nego što su podvrgnuti kultiviranju, dok je tekst na panoima objašnjavao mogućnost prisutnosti originalnoga i autohtonoga u kulturi pensajia uz upotrebu autohtonih vrsta (koje se ranije ovdje nisu pojavljivale).

Možemo zaključiti da je bonsai, vjerojatno zahvaljujući poslovičnoj japanskoj poduzetnosti, u smislu specijaliziranih centara i klubova na Zapadu jednako prisutan kao i na Istoku, ako ne čak i prisutniji. Ova veoma česta prisutnost pensajia na Zapadu nije praćena i odgovarajućim shvaćanjem značenja, odnosno adekvatnim prihvaćanjem osebujne estetike koju nam bonsai nudi.

Parafizirajući D e v i d é a (1978), može se reći da je promatrati bonsai odvajajući ga od kulture njegove postojbine ili nastojati opaziti nešto od njegove dekorativnosti bez razumijevanja zena, odnosno njegovih umjetnosti, isto što i pokušati doživjeti našu sakralnu glazbu ili arhitekturu crkava bez određenih spoznaja o kršćanstvu.

VRSTE DRVEĆA I GRMLJA U KULTURI BONSAIJA TREE AND BUSH SPECIES IN THE CULTURE OF BONSAI

Premda u načelu primjerci svih drvenastih vrsta mogu biti kultivirani u načinu pensajia, neki autori (Å d a m s 1981, C h a n 1988, K o r e s h o f f 1984, L e s n i e - w i c z 1989, D a u t e 1989) često preporučuje određen izbor vrsta drveća i grmlja koje su pogodne za takav način uzgoja. Pogodnost nekih vrsta uglavnom je određena:

1. dekorativnošću morfoloških karakteristika pojedinih vrsta i njihovim simboličnim značenjem na Orijentu,
2. već razrađenim metodama bonsai kultivacije pojedinih rodova, vrsta ili skupina vrsta (na primjer vrste koje cvjetaju na jednogodišnjim izbojcima).

Prisutnost navedene određenosti svakako je potrebno razjasniti.

Kako navodi Elsner (1985), bor je na Orijentu simbol dugovječnosti, a Richie i Weatherby (1966) navode da se prilikom ispraćanja ratnika u boj tokonoma ukrašavala cvjetnim aranžmanima u kojemu su dominirale borove grane. Breskvini cvijet na Orijentu označava sreću i proljeće pa ih se često poklanja na Novu godinu (Elsner 1985). Trešnjin cvijet uz ljepotu koja se naglo gubi iznenadnim osipanjem latica postao je simbol srednjovjekovnih ratnika u Japanu. Lišće japanskoga dlanolikog javora (*Acer palmatum* Thumb.) i njegovih kultivara smatrano je izrazito dekorativnima i pri upotrebi u japanskom cvjetnom aranžmanu i u uzgoju minijaturnog drveća (Chan 1988).

Razmatrajući povijesni razvoj bonsija, vidjeli smo da su se u formi minijaturnog drveća među prvim evidentiranim primjercima pojavile upravo nabrojene vrste.

Tako je uz nastojanje da se postigne dekorativni izraz minijaturnog drveća koji je zadržavao i određeno simbolično značenje izgrađena i tehnika kultiviranja minijatura, odnosno tehnika kultiviranja primjeraka upravo tih vrsta.

U novije vrijeme, budući da se bonsai raširio po cijelom zapadnom svijetu, autori preporučuju pogodne vrste i navode one koje su autohtone za područja u kojima oni djeluju.

Tako Koreshoff (1984) kao vrste pogodne za bonsai kultivaciju uz ostale navodi i neke australske vrste:

Ficus ribiginosa Desf., *F. macrophylla* Desf. ex Pers. i *Banksia serata* L. te rodove: *Eugenia* L., *Syzygium* Gaertn. *Pittosporum* Banks et Soland. ex Gaertn., *Callistemon* R. Br. i *Lepotosperum* J.R. et G. Forst.

Chan (1988), koji djeluje u Velikoj Britaniji, preporučujući vrste pogodne za kulturu bonsajja, navodi 51 rod drveća i grmlja (tablica 1). U svom opsežnom pregledu on ističe i ove vrste:

Acer buergerianum Miq., *A. campestre* L., *A. japonicum* Thunb., *A. palmatum* Thunb., *Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Sieb. et Zucc. ex Endl. uz vrste i kultivare cvjetajućih trešanja *Prunus persica* (L.) Batsch.

Razmatrajući pregled rodova drveća i grmlja u tablici 1 vrste koje navodi Koreshoff (1984) kao australske, očigledno je da se broj vrsta u kulturi bonsajja uveliko povećao nastupanjem perioda tzv. modernog bonsajja te da su tu uvršene mnoge vrste koje su svojstvene za ova geografska područja izvan Orijenta, a u kojima bonsai već posjeduje određenu tradiciju. Dakle, najvažniji je dekorativni izraz kultiviranoga minijaturnog stabalca, kako to ističu Adams (1981), Chan (1988) i Koreshoff (1984), kojemu svakako pridonosi habitus korištenih vrsta ili samo neka od morfoloških karakteristika (cvjetovi, listovi ili iglice, kora i slično). U tom smislu u ovom radu prezentirana je mogućnost obogaćenja kulture bonsajja unošenjem novih vrsta:

1. austrijski crni bor (*Pinus nigra* ssp. *austriaca* /Hoses/ Vid.)
2. okruglolisni crni jasen (*Fraxinus rotundifolia* Mill.)
3. bijeli grab (*Carpinus orientalis* Mill.).

Prema Adamsu (1981), Chanu (1988), Koreshoffu (1984), Lesniewicz (1989), Dauteu (1989) i Elsneru (1989) te prema katalogu Bonsai centra iz Heidelberga od 1990. god. one nisu ranije bile prisutne u kulturi bonsajja (odnosno nigdje u spomenutim izvorima nabrojene vrste nisu spominjane). Razlog

za to leži najvjerojatnije u tome što u području prirodne rasprostranjenosti navedenih vrsta bonsai još ne posjeduje tradiciju.

Tablica 1. Rodovi drveća i grmlja pogodni za bonsai kulturu prema Chanu (1988)
Genuses of tree and bush suitable for bonsai culture (Chan, 1988)

Br.	Naziv roda Genus	Br.	Naziv roda Genus
1	<i>Abies</i> Mill.	26	<i>Laburnum</i> Medik.
2	<i>Acer</i> L.	27	<i>Larix</i> Mill.
3	<i>Alnus</i> Mill.	28	<i>Lespedeza</i> Michx.
4	<i>Rhododendron</i> L.	29	<i>Magnolia</i> L.
5	<i>Berberis</i> L.	30	<i>Malus</i> Mill.
6	<i>Betula</i> L.	31	<i>Metasequoia</i> Miki ex Hu et Cheng
7	<i>Buxus</i> L.	32	<i>Nothofagus</i> Bl.
8	<i>Camellia</i> L.	33	<i>Picea</i> A. Dietr.
9	<i>Caragana</i> Lam.	34	<i>Pinus</i> L.
10	<i>Carpinus</i> L.	35	<i>Potentilla</i> L.
11	<i>Cedrus</i> Trew	36	<i>Prunus</i> L.
12	<i>Cercis</i> L.	37	<i>Punica</i> L.
13	<i>Chaenomeles</i> Lindl.	38	<i>Pyracantha</i> M.J. Roem.
14	<i>Chamaecyparis</i> Spach.	39	<i>Pyrus</i> L.
15	<i>Cotoneaster</i> Me dik.	40	<i>Quercus</i> L.
16	<i>Croataegus</i> L.	41	<i>Salix</i> L.
17	<i>Cryptomeria</i> D. Don	42	<i>Sequoiadendron</i> Buch.
18	<i>Cydonia</i> Mill.	43	<i>Stewartia</i> L.
19	<i>Euonymus</i> L.	44	<i>Taxodium</i> L. C. Rich.
20	<i>Fagus</i> L.	45	<i>Taxus</i> L.
21	<i>Fraxinus</i> L.	46	<i>Ulmus</i> L.
22	<i>Ginkgo</i> L.	47	<i>Viburnum</i> L.
23	<i>Hedera</i> L.	48	<i>Vitex</i> L.
24	<i>Jasminum</i> L.	49	<i>Vitis</i> L.
25	<i>Juniperus</i> L.	50	<i>Wisteria</i> Nutt.
		51	<i>Zelkova</i> Spach

PROIZVODNJA PRIMJERAKA DRVENASTIH VRSTA ZA BONSAI KULTIVACIJU I MOGUĆNOST ISKORI- ŠTAVANJA BILJNOG MATERIJALA IZ PRIRODE THE PRODUCTION OF TREE SPECIMENS FOR THE CULTIVATION OF BONSAI; THE USE OF NATURALLY GROWN PLANTS

Pristupajući uzgoju minijaturnog drveća, svakako se susrećemo s načinima proizvodnje ili načinima dolaska do pogodnih primjeraka drvenastih vrsta koji mogu biti kultivirani kao bonsai primjerci. Adams (1981), Chan (1988) i Kores-hoff (1984) iznose više načina razmnožavanja pogodnih primjeraka drveća i grmlja, i to:

1. generativno (iz sjemena),
2. vegetativno iz reznica, kalemljenjem i margotiranjem

Svi se ti načini razmnožavanja ne razlikuju od već razrađenih načina proizvodnje koji se primjenjuju u rasadničarstvu, s tim što je ovdje razrađena metodologija kojom se postiže proizvodnja primjeraka s odgovarajućim korijenskim sustavom kakav je poželjan kod mladih biljaka namijenjenih kultivaciji bonsaija. Na primjer, K o r e s h o f f (1984) navodi više načina zarezivanja reznica kako bi se izbjegao jednostrano razvijen korijenski sustav, a A d a m s (1981) objašnjava mogućnost da se sijancima korijen školuje već tokom prve godine kako bi se postigla tzv. radialna distribucija korijena bez okomitih žila koje bi se mogle razvijati točno ispod stabla.

Uz tako razrađene metode proizvodnje pogodnih mladih biljaka (margotiranje je izuzetak jer se mogu očiliti i stariji dijelovi drveća i grmlja) A d a m s (1981) i C h a n (1988) naročito ističu da se do pogodnoga biljnog materijala može doći i skupljanjem biljaka iz prirode.

Tako A d a m s (1981) detaljno obrazlaže svoja iskustva prikupljanja pogodnih primjeraka običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) na području Velike Britanije. Autor iznosi i detaljnu metodologiju rekultivacije prikupljenih primjeraka običnog bora.

U dijelu Način rada detaljno je obrađena upravo ta metoda koju iznosi A d a m s (1981), a primijenjena je na prikupljanje i rekultivaciju pogodnih primjeraka austrijskoga crnog bora (*Pinus nigra* ssp. *austriaca* /Hoses) Vid.).

Osnovna prednost primjene te metode sastoji se u tome da se pogodan izgled primjerka koji desetljećima živi u surovim uvjetima prirodnog staništa (stalna ispaša, sušni periodi, izloženost vjetru i slično) iskoristi te da se u kratko vrijeme rekultivacije proizvedu atraktivni primjerci bonsaija.

C h a n (1988) obrazlaže osim tehnike prikupljanja pogodnih biljaka iz prirode i mogućnost prikupljanja uobičajenih normalno razvijenih stabala te njihovu rekultivaciju u atraktivne primjerke bonsaija. Naime, gosp. C h a n je jedan od veoma uglednih bonsai majstora. Djelujući u Velikoj Britaniji, već duži niz godina prikuplja normalno razvijena stabla od onih vrsta koje lako tjeraju iz starog drveta. Rekultivacija takvih primjeraka sastoji se u tome da se do cijelog stabla zadrži samo panj, a iz mladih izbojaka koji potom tjeraju oblikuju se grane odnosno cijela krošnja minijaturnog stabilca. Obrazlažući tu metodu, C h a n (1988) prikazuje fotografskim ilustracijama primjerke onih vrsta koje pronalazi u prirodi i u vrtovima u Velikoj Britaniji, a to su: cvjetajuća trešnja (*Pinus subhirtella* Miq.), azijski brijest (*Ulmus pumila* L.), obična tisa (*Taxus baccata* L.), obični šišmir (*Buxus sempervirens* L.), obični bor (*Pinus sylvestris* L.) te neke od vrsta rodova *Larix* Mill., *Zelkova* Spach, *Picea* A. Dietr. i *Junipersus* L.

Koristeći osnovne principe ranije spomenute metode prikupljanja i rekultivacije iz prirode prikupljenih običnih borova (A d a m s 1981) te metodologiju oblikovanja minijaturnog drveća prema K o r e s h o f f (1984), u ovom radu je obrađeno postignuto na prikupljanju i bonsai rekultivaciji primjeraka onih vrsta koje su u prethodnom poglavlju navedene kao vrste koje ranije nisu bile prisutne u kulturi bonsajja.

U nas prve postignute rezultate bonsai rekultivacije prikazuje V r g o č (1991), naglašavajući mogućnost uspješnog korištenja biljaka iz prirode.

Potrebno je još razjasniti neke predrasude koje su prisutne u našem podneblju u vezi s japanskim minijaturnim drvećem, odnosno u vezi s navedenom mogućnošću upotrebe pogodnih biljaka iz prirode i njihove rekultivacije.

Kada se prezentira mogućnost korištenja biljaka iz prirode, zainteresirani za bonsai ostaju često u sumnji: je li takav način proizvodnje minijaturnog drveća zapravo kvazi metoda? Sumnja se javlja zbog toga jer je bonsai u našem podneblju najčešće prezentiran kao japansko umijeće poznato po tome što je potrebno utrošiti desetljeća, pa i stoljeća uzgajajući minijature iz sjemena, i to na način koji je najčešće mistificiran.

K o r e s h o f f (1984) iznosi staru kinesku legendu koja kaže da je kultura minijaturnog drveća nastala kada je neki esteta, provodeći vrijeme u planinama, slučajno našao minijaturno stabalce koje je već desetljećima raslo u uskoj pukotini između kamenja. Kako mu se takav minijaturni primjerak veoma dopao, on ga je pažljivo iskopao i posadio u posudu.

U poglavlju o povijesti minijaturnog drveća navedeno je da su u Japanu svojevremeno postojali profesionalni skupljači pogodnog materijala iz prirode koji je potom rekultiviran. A d a m s (1981) i C h a n (1988) ilustriraju fotografijama primjerke koji su stari između 100 i 200 godina, koji su dizajnirani u maniri tzv. modernog bonsaija. K o r e s h o f f (1984) navodi da je Japan poklonio vrijednu zbirku minijaturnog drveća SAD-u 1976. god. u kojoj su neki primjerci stari oko 350 god. Budući da je moderni dizajn minijaturnog drveća nastao oko 1870. god., onda svakako svi primjerci koji su danas stariji od 121 godine i koji posjeduju izrazite karakteristike modernog dizajna mogu biti jedino primjerci koji su prikupljeni iz prirode kao veoma stara stabalca koja su potom adekvatno rekultivirana.

Dakle, rezimirajući povijesne činjenice i prisutnost odlično ocijenjenih primjeraka bonsaija, nameće se zaključak da je rekultivacija pogodnih biljaka iz prirode tradicionalna metoda starih majstora bonsaija, koja svakako pruža mogućnost da se dobiju bez osporavanja vrijedni rezultati.

OBRAZLOŽENJE TEME EXPLICATION OF THE TOPIC

Cjelovitijem sagledavanju izloženoga u ovom radu svakako će pridonijeti obrazloženje odabira baš ovog predmeta istraživanja, odnosno objašnjenje što se ovim istraživanjem htjelo postići.

Postavljen je sljedeći cilj:

1. Predočiti mogućnost proizvodnje primjeraka bonsaija originalne dekorativne vrijednosti
 - a) kultivirajući primjerke nekih vrsta koje prije nisu bile prisutne u kulturi bonsaija da bi se korištenjem dosada nepoznatom dekorativnošću tih vrsta u kulturi bonsaija postigao originalan dekorativan izraz proizvedenih primjeraka bonsaija,
 - b) služeći se metodom kultivacije bonsaija kojem je moguće dobiti odlične rezultate tokom relativno kratkoga vremenskog razdoblja (potrebno je napomenuti da je ovdje primijenjena metoda rekultivacije za koju, prije ovog istraživanja, nije bilo poznato da je uspješna i za primjerke vrsta koje su ovdje upotrijebljene).
2. Približiti bonsai našem podneblju, i to prema onome što bonsai zapravo jest:
 - a) kao djelić kulturne i prirodne baštine Japana koja je našla svoje mjesto i na Zapadu,

b) kao jedan od mnogobrojnih proizvoda umjetnosti zena kako bonsai ne bi izgubio ništa od svog identiteta.

Da bi se mogla odrediti takva nastojanja, svakako je potrebno razmotriti sljedeće:

- A) objektivne razloge za potrebe i mogućnosti realiziranja navedenoga cilja,
- B) osobne motive autora.

Za razmatranje navedenoga pod A) adekvatno će poslužiti ovaj citat:

»Tokom posljednjih dvadeset godina izuzetno se povećao interes za zen budizam. Poslije svjetskog rata taj je interes narastao toliko da se čini kako postaje značajna snaga intelektualnog i umjetničkog svijeta na Zapadu. On je nesumnjivo povezan sa široko prisutnim interesom za japansku kulturu, što je jedna od konstruktivnih posljedica zadnjega rata, ali sve to ne mora biti više do prolazna moda. Dublji razlog za takav interes jest stanovište zena koje je tako blisko 'sve bližem rubu' zapadne misli.

Oni alarmantniji i destruktivniji aspekti civilizacije na Zapadu ne bi trebalo da nas spriječe da sagledamo činjenicu kako je ona baš u ovo vrijeme u jedno od najkreativnijih perioda. U nekim novijim poljima zapadne znanosti javljaju se ideje i spoznaje koje nas opčinjavaju u psihologiji i psihoterapiji, logici i filozofiji znanosti, semantici i teoriji komunikacije. Neke od tih razvojnih pojava možda su uzrokovane sugestivnim utjecajima azijske filozofije, ali sam ja, uglavnom, sklon da povjerujem da je tu više u pitanju paralelizam nego neposredni utjecaj. Mi, međutim, postajemo sve više svjesni tog paralelizma, a on obećava takvu razmjenu mišljenja koja bi trebala da bude izuzetno stimulativna« (Watts 1957).

Premda je Watts svoje spoznaje iznio još 1957. god., u našem podneblju tek tokom sedamdesetih godina nešto više nego prije počinje biti dostupna literatura iz toga područja, a tek početkom 1985. god. u nas se pojavljuje i specijalizirani časopis »Kulture Istoka«. Tako je danas u našem podneblju, iako sa zakašnjenjem u odnosu na razvijene zemlje Zapada, prisutan jako velik interes za azijsku kulturu, a posebno za filozofiju i umjetnost Dalekog istoka. Dakako da bonsai, kao jedan od proizvoda umjetnosti ili kao dio hortikulture Japana, u kontekstu upravo navedenoga zauzima odgovarajuće mjesto.

U tom smislu i ovaj je rad »karika u lancu« unutar upoznavanja dalekoistočne kulture u našim okvirima.

Još je preostalo da se razmotre osobni motivi autora.

Bonsai u nas, a pogotovo u krugovima znanstvenika, još nema osobito mjesto. Stoga je opravdana pretpostavka da će se svi koji se susretnu ovim radom upitati: odakle uopće motiv da se izradi ovaj rad, odnosno otkud sklonost nekome iz naše sredine da pristupi izradi ovakva rada?

U prvom poglavlju Uvoda razmotrene su povijesne okolnosti zbog kojih je uopće nastala potreba za filozofskim modelom poput zena, koji je uvjetovao nastajanje dekorativnih umjetnosti kojima pripada i bonsai. Prvi dio Uvoda napisan je baš ovako kako bi se navedeno (u ovom poglavlju pod 2a) i b)) potpunije postiglo.

Tako je u prvom dijelu Uvoda »mehanizam događanja« zena u Japanu razmotren u terminima: pojava stresa, potrebe čovjeka (ratnika), pogodno »utočište«, univerzalnost i praktičnost. Premda se to odigralo u Japanu, također je moguće da

si netko mogući postizanje neposrednih uvida u »mehanizam događanja« zena angažirajući se u nekoj od naoko različitih umijeća ili umjetnosti koje potječu iz Japana, a koje počivaju na principu sadržanom upravo u tom »mehanizmu događanja« zena, makar to bilo izvan originalnih geografskih okvira.

Osobna iskustva autora stečena tokom četranestogodišnjega prakticiranja sportskog karatea osnova su stjecanja određenih uvida u ovaj »mehanizam događanja« zena, osobni motiv za izradu ovog rada dolazi uz spoznaje koje su navedene zadnjim Wattsovim citatom.

NAČIN RADA – WORK METHOD

Od početka studenoga 1989. do kraja listopada 1991. godine iz prirodnog staništa su odabrani i podvrgnuti bonsai rekultivaciji primjerci ovih vrsta drveća:

- A) okruglolisni crni jasen
(*Fraxinus rotundifolia* Mill.), 2 primjerka,
- B) austrijski crni bor
(*Pinus nigra* ssp. *austriaca* /Hoess/ Vid. 8 primjeraka,
- C) bijeli grab
(*Carpinus orientalis* Mill.), 4 primjerka.

U ovom radu bonsai rekultivacijom je nazvan proces kojim su pogodni primjerci drvenastih vrsta koji su skupljeni iz prirodnog staništa u posude obrađeni da bi dekorativni izraz svakoga od njih mogao biti vrednovan u kulturi bonsajja.

Uz nastojanje da se na pregledan način u cijelosti izloži kompletan provedeni način rekultivacije priređena je skica (tablica 2) kojom je prikazana struktura sadržaja ovog poglavlja.

NAČIN OBLIKOVANJA JAPANSKOGA MINIJATURNOG DRVEĆA THE WAYS OF FORMING THE JAPANESE MINIATURE TREES

Osnovna obilježja tradicionalnih stilova Basic properties of the traditional styles

Svi primjerci na fotografijama oblikovani su na način nekoga od pet osnovnih tradicionalnih stilova japanskoga minijaturnog drveća. U tu svrhu uzeta je u obzir detaljna studija koju izlaže Koreshoff (1984), koja obrađuje estetiku drveća različitih oblika, a kakve opet možemo naći i u prirodi.

Zbog djelovanja čimbenika kao što su gravitacija, vjetar, nagib terena i oborine u prirodi nastaju različiti oblici drveća od strogo uspravnih stabala do onih koja vise sa stijena. U okviru tih pet osnovnih tipova stabala prisutna je karakteristična forma svakoga pojedinog tipa, uz koju je pri dizajniranju minijaturnog drveća moguće

postići uvjerljivost minijaturizacije i potrebno vizualno obilježje prirodnoga (opet na način osebujan za umjetnosti kojima bonsai pripada).

Tako je spomenuta studija estetike japanskoga minijaturnog drveća prema K o r e s h o f f (1984) priredena na način na koji su često priređene i studije anatomije ljudskog tijela za studente likovnih umjetnosti.

U pogledu veličine minijaturnog drveća, a u okvirima bilo kojeg od pet tradicionalnih stilova, u tablici 3. navedeni su podaci prema K o r e s h o f f (1984).

Tablica 3. Klasifikacija minijaturnog drveća po veličini (prema Koreshoff /1984/)
Bonsai Clasification by Size (Koreshoff, 1984)

JAPANSKI NAZIV JAPANESE NAME	VISINA BEZ POSUDE SIZE	PREVEDEN ENGELSKI NAZIV ENGLISH NAME
1. shito ili keshitsubu	5–7 cm, mogu biti nošeni na vrhu kažiprsta	minijaturni bonsai »finger-tip bonsai«
2. mame	7,5–15 cm, mogu biti nošeni nadlanu	
3. kotate, mochi ili komono	15–30 cm, mogu biti nošeni u jednoj ruci	mali do srednji bonsai »Baby Bonsai«
4. chiu ili chu-mono	30–60 cm, mogu biti nošeni s dvije ruke	srednji do veliki bonsai small to medium
5. dai ili omono	60–120 cm, mogu ih nositi dva čovjeka ili više ljudi	veliki do vrlo veliki bonsai large to very large

Principi oblikovanja Formation principles

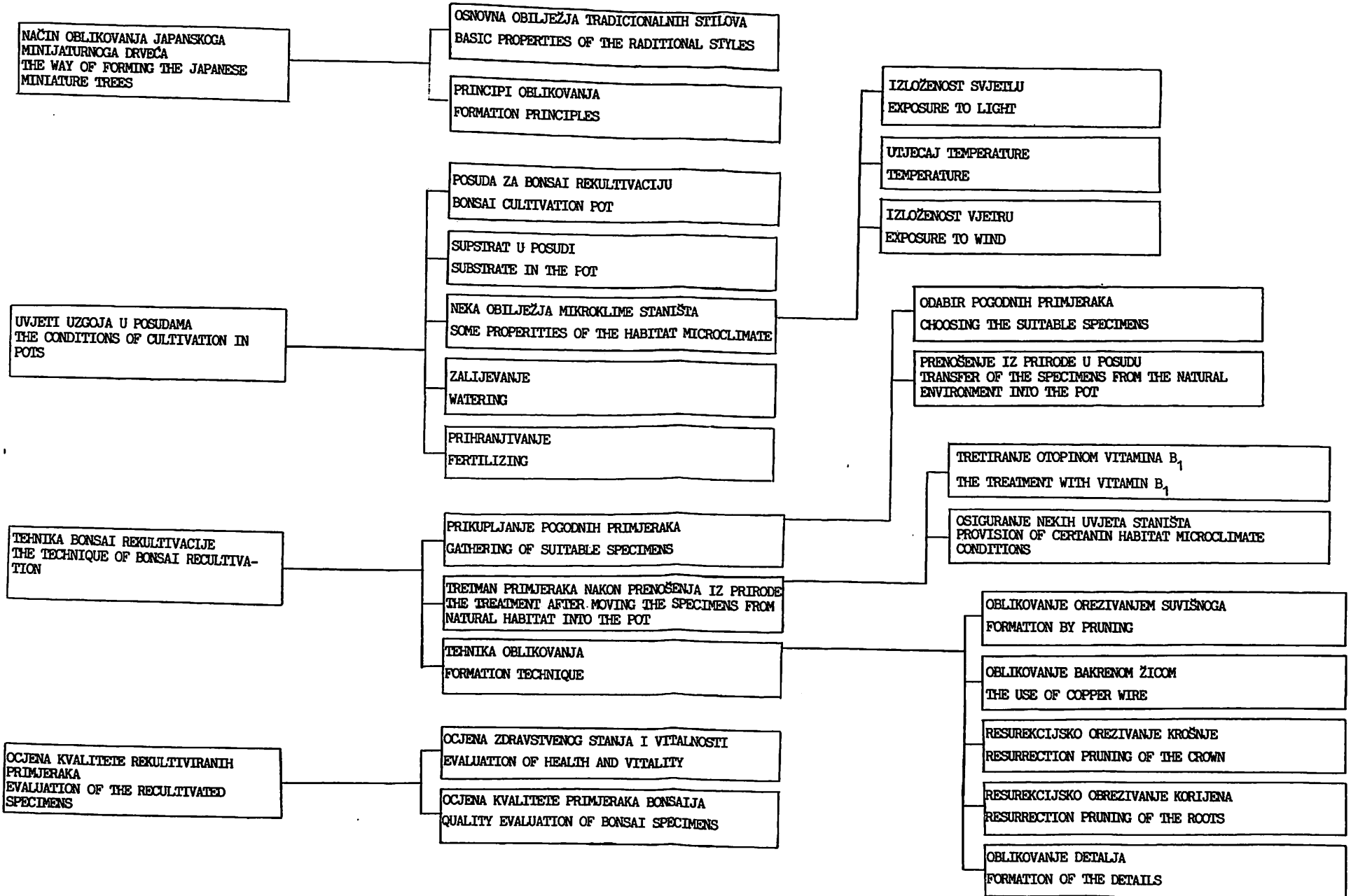
Za upotpunjenje kriterija iznesenih u prethodnom potpoglavlju, a radi kompletiranja dekorativnog izraza minijaturnih primjeraka, korišten je praktičan koncept estetskoga obilježja japanskoga minijaturnog drveća prema C h a n u (1988).

U svom konceptu C h a n (1988) nabraja i obrazlaže komponente estetske kvalitete japanskoga minijaturnog drveća:

- a) asimetrija – asymetry
- b) jednostavnost – simplicity
- c) prirodnost – naturalness
- d) uzvišenost – austere sublimity
- e) mirnoća – tranquillity
- f) istančana dubina – subtle profoundity
- g) nepriprženost konvenciji – freedom from attachment

C h a n (1988) objašnjava da bilo koja od sedam nabrojanih komponenti estetske kvalitete može dominirati u pojedinom dekorativnom izrazu, a svaka od ovih trebala

Tablica 2. STRUKTURA SADRŽAJA POGLAVLJA O NAČINU RADA - STRUCTURE OF THE CHAPTER OF THE WORK METHOD



bi uvijek biti prisutna u stanovitom stupnju kako bi dekorativni izraz bio kompletan.

Opisi svih sedam nabrojanih karakteristika dani su u nastavku u nešto sažetijem obliku nego što ih daje Chan (1988).

- a) **Asimetrija.** U prirodi na koju čovjek nije djelovao veoma su rijetke simetrične kompozicije. Kako je bonsai zapravo fragment prirode, svaka simetrija forme i balansa treba biti izbjegnuta. Praktično se do toga dolazi izbjegavanjem nasuprotnih grana minijaturnog drvca i smještanjem drvca iz središta posude. Harmonija se postiže pažljivim rasporedom materijala i praznog prostora u asimetričnu kompoziciju.
- b) **Jednostavnost.** Svi izrazi zen umjetnosti odišu jednostavnošću, pa tako i bonsai. Svako pretjerano dekoriranje bonsai drvca ili posude narušava efekt prirodnog odnosno nenasilnog ili slučajnog događaja u keramičkoj posudi.
Tako je jednostavnost izraza vitalan moment dizajna bonsija.
- c) **Prirodnost.** Da bi se kreirao u cjelini prirodan izgled bonsaija, svaka pojava umjesto postignutoga treba biti izbjegnuta po svaku cijenu. Dobar bonsai izgleda kao da je netaknut od čovjeka. Da bi se to postiglo, potrebno je poznavati morfološke karakteristike i habitus drvenastih vrsta podvrgnutih kultivacija, a i prirodno stanište, odnosno ambijent u kojemu one u prirodi obitavaju.
- d) **Uzvišenost.** Ovaj termin podrazumijeva osobnost neiscrpnog i beskrajnog odjeka neke skrivene kvalitete umjetničkog izraza, odnosno sposobnost prijenosa poruke umjetnika. Ako je taj prijenos uspješan, netko može imati poseban odnos prema nekim primjercima bonsaija, jer mu oni svojim izgledom priređuju specifično raspoloženje ili ugođaj.
- e) **Mirnoća.** Neka stabalca su tako prikladne forme da jednostavno promatranje donosi duboki smisao spokojstva i mirnoće.
- f) **Istanačana dubina.** Ova je komponenta sadržana ukoliko su svi suvišni elementi sadržaja kompozicije eliminirani da bi ostali samo oni nužno potrebni da se ostvare komponente uzvišenosti i mirnoća. Ta se kvaliteta praktično postiže formom linije koja dominira izrazom.
- g) **Neprivrženost konvenciji.** Ova kvaliteta karakterizirana je određenom svježinom koja izlazi iz napuštanja pravila, navika i formula. Jedino usvajajući neuobičajeno, netko može postići slobodu koja je označena svježinom i originalnošću.

UVJETI UZGOJA U POSUDAMA THE CONDITIONS OF CULTIVATION

Posuda za kultivaciju bonsaija
Bonsai cultivation pot

Adams (1981), Chan (1988), Duate (1989), Elsner (1985), Lesniewicz (1989) i Koreshoff (1984) opisuju na isti način posude za kultivaciju

minijaturnog drveća s obzirom na funkcionalne karakteristike uz koje je biljkama osiguran optimum uvjeta tla.

- a) Posude za kultivaciju primjeraka bonsajia najčešće su proizvedene od keramike te mogu biti glazirane ili bez glazure. Kao privremene posude koje služe tokom prve ili prvih nekoliko godina bonsai rekultivacije Adams (1981) i Chan (1988) predlažu posude od drveta, betona ili plastike.
- b) Svaka posuda treba imati jedan ili više otvora koji omogućuju potpuno istjecanje suviška vode poslije zalijevanja.
- c) Nožice koje posjeduje svaka posuda za kultivaciju primjeraka bonsajia omogućavaju stalno strujanje zraka uz otvore za drenažu, što utječe na kvalitetu aeracije tla u posudi.

Za bonsai rekultivaciju primjeraka prikazanih u ovom radu upotrijebljene su posude koje posjeduju opisane funkcionalne karakteristike.

Supstrat u posudi Substrate in the pot

Pri bonsai rekultivaciji uzeti su u obzir bitni problemi koji se javljaju pri uzgoju drvenastih vrsta u posudama. U nastavku je iznesena problematika, i to na način kako ju iznosi Koreshoff (1984).

- a) Ako je tlo u posudi, u kojoj uzgajamo primjerke drvenastih vrsta, vlažno i bogato organskim tvarima, može se očekivati da će prirast korijena biti malen jer u tlu nedostaje zraka (koji je potreban za optimalno iskorištavanje vode i minerala iz tla).
- b) Ako je tlo pretežno suho, tada se korijenje izdužuje i postaje vretenasto zbog potrage za vodom i mineralima.
- c) Ako je tlo previše siromašno hranjivim materijama, ubrzo korijenje gubi vitalnost, a stopa njegova prirasta naglo se smanjuje.
- d) U veoma bogatom tlu izbojna snaga korijenja je velika i žile rastu neposredno uz stijenke posude, odozgo prema dole, tako da središnji dio posude ostaje neiskorišten.
- e) Ako je stopa potrošnje tla u posudi mnogo manja od stope prirasta korijena, tada zbog zbijanja čestica tla supstrat u posudi može postati tvrd i nepropusan za vodu i za daljnji prirast korijena.

Koreshoff (1984) smatra da adekvatno pripremljene mješavine tala za uzgoj primjeraka različitih vrsta mogu donekle pridonijeti da se izbjegnu negativni efekti svih tih problema.

Kako Chan (1988) veoma praktično izlaže probleme bonsai rekultivacije, pri rekultivaciji primjeraka prikazanih u ovom radu upotrebljen je supstrat načinjen prema volumnom omjeru komponenti prema tom autoru (tablica 4).

Upotrijebljeni oštri pijesak proizveden je mljevenjem vapnenca, odnosno istoga matičnog supstrata kakav je i u prirodnom staništu odakle su primjerci drvenastih vrsta prikupljeni. Takav pijesak služi u građevinarstvu za izradu fasada, a njegova

Tablica 4. Volumni omjeri komponenti supstrata u posudi prema Chanu (1988)
Used soilmixtures (Chan, 1988)

VRSTA species	OŠTRI PIJESAK sharp sand	KOMPOST peat	GLINA/ILIVAČA loam
BOROVI pines	4	1	0
LISTAČE deciduous species	2	1	1

granulacija je takva da su najveće čestice 4 mm, a najmanje su lako isprane vodom kroz mrežu širine okaca 0,5 mm. Nakon prosušivanja pomiješan je s ostalim komponentama.

A d a m s (1981) navodi, opisujući iskustva rekultivacije primjeraka običnog bora (*Pinus sylvestris* L.), da se veoma poželjna mikoriza brzo uspostavlja ako u mješavini tla ima komposta od borovih iglica.

Tako je u upotrijebljenom supstratu za rekultivaciju primjeraka crnog bora kao kompost uzet zreli humus prikupljen u sastojini crnog bora.

Kao kompost za pripremu mješavine za listače poslužila je smjesa sastavljena od 50% humusa, čiji je komercijalni naziv »Glistal« (proizveden na farmi kalifornijskih glista) i 50% komposta od sfagnuma (komercijalni naziv je »Sfagnum peat«, a proizvod je uvezen iz Poljske).

Ilovasta komponenta za mješavinu za rekultivaciju listača sakupljena je iz horizonta A iz istog staništa s kojega su primjerci listača prikupljeni, i to na onim mjestima gdje se od umjereno vlažnog tla, gnječenjem u ruci, mogla lako napraviti kompaktna gruda. Sakupljena ilovača, u umjereno suhom stanju, prosijena je kroz sito promjera okaca 4 mm.

Neka obilježja mikroklimatne staništa

Some properties of the habitat microclimate

Izloženost svjetlu (ekspozicija) – Exposure to light

A d a m s (1981) i K o r e s h o f f (1984) navode da se primjerci bonsaija koji su izloženi sunčanom svjetlu tokom cijelog dana odlikuju kompaktnijim prirastom izbojaka s kraćim internodijima, manjim lišćem ili iglicama te posjedovanjem veće otpornosti na bolesti. Uz to oba autora navode da je svakako potrebno uzeti u obzir sklonosti pojedinih vrsta svjetlu ili sjeni te da se prema tomu ima osigurati svakom kultiviranom primjerku njegov optimum.

K o r e s h o f f (1984) drži da mogu postojati određeni problemi ako se primjerci bonsaija kultiviraju u područjima s jako toplim i sunčanim ljetom zbog prevelikog zagrijavanja posuda u koje su primjerci zasađeni te da je u takvim slučajevima potrebno zaštititi stabalca tokom ljetnih popodneva zasjenjivanjem.

Uzimajući u obzir navedeno u vezi s osiguranjem optimuma svjetlosti tokom bonsai rekultivacije, primijenjeni su podaci analogni onima koje iznosi A d a m s (1981).

Naime, A d a m s (1981) daje tablice s podacima o čimbenicima koji su bitni za kultivaciju 34 vrste drveća i grmlja. U toj tablici čimbenik »izloženost svjetlu tokom vegetacijske sezone« naveden je za svaku vrstu prema tome da li su pojedine vrste vrste sjene, polusjene ili vrste svjetla. Kako vrste od kojih su prikupljeni primjerci za rekultivaciju nisu spomenute u tablici prema A d a m s u (1981), načinjena je tablica 5, u kojoj su podaci za pojedine vrste prema njihovim potrebama za svjetlom formirani prema R a u š u (1976).

Svim primjercima koji su prikupljeni iz prirode i rekultivirani, poslije tretmana neposredno nakon prenošenja iz prirode, osigurani su uvjeti prema tablici 5.

Tablica 5. Izloženost primjeraka svjetlu tokom vegetacijske sezone
Exposure to light during vegetation season

VRSTA species	(PROLJEĆE, LJETO, JESEN) Spring, Summer, Outnín
CRNI BOR black pine	stalna izloženost neposrednim sunčanim zrakama all day long exposure to direct sun light
CRNI JASEN ash	stalna izloženost neposrednim sunčanim zrakama all day long exposure to direct sun light
BIJELI GRAB hornbeam	izloženost sunčanom svjetlu u ranim jutarnjim satima (do 11 sati) only morning hours exposure to direct sun light

A d a m s (1981) prikazuje ilustracijom stepeničastu policu i objašnjava da takav način izlaganja minijturnih primjeraka klimatskim utjecajima, a posebno uvjetima svjetla, osigurava podjednake uvjete svim primjercima. Uz to A d a m s (1981) posebno ističe pogodnost takve police zbog stalnog strujanja svježeg zraka uz sve primjerke koji su na polici, što omogućava povoljne uvjete uz koje teže dolazi do infekcije gljivičnim i drugim bolestima.

C h a n (1988) napominje da tokom zime primjerci bonsaija od onih vrsta koje i zimi zadržavaju lišće ne bi smjeli duže od dva tjedna tomom prezimljavanja ostati u potpunom mraku (ukoliko bi zbog jakih mrazova mogli biti unošeni u prostorije).

Uz prezimljavanje na natkrivenoj terasi osigurano je dovoljno potrebnog svjetla primjercima crnog bora.

Utjecaj temperature – Temperature

Za razumijevanje ovog čimbenika potrebno je razmotriti različite efekte djelovanja topline na primjerke bonsaija unutar različitih temperaturnih opsega u kojima se maogu naći zbog kolebanja temperature tokom godine.

K o r e s h o f f (1984) objašnjava, govoreći o značenju topline, da je korijen primjeraka bonsaija mnogo osjetljiviji od nadzemnog dijela biljke na temperaturna

kolebanja te da je izrazito osjetljiv na temperaturne ekstreme s obzirom na to da se nalazi u posudi. Zbog svoga malog volumena posuda zajedno s korijenjem i mješavinom tla, ukoliko je izložena neposrednom utjecaju visokih ili niskih temperatura, veoma brzo se jako zagrijeva ili hladi.

K o r e s h o f f (1984) navodi da je optimalna temperatura za rast i razvoj korijena većine drvenastih vrsta iz kontinentalnoga klimatskog područja između 15°C i 24°C. Ako se temperatura spusti do 13°C, rast i razvoj korijena se znatno usporava, a na 10°C najčešće se potpuno zaustavlja.

Aktivnost korijena koje su vezane za uzimanje vode i minerala iz tla znatno su otežane ili potpuno zaustavljene ako je temperatura u posudi niža od 2°C ili viša od 30°C.

Govoreći o prezimljavanju primjeraka bonsaija, K o r e s h o f f (1984) i C h a n (1988) navode da kratkotrajno smrzavanje tla u posudi ne čini štetu nego je to čak povoljno za primjerke od onih vrsta koje potječu iz područja s niskim zimskim temperaturama.

Svim primjercima podvrgnutim bonsai rekultivaciji osigurana je optimalna temperatura tokom cijele godine.

U rano proljeće, s obzirom na to da je rekultivacija provedena u Malinskoj na otoku Krku, dakle u submediteranskom području, nije bilo opasnosti da rekultivirani primjerci budu izloženi izrazito niskim nepovoljnim temperaturama. Tokom hladnijeg dijela ljeta svi primjerci su bili izloženi neposrednim utjecajima vremenskih prilika, i to na stepenastoj polici koja je namještena tako da bude osunčana cijeloga dana. U toplijem dijelu ljeta (druga polovica lipnja i cijeli srpanj) posuda s minijaturnim drvećem zaštićena je od izuzetno visokih temperatura zasjenjivanjem cijele police zajedno sa svim primjercima tako da su svi primjerci izlagani neposrednim sunčanim zrakama samo u jutarnjim satima.

Zimi, odnosno u vrijeme jakih mrazova, primjerci su čuvani na natkrovnoj terasi, gdje nisu zabilježene dugotrajne niske temperature. Naime, tokom zime tlo u posudama moglo je biti površinski smrznuto (čak do -5°C) u ranim jutarnjim satima, a ponovo bi se odmrznuo prije podneva istog dana.

Izloženost vjetru – Exposure to wind

A d a m s (1981), C h a n (1988) i K o r e s h o f f (1984) navode da je efekt djelovanja suhih vjetrova koji pušu zimi izrazito nepovoljan kada je tlo u posudi smrznuto ili blizu smrzavanja, pa se zbog nemogućnosti da korijen u takvim uvjetima opskrbi stabilce vodom nadzemni dio biljke osuši. Zbog takva isušivanja kultivirani primjerek bonsaija može uginuti.

Svi su primjerci tokom provedene rekultivacije prezimljavali u natkrivenom prostoru koji je otvoren samo prema jugu (natkrivena terasa zatvorena je sa svih ostalih strana). Kako u podneblju otoka Krka zimi puše pretežno bura, koja dolazi sa sjevera ili sjeveroistoka, primjerci tokom zime nisu bili izloženi neposrednom utjecaju toga vjetra. Uz povećanu pažnju oko potreba za zalijevanjem primjeraka i uz opisane uvjete njihova prezimljavanja nije zabilježen nepovoljan utjecaj vjetra.

Spomenuti autori upozoravaju na mogući štetni utjecaj suhih vjetrova i tokom vegetacijskog razdoblja.

Osim povećanih potreba za zalijevanjem tokom vjetrovitih dana nisu zapažene druge promjene na rekultiviranim primjercima.

Kao mjera predostrožnosti radi eliminiranja mogućega nepovoljnog efekta suhih vjetrova tokom vegetacije prihranjivanja rekultiviranih primjeraka izbjegavano je za vrijeme izrazito vjetrovitog vremena.

Naime, naglim isušivanjem tla u posudi koncentracija sredstva kojim se primjerci prihranjuju mogla bi se popeti tako visoko da tlo postane fiziološki suho za biljke, na što upozorava K o r e s h o f f (1984).

Zalijevanje – Watering

K o r e s h o f f (1984) objašnjava da je optimalan način zalijevanja primjeraka: zalijevanje uranjanjem posude s minijaturom u vodu, i to tako da razina vode može biti do ruba posude ili preko njega. Ako je razina vode viša od ruba posude te prekriva cijelu površinu tla u koju je stabalce zasađeno, tlo u posudi je opskrbljeno vodom onda kad se mjehurići zraka iz tla prestanu pojavljivati. Ako je posuda sa stabilcem uronjena u vodu do svog ruba, voda će ulaziti kroz otvor za drenažu i nakon 10–15 minuta pokvasiti i samu površinu tla, penjući se kapilarama u tlu.

K o r e s h o f f (1984) smatra da je uz adekvatan način zalijevanja potrebna također i pravovremenost.

Primjerci bonsajia zalijevaju se onda kada sadržaj vode u tlu padne na oko 30%, što se očituje po tome što površina tla u posudi djeluje suhom, na mjestima gdje se dodiruje s rubom posude tlo je malo odvojeno od ruba, ako lupkamo po stranama posude, čuje se zvonki zvuk prema kojemu se može zaključiti da se volumen tla neznatno smanjio zbog isušivanja.

K o r e s h o f f (1984) također navodi pozitivne efekte opisanog načina zalijevanja, ako je izvedeno pravovremeno:

- a) povoljna aeracija tla u posudi zbog istiskivanja ustajalog zraka u tlu vodom koja ulazi u tlo te usisavanja svježeg zraka kad suvišak vode iz tla izađe kroz otvor za drenažu,
- b) bolja iskorištenost prostora u posudi za razvoj korijenskoga sustava jer je tlo poslije zalijevanja uvijek ravnomjerno vlažno,
- c) bolja iskoristivost vode i minerala u tlu te veća otpornost biljaka, što je posljedica dobre aeracije i iskorištenosti prostora u posudi.

Autorica preporučuje da se zalijevanje minijatura obavlja ujutro ili pred večer, no ukoliko je potrebno drugačije, tada se primjerak koji treba vodu prenosi u sjenu i zalijeva na opisan način.

Opisanim načinom zalijevanja opskrbljivani su vodom svi primjerci tokom bonsai rekultivacije. Tako je primijećeno da su rekultivirani primjerci tokom toplih tjedana zalijevani i do dva puta na dan, što je ovisilo o veličini posude i o vremenskim prilikama. Primjerci u manjim posudama zalijevani su mnogo češće od onih u većim. Tokom ranog proljeća i kasne jeseni primjerci su zalijevani jedan do dva puta na tjedan, dok je zimi bilo dovoljno zalijevati jedanput na dva tjedna. Uz to potrebno je naglasiti da je uvijek jedini povod zalijevanja bila stvarna potreba za vodom, odnosno uočavanje znakova koji su maloprije navedeni, a po kojima se očituje ta potreba.

Dakle, pri zalijevanju usmjeravana je pažnja na to da se ono učini na opisani način uz što točniju pravovremenost, ne prepuštajući se navikama da se primjerci zalijevaju po ustaljenim periodima.

Prihranjivanje – Fertilizing

Adams (1981), Chan (1988) i Koreshoff (1984) govore o načinima prihranjivanja primjeraka bonasija. Načini su u načelu isti kod svih autora. Svi preporučuju da se minijaturno drveće prihranjuje od početka vegetacije do polovine ljeta anorganskim ili organskim gnojivima koja sadrže visok udio dušika, a tokom druge polovine ljeta pa do završetka vegetacije da s minijature prihranjuju gnojivima s visokim sadržajem fosfora i kalija.

Chan (1988) preporučuje da se primjerci bonasija tokom prvog dijela vegetacije prihranjuju NPK gnojivima sastava 10:10:10 ili 7:7:7 te da se primjenjuju s intenzitetom od pola doze koju preporučuje proizvođač. Za drugi dio vegetacije preporučuje NPK gnojiva sastava 4:7:10 ili 4:10:10 uz, također, 50% smanjeni intenzitet prihrane.

Adams (1981) navodi pogodne omjere NPK gnojiva koja se mogu nabaviti kod engleskih proizvođača: 10:10:27 i 0:10:10. Prvi od navedenih omjera preporučen je za prihranu tokom fenofaza listanja i tjeranja izbojaka, a drugi za prihranu tokom druge polovine ljeta i tokom jeseni. Pri doziranju navedenih gnojiva pridržava se uputa proizvođača.

Navodeći pogodna gnojiva australskih proizvođača, Koreshoff (1984) upozorava na uvjete uz koje minijaturni primjerci optimalno iskorišćuju prihranjivanje i na period vegetacije u kojemu je optimalno prihranjivati:

- a) primjerak bonsaija može biti prihranjivan tek nakon 6–8 tjedana poslije presađivanja u novu posudu ili poslije resurkecijskog orezivanja korijena (drugačije, prihrana može djelovati jako nepovoljno),
- b) optimum iskorištenosti upotrebljivog sredstava za prihranu stabalce postiže uz temperaturu oko 20 °C i uz stanje 25 %-tne vlažnosti tla neposredno prije prihranjivanja,
- c) intenzitet prihranjivanja preporučljivo je smanjiti za 50 % ili čak za 75 % od intenziteta koji preporučuje proizvođač gnojiva (u pogledu doze gnojiva te u pogledu intervala prihranjivanja),
- d) optimalno vrijeme za prihranjivanje je proljeće te druga polovina ljeta i jesen (Adams (1981) preporučuje da se primjerci listača prihranjuju od početka listanja pa sve dok imaju lišće na sebi),
- e) prihranjivanje tokom kišnih dana nije svrshodno jer kiša lako ispire gnojivo iz tla u posudama.

Uzeti su u obzir svi navedeni elementi, odabrano je NPK gnojivo sličnih omjera koje predlažu Adams (1981) i Chan (1988) i priređen je program prihranjivanja (tablica 6) za sve primjerke koji su podvrgnuti bonsai rekultivaciji.

Tablica 6. Program prihranjivanja minijaturnih primjeraka
Fertilizing program

	PERIOD 1	PERIOD 2.
PRIMJERC ČETINJAČA coniferes	PRVI TJEDAN OŽUJKA DO POČETKA SRPNJA spring to mid summer	PRVI TJEDAN KOLOVOZA DO KRAJA LISTOPADA mid summer to outmn
KORIŠTENA GNOJIVA Used fertilizer	»Substral«, tekuće mineralno gnojivo, NPK 7,1:1, 1:5,0, svaki drugi tjedan ewery other week	»Flovit« K, tekuće mineralno gnojivo, NPK 3:10:17, »Flovit« C, tekuće mineralno gnojivo, NPK 4:9:13, granulat, NPK 4:12:26, naizmjenično svaki drugi tjedan
PRIMJERC LISTAČA deciduouces	POČETAK LISTANJA DO DO POČETKA KOLOVOZA begining of bud activity to mid summer	PRVI TJEDAN KOLOVOZA DO POČETKA OPADANJA LIŠĆA mid summer to leaf fall

Tokom perioda 1. (tablica 6) tekuće mineralno gnojivo korišteno je s pola intenziteta koji preporučuje proizvođač (»Krka« Novo Mesto). Dakle, neposredno prije prihranjivanja vodena otopina tekućega gnojiva pripremana je s dvostruko manjim udjelom tekućega koncentrata nego što to preporučuje proizvođač, a prihranjivanje je provedeno jedanput na dva tjedna (proizvođač gnojiva preporučuje jedanput na tjedan dana).

Tekuća mineralna gnojiva tokom perioda 2. također su iskorištavana s pola doze koju preporučuje proizvođač (»Cinkarna« Celje) i što se tiče koncentracije otopine tekućega gnojiva i što se tiče intervala prihranjivanja.

Treće od navedenih gnojiva je u obliku granulata. Granule su, neposredno prije primjene, usitnjene drvenim štapićem u porculanskoj posudi do fine prašine koja je ravnomjerno rasuta po površini prethodno navlaženog tla (1 čajna žlica na 1 dm³ volumena tla, dozu preporučuje Adams (1981). Potom je tretirano tlo ponovo zalijevano mlazom fino raspršenih kapljica sve dok voda nije počela curiti kroz rupe za drenažu.

U skladu s uvjetima optimalnog iskorištavanja prihrane (uvjeti a), b), c) i d)), zbog često visokih temperatura (uvjet b)), tokom srpnja ni jedan od rekultiviranih primjeraka nije prihranjivan, što je opet u skladu s uvjetom d). U srpnju se temperatura tla u posudama penjala i do 32 °C. I tokom kišnih perioda (uvjet e)) prihranjivanje je odgođeno dok kiša ne prestane, a potom je normalno nastavljano u dvotjednim ciklusima. Slično odgađanje prihranjivanja događalo se tokom kraćih perioda izrazito suhiv vjetrova.

TEHNIKA BONSAI REKULTIVACIJE THE TECHNIQUE OF BONSAI RECULTIVATION

Prikupljanje pogodnih primjeraka Gathering of suitable specimens

Odabir pogodnih primjeraka Choosing the suitable specimens

Prilikom odabira pogodnih primjeraka iz prirode koji bi mogli biti podvrgnuti bonsai rekultivaciji uzeti su u obzir:

- A) Potencijalne vrijednosti estetske kvalitete budućih bonsai primjeraka (uvjet 1).
Odabrani su oni primjerci koji su se odlikovali čim većim potencijalom kvaliteta vrednovanih u kulturi bonsajja:
- a) minijaturnom veličinom primjeraka (vidi tablicu 3),
 - b) formom debla koja će ostvariti povoljan efekt u pogledu uspješne minijaturizacije, a u maniri nekoga od tradicionalnih stilova, K o r e s h o f f (1984),
 - c) mnoštvom grana koje se mogu oblikovati u skupinama po tri, K o r e s h o f f (1984),
 - d) povoljnim rasporedom žila i povoljnim oblikom najniže sekcije debla, K o r e s h o f f (1984).
- B) Razmatrajući potencijalne estetske kvalitete budućih primjeraka bonsajja, prilikom odabira također je uzeta u obzir mogućnost njihova uspješnog prenošenja iz prirodnog staništa u posudu (uvjet 2).

A d a m s (1981) upozorava da se pogodni primjerci pronađeni na vlažnim ilovastim tlima zakorjenjavaju formirajući kompaktne korijenske sustave (busene), dok su oni na suhim i pješčanim tlima zakorjenjavaju tvoreći razvedeni korijenski sustav koji, tražeći vodu, seže veoma duboko u tlo. Sličan efekt suhog tla, koji utječe na način zakorjenjivanja, objašnjava i K o r e s h o f f (1984).

A d a m s (1981) također navodi da se aktivni dio korijenskoga sustava, u obliku sitnih vlaknastih žlica sisača vode i otopljenih minerala, razvija na krajevima debljih žila koje imaju pretežno mehaničku funkciju (pričvrščivanja stabalca za tlo). Tako je pri prenošenju odabranog primjerka iz prirodnog staništa u posudu potrebno prenijeti i što veći dio toga aktivnog, sitnog korijenja u neoštćenom stanju.

Prilikom odabira pogodnih primjeraka pretraživana su područja s vlažnim ilovastim tlima kako bi se iskopavanjem odabranog primjerka uspio prenijeti što veći dio aktivnog dijela korijena (jer se korijenski sustav u vlažnom mediju formira u obliku kompaktnog busena gotovo uz samu površinu tla). Time je, prema A d a m s u (1981), vjerojatnost uspješnog prenošenja iz prirode u posudu mnogo veća.

Svi prikazani primjerci prikupljeni su iz područja s tlima koja prima Ćiriću (1986) pripadaju klasi humusno-akumulativnih tala, tipu rendzina i podtipu u kojemu se AC horizont uključuje u fiziološki aktivni profil. Ćirić (1986) navodi da taj podtip rendzine posjeduje povoljna vodno-zračna svojstva te da gradi umjereno vlažna do vlažna staništa.



Sl. 4 – Odabrani primjerak crnoga jasena u prirodnom staništu neposredno prije prenošenja u posudu,
Foto: Vrgoč P., 1989.
Figure 4 – Chosen specimen of roundleaved black ash in its natural habitat just prior to its transferring
in to training pot, Photographed by Vrgoč 1989

Prenošenje primjeraka iz prirodnog staništa u posudu

Transfer of the specimens from the natural environment into the pot

Adams (1981) i Chan (1988) smatraju da je optimalno vrijeme prenošenja odabranih primjeraka iz prirode u posudu kasna jesen, zima i rano proljeće, odnosno period mirovanja vegetacije.

Svi ovdje prikazani primjerci preneseni su iz prirodnog staništa u posudu tokom perioda mirovanja vegetacije (vidi tablicu 7).

Pri iskopavanju korijenskog busena odabranog primjerka, prije samog iskopavanja, teren je neposredno uz odabrano stabalce očišćen od drugog bilja, kamenja i sl. kako bi se nesmetano mogao upotrijebiti potrebni alat. Potom je reducirana krošnja odabranog primjerka s namjerom:

Tablica 7.

RELEVANTNI PODACI PROVEDENE REKULTIVACIJE - RELEVANT DATA OF BONSAI RECULTIVATION

Naziv vrste Species		A		Austrijski crni bor (<i>Pinus nigra</i> ssp. <i>austriaca</i> Vid.)								Bijeli grab (<i>Carpinus orientalis</i> Mill.)				
Redni broj primjere- rača u tablici		B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pripadajuće ilustracije Pictures		Sl.	C	4,5	6	7	-						8	9	-	-
veličina size cm	debljina trunka d.	D	5,8	2,1	3,8	0,5	4,0	1,8	4,8	2,5	2,7	3,4	3,5	2,5	2,0	1,2
	visina height	E	63	31	55	10	60	37	67	32	32	48	40	50	41	28
Procjena dobi Age		God.	F	oko 30	nije procj.	oko 20	10	nije procjenjivana	11 9 13 16 Broj pršljenova razgranjenja odgovara broju godina na prerezu				nije procjenjivana			
Vrijeme prikupljanja Time of collecting		G	početak studenog 1989.	početak travnja 1990.	početak studenog 1989.	početak travnja 1990.	početak travnja 1991.	1989. početak travnja 1991.				početak travnja 1991.	početak travnja 1990.	početak travnja 1991.		
Forma korijenskog busena nakon iskopavanja Root ball shape		H	veoma kompaktna, obilje sitnih žilica promjera 1 - 3 mm,		slabo kompaktna, sitne žilice raspoređene duž debljih žila promjera 0,5 - 1 cm, žila srčanica nije izrazito izdiferencirana			veoma slabo kompaktna, sitne žilice promjera 2 - 4 mm raspoređene duž jedne centralne žile srčanice koja je jasno izdiferencirana				prilično kompaktna, dosta sitnih žilica, busen zakorijenjen na oko 25 cm, busen dosta površinski razveden				
Početak primjene tehnike oblikovanja Beginning of the formation technique		I	početak lipnja iste godine kada su preneseni u posudu		god. kada su		odgodjen za narednu god. zbog slabe vitalnosti tokom lipnja '91.		nije primjenjivana osim orezivanja suvišnoga na terenu				početak lipnja iste godine kada su primjerci preneseni u posudu			
Zdravstveno stanje Heath state		J	nisu zabilježeni znaci bolesti, konstantna zelena boja lišća (odgovarajuća za vrstu)		nisu zabilježeni znaci bolesti, konstantna tamnozeleno boja lišća (odgovarajuća za vrstu)			u lipnju iste godine kad su preneseni u posudu iglice počinju nepovratno žutjeti				nisu zabilježeni znaci bolesti, konstantna zelena boja lišća (odgovarajuća za vrstu)				
Vitalnost Vitality		K	početak kalusiranja ožiljaka vidljiv nakon 2-3 tjedna, uz izbojnu snagu resurekcijsko orezivanje krošnje moguće provesti 2-3 puta u istoj sezoni		početak kalusiranja ožiljaka vidljiv nakon 2-3 tjedna, nakon resurekcijskog orezivanja krošnje produkcija novih pupova na svim rezovima		tek u srpnju 1991. počinje tjeranje izbojaka		izostavljen uspjeh prenošenja iz prirodnog staništa u posudu				početak kalusiranja ožiljaka vidljiv nakon 2-3 tjedna, uz izbojnu snagu moguće provesti resurekcijsko orezivanje krošnje 2-3 puta tokom iste sezone			

- a) da se odmah uklone dijelovi krošnje (grane) koji svakako ne odgovaraju konceptu oblikovanja; tako je krošnja primjerka na sl. 4 i 5, reducirana uklanjanjem dvostrukog vrha koji se pruža od najniže grane;
- b) da se presijecanjem pupova s nepoželjenih grana utvrdi jesu li primjerci listača ili samo pojedini dijelovi njihove krošnje, koji su u vrijeme prikupljanja bez lišća, uopće živi (umjerena vlažnost kambija na prerezima pupova i savitljivost jednogodišnjih izbojaka govori da su ispitivani dijelovi krošnje prethodnu sezonu normalno vegetirali);
- c) da se dio krošnje reducira kako bi smanjeni kapacitet korijena (koji je samim iskopavanjem svakako reducirano) bio u stanju opskrbiti vodom Adams (1981).

Chan (1988) Navodi da reduciranje krošnje listača može biti provedeno u bilo kojemu intenzitetu, dok je pri reduciranju izbojaka četinjača, na granama koje ne želimo u cijelosti ukloniti, uvijek potrebno ostaviti bar nekoliko čuperaka iglica kako bi njihovom transpiracijom cijela grana zadržala svoje vitalne funkcije.

O onome što je navedeno pod b) Adams (1981) ne govori ništa, no pri skupljanju pogodnih primjeraka zapažena je mogućnost da se nepažnjom prikupe posve ili djelomično mrtvi primjerci listača.

Poslije opisane pripreme terena i praovjere da su svi, za kompletiranje dizajna potrebni dijelovi krošnje (grane) živi trebalo je iskopavati korijenski busen. Pri kopanju uskoga kružnog kanala dubine oko 40 cm i promjera nešto širega nego što je projekcija krošnje utvrđivano je: je li korijenski sustav u obliku kompaktnog busena ili je u obliku širokog razvedenog sustava? Bogatstvo sitnih vlaknastih žilica, aktivnog dijela korijena, u iskopanom kružnom, uskom kanalu pokazivalo je da korijenski busen može biti prenesen u posudu uz neznatno oštećenje.

Adams (1981) smatra da je uspješnost prenošenja odabranog primjerka iz prirodnog staništa u posudu (bez reduciranja krošnje) osigurana uz prenošenje 2/3 od ukupnoga korijenskog busena.

Ako bi se prilikom iskopavanja uskoga kružnog kanala našle samo debele stare žile, promjer kanala povećavan je prema debljini nađenih žila. Kako su grozdovi sitnih žilica na krajevima tih debelih žila, to promjer kružnog kanala ima biti veći što su žile deblje.

Sve žile nađene prilikom kopanja kanala, adekvatnog promjera, prerezivane su oštrim škarama i uz unutrašnju i uz vanjsku stijenku kanala te su zajedno sa zemljom izbacivane van kako ne bi smetale pri daljem radu.

Nakon iskopavanja uskog kanala opreznim povlačenjem (čupanjem) nadzemnog dijela biljke prema gore i na stranu određivan je položaj debljih žila (ako ih uopće ima). Potom su kopanjem ispod korijenskog busena, počinjući sa samog dna uskog kanala, otkopavane deblje žile koje su presijecane oštrim škarama. Tako je cijeli korijenski busen mogao biti podignut zajedno s velikom količinom zemlje.

Laganim i opreznim rastresanjem odstranjen je suvišak zemlje s korijenskog busena, a potom su sve oštećene žile orezane oštrim škarama te je cijeli busen zamotan u najlonsku foliju.

Nakon zamotavanja korijenskog busena najlonskom folijom veći od iskopanih primjeraka s obzirom na to da su težili oko 20-30 kg, preneseni su u velikom rancu na leđima do automobila na cesti (kojim su za manje od 60 minuta transportirani na mjesto sadnje u posudu).

Svi iz prirode prikupljeni primjerci sađeni su u privremene, prostrane, neglazirane keramičke ili betonske posude.

Gotovo svi prikupljeni primjerci posjedovali su mnogo veći korijenski busen od onoga koji bi po veličini odgovarao plićim posudama (koje bi upotpunile cjelokupni dekorativni izraz). Pažljivim razgledanjem tih velikih korijenskih busenova utvrđeno je da se sitne aktivne žilice nalaze samo na periferiji busena, dok su neposredno uz samu bazu debla samo deblje žile. Dakle, reduciranje veličine korijenskog busena, u takvim slučajevima, moglo je utjecati na uspjeh samog presađivanja. Tako su svi primjerci bez dodatnog reduciranja korijenskog busena zasađeni u prostrane posude, u kojima su proveli prvu godinu rekultivacije.

Neposredno prije sadnje u privremene posude one su pripremane na sljedeći način (prema uputama *Koreshoff* (1984):

- a) posude su natapane u vodi da bi porozni materijal, od kojega su izrađene, upio maksimalnu količinu vode (drugačije, poslije sadnje i zalijevanja dio vode potrebne biljci apsorbirala bi porozna keramika ili beton),
- b) poslije natapanja na otvore za drenažu postavljene su plastične mrežice, koje su učvršćene bakrenom žicom kako se ne bi pomjerale tokom sadnje (komadić bakrene žice u obliku slova »U« provlačen je kroz mrežicu, namještenu da u potpunosti prekriva otvor, i to tako da se zavrtanjem provučenih krajeva žice uz rub otvora, s vanjske strane, mrežica učvršćivala),
- c) dno posude prekriveno je pijeskom, nešto veće granulacije nego što su okca na mrežici, u debljini oko 0,5 cm.

Na taj način sve su posude omogućavale veoma efikasnu drenažu koja je prilikom zalijevanja odvodila višak vode.

Primjerci su sađeni tako da je na ranije položeni drenažni pijesak prvo polagan supstrat (prema tablici 4) u debljini oko 2 cm, na koji je smješten korijenski busen. Pritom je ostali prostor između stijenki posude i korijenskog busena ispunjavan supstratom uz lagano uguravanje supstrata prstima ispod i sa strane busena da ne bi ostali prostori (džepovi) ispunjeni zrakom.

Prilikom sadnje posvećena je posebna pažnja ravnoteži sađenih primjeraka kako bi se što više eliminiralo naknadno pomjeranje korijenskog busena u posudi i kako bi tokom oblikovanja primjerci mogli biti promatrani na odgovarajući način.

Tretman primjeraka nakon prenošenja iz prirodnog staništa u posudu

The treatment after moving the specimens from the natural habitat into the pot

Svi primjerci, neposredno nakon prenošenja iz prirodnog staništa u privremenu posudu, a tokom perioda uspostavljanja normalnih procesa između korijena i tla, održavani su uz odgovarajuće uvjete. Potrebna sredstva i postupke za provođenje potrebnog tretmana iznose, na vrlo sličan način, *Adams* (1981), *Chan* (1988) i *Koreshoff* (1984).

Tretiranje otopinom timian-klorida (vitaminom B₁)

Treatments with the solution of thiamine-chloride (vitamin B₁)

Adams (1981), *Chan* (1988) i *Koreshoff* (1984) navode da je regeneracija

reduciranoga korijenskog sustava mnogo brža i uspješnija ako je korijenski busen neposredno poslije sadnje u posudu tretiran vodenom otopinom timian-klorida (vitamin B₁).

Tako su svi primjerci neposredno poslije sađenja u privremenu posudu tretirani vodenom otopinom timian-klorida u koncentraciji od 0,2% i to tako da je cijela posuda sa zasadenim primjerkom uronjena u otopinu, preko ruba posude. Na taj je način važno zalijevanje odmah nakon sadnje izvedeno tako da je umjesto vode upotrijebljena otopina timian-klorida.

Kako ni jedan od spomenutih autora ne navodi točnu koncentraciju otopine timian-klorida u vodi, intenzitet od 0,2% određen je uz ove činjenice:

- a) Koreshoff (1984) svrstava vitamin B₁ u biljne hormone koji utječu na povećanje rasta korijena, a hormoni se prema Z. Devidéu (1983) na mjestu djelovanja nalaze u veoma malim količinama (10^{-12} do 10^{-2} M/l).
- b) Nicol (1940), govoreći o utjecaju vitamina B₁ na rast korijena, navodi da je prema Bonneru i Greneu vitamin B₁ prisutan u stajskom gnojivu u količini od 0,08 do 0,13 mg/kg.
- c) Koreshoff (1984) navodi da je uobičajena koncentracija topivih soli u tlu 100 do 1000 dijelova soli na 1000000 dijelova vode (dakle koncentracija soli u vodi u tlu ne prelazi 0,1%), dok Adams (1981) navodi optimalnu koncentraciju jednog od tekućih gnojiva u vodi za prihranu od 0,17%.
- d) Tlo u suhom stanju, kakav je bio supstrat u vrijeme sadnje primjeraka u posude, svakako ne sadrži vodu pristupačnu biljkama, a prema Čiriću (1986) sadržaj vode u tlu koja je ispod granice pristupačnosti za biljke ne prelazi 6-7%.
- e) Koreshoff (1984, prema Koreshoff, V. A.) smatra da koncentracija otopine u tlu veća od 5% čini tlo fiziološki suhim za većinu biljnih vrsta.

Uzimajući u obzir da biljni hormoni djeluju uz veoma niske koncentracije (navedeno pod a) i b)) te optimalnu koncentraciju otopljenih soli u vodi koju korijen prihvaća (navedeno pod c)), a da pri tretiranju otopinom ne dođe do pojave fiziološki suhog tla (pod e)), priređena je otopina timian-klorida u koncentraciji od 0,2%. Uz to je razmotrena i mogućnost da priređena otopina timian-klorida ne bude bitno razblažena već prisutnom vodom u tlu (pod d)).

Za pripremu otopine uzete su ampule vitamina B₁ (kakve se upotrebljavaju u medicini), od kojih je svaka sadržavala koncentriranu otopinu timian-klorida 250 mg/2 ml (proizvođač Pliva, Zagreb) i destiliranu vodu kao otapalo. Tako je za pripremu 0,2% otopine otapano 16 ml (8 ampula) koncentrirane otopine na 984 ml destilirane vode.

Adams (1981) i Chan (1988) osobito ističu da je potrebno poslije tretiranja otopinom vitamina B₁ ili samo zalijevanja vodom tek zasadenih primjeraka u posude osobito pažnju obratiti na pravovremenost idućega i narednih zalijevanja.

Tako su poslije tretiranja primjeraka otopinom, u kasnu jesen ili u rano proljeće, do ponovnog zalijevanja vodom mogla proći 2-3 tjedna.

Uz to svakako je potrebno naglasiti da se temperatura prostora u kojemu su primjerci održavani neposredno nakon tretiranja otopinom kretala u okviru optimalne temperature za rast korijena (15 °C) do 24 °C). Na važnost toga čimbenika upozorava i Koreshoff (1984).

Još je potrebno napomenuti da je suvišak otopine koji je izlazio kroz otvore za drenažu odmah poslije uranjanja posuda sa zasadenim primjercima hvatan u posudu te je sačuvan za tretiranja drugih primjeraka tokom iste sezone prikupljanja iz prirode.

Osiguranje nekih uvjeta mikroklimat staništa Provision of certain habitat microclimate conditions

Nakon ocjeđivanja suviška otopine primjerci su održavani u sjeni tokom 8 tjedana na natkrivenoj terasi, a oni koji su presađeni u kasnu jesen održavani su u tim uvjetima sve do ranog proljeća. Poslije tog perioda, u kojemu je bilo moguće uočiti uobičajeni početak vegetacije, početkom listanja i tjeranja izbojaka, primjerci su izlagani postupno optimalnom intenzitetu svjetla te su prihranjivani prema opisanom režimu.

Tehnika oblikovanja Formation technique

Oblikovanje orezivanjem suvišnoga – Formation by pruning

Oblikovanje orezivanjem suvišnoga obuhvaća uklanjanje svih dijelova minijaturnog stabalca, uz koje ne bi mogao biti postignut planirani dekorativni izraz. U tom smislu orezivanjem su uklanjani dijelovi krošnje, cijele grane ili samo pojedini izbojci, te dijelovi korijena ili samo pojedine žile.

Potrebno je još napomenuti da su se tim zahvatom trajno uklanjali nepoželjni nabrojani dijelovi, što je različito od orezivanja radi resurekcije. U okviru oblikovanja orezivanjem suvišnoga pripada i orezivanje obavljeno prilikom prikupljanja primjeraka iz prirode, o čemu je bilo već riječi.

Jedino sredstvo te tehnike oblikovanja je orezivanje, što je provođeno uz osiguranje uvjeta na koje upozoravaju Adams (1981), Chan (1988) i Koreschoff (1984).

- a) Prilikom orezivanja debljih grana ili žila potrebno je osigurati brzo kalusiranje ožiljaka. To je ostvareno orezivanjem pilom sitnih zubaca tako da je nakon orezivanja debljih grana na deblu ostajao elipsast ožiljak jer je orezivanje obavljeno neposredno uz debllo. Dakle, ožiljak je ostajao na mjestu gdje je kambij zadržavao aktivnost i poslije orezivanja te je početak kalusiranja bio vidljiv nakon nekoliko tjedana. Ukoliko bi pri orezivanju grana na deblu ostao ostatak grane, tada bi kambij na periferiji ožiljka prvo počeo odumirati, a početak kalusiranja ne bi bio vidljiv duže vrijeme (što bi moglo pogodovati infekciji truležima).
- b) Kako je prikazano u tablici 8 vidljivi ožiljci smanjuju vrijednost primjeraka bonsaija (upućuju na umjetno postignuto). Tako su orezivanja aplicirana uz »skrivanje« ožiljaka izvan prednje strane minijature. Ukoliko »skirvanje« ožiljaka nije bilo moguće izvesti, onda su deblje grane ili samo dijelovi ostavljeni da bi poslije bili uređeni kao suhe stare grane.

- c) Prilikom stvaranja ožiljaka potrebno je zaštititi otvoreno mjesto od truljenja. Radi toga su, prema konkretnoj preporuci Chana (1988), ožiljci na primjercima četinjača premazivani voskom za kalemljenje, a ožiljci na primjercima listača bitumenoznom bojom (korištena je siva temeljna boja na bazi nitrorazređivača).

Oblikovanje bakrenom žicom – The use of copper wire

Uz oblikovanje orezivanjem suvišnoga razmatrane su mogućnosti upotpunjavanja dekorativnog izraza svakoga pojedinog primjerka dodatnim oblikovanjem spirala i prečkama bakrene žice. Potrebno je izložiti bitno o samom načinu primjene te metode.

- a) Pri oblikovanju spirala bakrene žice potrebno je odabrati odgovarajuću debljinu žice, što ovisi o debljini sekcije kojoj je potrebno mijenjati oblik. Najčešće debljina žice varira od jedne trećine do jedne šestine debljine sekcije koja se oblikuje.
- b) Neposredno prije namatanja spirale oko sekcije koja se oblikuje potrebno je žicu pripremiti. Žica se prvo žari na slabom plamenu plinskoga gorionika sve dok ne pocrveni od usijanja. Potom je potrebno da se žica polako ohladi bez trešenja, udaranja ili savijanja. Tim se kaljenjem može postići veća savitljivost žice potrebna pri apliciranju te tehnike, a samim savijanjem ponovo se aktivira proces nešto jačeg ukrućivanja, što opet omogućava da savijena spirala zadrži oblikovanu sekciju u željenom obliku.
- c) Oblikovanje spirala bakrene žice izvodi se tako da se spirala omotava oko sekcije koja se oblikuje tako da svaki namot žice zatavara kut od 45° s uzdužnom osi sekcije koja se oblikuje. Pri tome ne smije doći do ukrštanja dviju ili više žica ukoliko se oblikuju susjedne sekcije. Žičana spirala najčešće počinje na debelu kao osloncu, a s debela se proteže na grane koje je potrebno oblikovati. Nakon namatanja spirale sekciju oblikujemo u željenu formu.
- d) Oblikovanje prečkama bakrene žice je pogodan način da se grane spuste nešto niže, odnosno da se postigne kut insercije grana svojstven starijem drveću (kod starijeg drveća zbog same težine grana, težine snijega i sličnoga grane su često okomite na deblo ili su nagnute prema dole).
- e) Žičane spirale ili prečke zadržavaju se na oblikovanim sekcijama sve dok novi debljinski prirast ne omogući zadržavanje oblikovane sekcije u željenoj formi. Tako spirale bakrene žice ne bi smjele biti čvrsto namotane jer bi žica ostavila nepoželjne ožiljke (oznake koje ukazuju na umjetno postignuto). Ukoliko oblikovana sekcija nije zadržala željeni oblik nakon skidanja žice, tada oblikovanje treba ponoviti (Koreschhoff 1984).

Resurekcijsko orezivanje krošnje – Resurrection pruning of the crown

Koreschhoff (1984) navodi da periodično orezivanje vršnih pupova prilikom kultivacije primjeraka bonsaija osigurava manje lišća i izbojke s kraćim internodijima, što omogućuje razgranjenost, odnosno istančaniju strukturu krošnje. Isti autor

objašnjava navodeći da terminalni pupovi inhibiraju razvoj postranih pupova, a uklanjanjem terminalnih pupova postrani pupovi postaju aktivni. Rast i razvoj primjeraka bonsaija time nije zaustavljen, nego je raspoređen, pri čemu kultivirani primjerak uz izbojnu snagu podijeljenu na više pupova proizvodi listove i internodije mnogo manjima.

Kako takvo orezivanje sadrži obnavljanje, odnosno produkciju postranih pupova, na samom mjestu orezivanja ili nešto dalje od njega, ono je u ovom radu nazvano resurekcijskim orezivanjem.

S obzirom na različite načine apliciranja te metode na primjerke četinjača i primjerke listača u daljnjem izlaganju svakako je potrebno odvojiti tehniku resurekcijskog orezivanja primjeraka crnoga bora i primjeraka bijeloga graba i crnoga jasena.

A) Resurekcijsko orezivanje primjeraka crnoga bora

Adams (1981) iznosi nekoliko načina orezivanja radi razvoja krošnje primjeraka običnoga bora (*Pinus sylvestris* L.) prikupljenih iz prirode u Velikoj Britaniji. Zajedničko obilježje svih izloženih metoda je inicijalno orezivanje vrhova grana u zonama prekrivenim iglicama radi produkcije novih pupova uz samo mjesto orezivanja ili dalje od njega prema deblu.

Primjenom navedene metode provedeno je resurekcijsko orezivanje svih prikupljenih primjeraka crnoga bora uz ova sredstva i postupke:

- a) Tokom prve godine bonsai rekultivacije primjerci su podvrgnuti orezivanju u kolovozu, ako su u proljeće i ljetu iste godine pokazali stupanj vitalnosti karakteriziran tjeranjem izbojaka na svim pupovima, tamnozelenu boju iglica (odgovarajuću za vrstu) i punoću debljinskog prirasta (koja se očituje potrebom da se spirale žice zamijene na pojedinim granama kako se žica ne bi urezala u koru).
- b) Neposredno prije orezivanja na mjestima gdje formiranje pupova nije poželjno uklonjene su sve iglice čupanjem u smjeru u kojemu je iglica otklonjena od izbojka. To je učinjeno stoga jer se formiranje novih pupova očekivalo u zonama izbojaka koje su prekrivene iglicama.
- c) Svi vrhovi grana orezani su oštrim škarama u zoni izbojaka koja je prekrivena iglicama, i to tako da su uz mjesto orezivanja na grani ostajala barem tri para iglica.
- d) Prilikom orezivanja neki od kratkih izbojaka sadržavali su samo nekoliko redova iglica, a na izbojcima su uočeni postrani pupovi uz vršni pup. Radi stimuliranja postranih pupova vršni pup nije orezan zbog mogućnosti da se ozlijede postrani pupovi, nego je odvrtna pincetom.
- e) U drugoj godini rekultivacije (u kolovozu) svi izbojci, izrasli iz novih pupova, koji su bili dužiu od 2,5 cm reducirani su za 1/2 oštrim škarama. Vrhovi na izbojcima koji su bili kraći od 2,5 cm uklonjeni su odvrtnjem pincetom radi stimuliranja razvoja postranih pupova.

B) Resurkecijsko orezivanje primjeraka crnoga jasena i bijeloga graba

Resurekcijsko orezivanje primjeraka listača provedeno je prema razrađenoj tehnici za širokolisne listače, koju su opisali Adams (1981) i Koreshoff

(1984). Ovdje treba istaći najbitnije pojedinosti o sredstvima i postupcima ove tehnike oblikovanja.

- a) Tokom prve godine rekultivacije primjerci listača podvrgnuti su ovoj tehnici oblikovanja od druge polovine proljeća (početak sivbnja) do sredine ljeta (polovina kolovoza). Tehnika je ponavljana u cijelosti nekoliko puta tokom istog perioda.
- b) Primjerci su podvrgavani ovoj metodi oblikovanja, ako su pokazali stupanj vitalnosti koji je karakteriziran prisutnošću novih izbojaka na većini pupova, s dva ili više internodija, a na nekim pupovima s jednim internodijem, zelenom bojom lišće (odgovarajućom za vrstu) te tjeranjem novih izbojaka iz spavajućih pupova u blizini mjesta orezivanja jaćih grana (radi orezivanja oblikovanjem suvišnoga).
- c) Orezivanje je provedeno oštrim škarama na jednogodišnjim izbojcima 1-2cm od mjesta na kojemu du se razvili postrani pupovi ili na sredini internodija 1-2 cm daleko od mjesta na kojemu su zamijećeni ožiljci od lisnih stapki (listova iz prethodne vegetacijske sezone).
- d) Orezivanje je provedeno i na izbojcima od iste godine, i to na sredini prvog ili drugog internodija.
- e) U drugoj godini bonsai rekultivacije, kao mjera uobičajenog održavanja, orezivani su uglavnom samo izbojci nastali iste godine.

Resurekcijsko orezivanje kao metoda oblikovanja četinjača i listača provedena je s namjerom da se cjelokupni dekorativni izraz oblikovanih primjeraka maksimalno upotpuni.

U realizaciji te metode postojala je mogućnost da se samim orezivanjem grane prikraćuju na odgovarajuću dužinu (analogno tehnici oblikovanja orezivanjem suvišnoga). S druge strane uzimana je u obzir vjerojatnost pojavljivanja pupova na određenim mjestima, što je opet od presudnog značenja za raspored zelene mase u krošnjama rekultiviranih primjeraka.

Resurekcijsko orezivanje korijena – Resurrection pruning of the roots

Radi uklanjanja debljih žila i stvaranja prostora za razvoj aktivnoga vlaknastog korijenja i radi zamjene supstrata u posudi novim svježim supstratom provedeno je resurekcijsko orezivanje korijenja.

Prema tehnici koju opisuje Adams (1981) provedeno je resurekcijsko orezivanje korijena kod rekultiviranih primjeraka koji su ovdje prikazani, a sve o sredstvima i postupcima opisano je u nastavku.

- a) Resurekcijsko orezivanje korijena provedeno je kod svih primjeraka na početku druge godine rekultivacije, i to u rano proljeće prije početka vegetacije (reduciranje korijenskog busena pri prenošenju primjeraka iz prirodnog staništa u posudu također sadrži efekt tehnike resurekcijskog orezivanja korijena).
- b) Uz nešto suši supstrat u posudi, korijenski busen, neposredno prije orezivanja, bez teškoća je oslobođen posude laganim povlačenjem primjerka uz lupkanje drvenom letvicom po posudi.

- c) Nakon označavanja vanjske trećine korijenskog busena mlazom sitnih vodenih kapljica (iz prskalice) ispran je supstrat iz označenog dijela, tako da su žile jedne trećine korijenskog busena ostale gole.
- d) Oštrim škarama uklonjene su sve ogoljene žile (dakle uklonjena je vanjska trećina od cijeloga korijenskog busena).
- e) Potom mlazom sitnih vodenih kapljica ispran je supstrat iz vanjske četvrtine preostalog dijela korijenskog busena kako bi se žile mogle rasporediti radijalno pri sadenju u novu posudu. Uz to orezane su neke od debljih žila koje bi smetale pri smještanju primjerka u novu posudu.
- f) Potom je slijedilo sadenje u novu ili istu posudu na isti način kao što je to bilo provedeno pri prenošenju iz prirodnog staništa u posudu.
- g) Nakon zalijevanja vodom slijedio je period od osam tjedana poslije kojega je primijenjen već opisani način gnojidbe uz optimalne uvjete svjetla i temperature.

Oblikovanje detalja – Formation of the details

Radi upotpunjavanja dekortivnog izraza rekultiviranih primjeraka aplicirana je tehnika dotjerivanja krošnje (profila grana) i tehnika uređivanja živih grana, vrhova i dijelova debla skidanjem kore te patiniranjem bjeljike da bi se postigao efekt starih suhih grana, vrhova ili napuklina debla.

Da bi se upotpunio dekorativni izraz cijele minijature, površina tla u posudi prekrivena je mahovinom ili granulama adekvatne boje.

Postupak primjene tih tehnika opisali su Adams (1981) i K o r e s h o f f (1984).

- A) Tehnika dotjerivanja krošnje ovdje podrazumijeva isticanje profila pojedinih grana. U tu svrhu u listopadu svim primjercima crnog bora uklanjane su sve iglice usmjerene prema dole čupanjem po jednog ili nekoliko parova iglica u smjeru prema vrhu izbojka. Svim primjercima listača tokom vegetacijske sezone uklanjani su svi pupovi i listovi usmjereni prema dole.
- B) Tehnikom skidanja kore i patiniranja ogoljelog drveta uređivane su grane i vrhovi kao stare suhe grane (japanski termin *jin* označava te detalje).
 - a) Na primjerku crnog bora (sl. 6) najdonje dvije grane uređene su poput starih suhih rana.

Prilikom oblikovanja orezivanjem suvišnoga ostavljena je dovoljna dužina grana ili vrhova kako bi poslije ti detalji mogli biti uređeni.

Na odabranoj grani ili vrhu prvo je oštrim nožem za okuliranje prorezana kora između sekcije na kojoj će ona biti potpuno uklonjena i dijela debla na kojemu će kora ostati neoštećena. Na primjer, u slučaju skidanja kore s jedne od suhih grana primjerka crnog bora (sl. 6) rez je načinjen skroz okolo na mjestu gdje se na sl. vidi tanki vijenac tkiva proizvedenoga kalusiranjem.

Prilikom razrezivanja kore obraćena je pažnja da se rez način u zoni kambija koji će poslije uklanjanja kore ostati aktivan kako bi kalusiranje što prije počelo. Oštrica noža pri izvođenju reza uvijek je dolazila do bjeljike. Potom je prvo nožem skinuta kora s cijele sekcije, a onda je površina bjeljike uređena komadićem slomljenog stakla i brusnim papirom u željeni oblik.

- b) Prekrivanje površine tla u posudama izvedeno je na sljedeći način. Mahovina je prikupljena tokom vegetacijske sezone odmah poslije kišnih dana. Nožem širokog sječiva skidani su u prirodi odabrani jastučići mahovine zajedno s 1-2 mm tla. Odmah nakon prikupljanja priređena je žitka kaša od ilovače (prosijane kroz sito, okaca 0,5 mm) i vode te su izradene pribadače od mekog drva (debljine 1 mm i dužine 2 cm, oštrog vrha). Prilikom prekrivanja površine mahovinom prvo je na površinu tla u posudi nanošena žlicom kaša od ilovače, i to sloj debljine 2-4 mm. Potom je suvišak tla s donje strane jastučića uklonjen tvrdom četkicom (ovdje je korištena četkica za zube). Priređeni jastučići su utiskivani u raspoređenu kašu uz slaganje poput slaganja mozaika. Drvenim pribadačama su pribodeni tek postavljeni jastučići mahovine. Tokom narednih 10-ak dana primjerci s tako postavljenom mahovinom boravili su u sjeni, a nekoliko puta na dan mahovina je ovlaš prskana vodom iz prskalice. Na kraju su drvene pribadače uklonjene. Granule za prekrivanje dijela površine tla u posudi, kao što je to slučaj na sl. 7 dobivene su prosijavanjem pijeska odabrane boje kroz dva sita različite širine okaca kako bi bila postignuta homogena granulacija (u skladu s granulacijom ili zrnatošću jastučića korištene mahovine za prekrivanje jednog dijela površine tla). Pijesak iz kojega su granule separirane davao je neutralnu reakciju (pH 7) na probu trakom univerzalnog indikatora. Dio pijeska u dva dijela destilirane vode poslije protresanja i 20 minuta taloženja proban je papirom vrpcom univerzalnog indikatora (takvu probu predlaže Adams (1981)).

OCJENA KVALITETE REKULTIVIRANIH PRIMJERAKA EVALUATION OF THE RECULTIVATED SPECIMEN QUALITY

Ocjena zdravstvenog stanja i vitalnosti Evaluation of health and vitality

Adams (1981) pri rekultivaciji primjeraka običnoga bora (*Pinus sylvestris* L.) razmatra njihovo zdravstveno stanje i vitalnost u terminima: konstantnost boje lišća (iglica), koja je odgovarajuća za vrstu, aktivnost pupova i odsutnost biljnih bolesti.

- A) Analogno navedenom, zdravstveno stanje rekultiviranih primjeraka (tablica 7, kolona J) razmatrano je u terminima:
- prisutnost bolesti,
 - konstantnost boje lišća koja je odgovarajuća za vrstu.
- B) Pri ocjeni vitalnosti rekultiviranih primjeraka (tablica 7, kolona K) razmatrano je:
- za primjerke listača izbojna snaga pupova za mogućnost ponavljanja resurekcijskog orezivanja krošnje tokom iste sezone na većini pupova,
 - za primjerke crnog bora razmatrana je izbojna snaga uz produkciju dvaju ili više pupova u blizini većine rezova načinjenih radi resurekcijskog orezivanja krošnje,

- c) za sve primjerke razmatrano je potrebno vrijeme za vidljivi početak kalusiranja ožiljaka načinjenih oblikovanjem orezivanjem suvišnoga.
- C) Za procjenu dobi rekultiviranih primjeraka (tablica 7, kolona F), koja je smatrana bitnim podatkom u provedenom istraživanju, kako ćemo vidjeti u sljedećem potpoglavlju, dob primjeraka bonsaija može pridonijeti njihovoj izražajnosti. Ta je kvaliteta procjenjiva na neki od ovih načina:
- a) kod primjerka crnog bora prema broju pržljenova razgranjenja (prebrojavane su grane, ožiljci od grana i jasno vidljiva mjesta gdje je pršljenove razgranjenja prerastala kora; točnost metode potvrđena je uz prebrojavanje godina na presjecima primjeraka koji nisu uspješno preneseni iz prirode u posudu, vidi tablicu 7, primjerke pod rednim br. 7, 8, 9 i 10),
 - b) brojanjem godina na presjecima debljih sekcija neposredno uz samu bazu debla, koje su prerezivane radi oblikovanja orezivanjem suvišnoga (kao što je slučaj kod prikraćivanja debele žile na primjerku crnog jasena, sl. 5),
 - c) za utvrđivanje dobi nekih primjeraka crnog jasena i svih primjeraka bijeloga graba nije nađena pouzdana metoda.

Ocjena kvalitete primjeraka bonsaija Quality evaluation of bonsai specimens

Da bi se stekao sud o kvalitetama rekultiviranih primjeraka i vidjelo koje su kvalitete vrednovane u kulturi bonsaija, ovdje je izložen način ocjenjivanja primjeraka bonsaija prema *Koreshoff* (1984).

Uz tablicu 8 (kolone A, B, C, D, E) potrebno je objasniti da je ovaj način ocjenjivanja pogodan za komparativnu procjenu primjeraka bonsaija na izložbama ili u okviru zbirke minijatura, i to radi određivanja kvalitete svih primjeraka urasponu od najkvalitetnijega do najlošijega.

Elementima koji se ocjenjuju (tablica 8, kolona B) dodjeljuju se ocjene tako da se pojedinom elementu iz kolone B dodjeljuju ocjene u formi cijelih vrijednosti, i to od 0 do navedene maksimalne ocjene za pojedini element (kolona E). Suma svih dodijeljenih ocjena jest ocjena ukupne kvalitete pojedinog primjerka.

Kako ne postoji pouzdan kriterij za dodjelu ocjena za pojedini element iz kolone b, tako je ovaj način ocjenjivanja kvalitete primjenjiv samo u slučaju komparativnog procjenjivanja primjeraka bonsaija. Ocjenjivanje se provodi tako da pri ocjenjivanju svakoga od elemenata iz kolone B obidemo svaki od primjeraka pa maksimalnu ocjenu za taj element dodijelimo primjerku od kojega je ovaj najbolja izražen, a minimalnu ocjenu dodijelimo primjerku gdje je ocjenjivani element najslabiji. Uz tako formiran kriterij za svaki od elemenata iz kolone B ocjenjujemo i sve ostale primjerke.

Nije bilo potrebno da se primjerci bonsaija prikazani u ovom radu (tablica 7) ocijene da bi se ustanovilo koji su od njih najkvalitetniji, nego je metoda ocjene kvalitete ovdje primijenjena na sljedeći način: ocijenjivanim primjercima (tablica 8, kolone F, G, H, I, J, K, L) dodjeljuju se maksimalne ocjene iz kolone (E), i to za one ocjenjivane elemente (kolona B) koji su bili izraženi kod pojedinih ocjenjivanih primjeraka. Za one elemente kojih nije bilo kod pojedinih primjeraka ocjena je jednostavno izostavljena.

Takvim ocjenjivanjem postignuto je sljedeće:

Tablica 8.

OCJENA KVALITETE PRIMJERAKA BONSAIJA PREMA KORESHOFF (1984) - GUIDELINE FOR JUDGING (KORESHOFF, 1984)						OCJENA REKULTIVIRANIH PRIMJERAKA MARKS OF PHOTOGRAPHED SPECIMENS								
SEKCIJA SECTION	br.	OCJENJIVANI ELEMENT SKORING ELEMENT	POŽELJNO - WANTED	NEPOŽELJNO - UNWANTED	MAKS. OCJENA TOTAL MARKS									loc. ned. blemishes
A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Stablo Trunk	1	oblik - shape	odgovara obilježju stila	neodgovara obilježju	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	2	kora - bark	dobro razvijena (boja i tekstura)	slabo razvijena	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	3	oznake - marks	nema oznaka kultivacije	ožiljci od žice -bez ocj.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	4	nedostaci - blemishes	cjelokupni dojam nije narušen	neugledni ožiljci-bez ocj.	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0
	5	koničnost - tapering	prirodna	umjetno postignuta	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Grane Branches	6	raspored - distribution	skupine od po tri (sl.11)	ne u skupinama po tri	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	dominantne grane - development	razvijenost (u odnosu na druge)	slabo razvijene	2	2	2	2	0	2	2	0	0	0
	8	jedna iznad druge - one above another	nisu	jedna iznad druge-bez ocj.	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	9	nasuprotne-on the sam level	nisu	jesu - bez ocjene	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	kora glavnih grana - bark	nema ožiljaka (od kultivacije)	prisutni ožiljci	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	11	oznake - marks	nisu prisutne	oznake od žice-bez ocj.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	12	oblik - according to style	odgovara stilu	djeluje apsurdno	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	13	prisutnost žice - wiring	patinirana paljenjem	neuredno namotana	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	14	razgranatost - branchlets	mnogštvo ogranaka	bez ogranaka	5	5	0	5	5	5	5	5	5	0
	15	nedostatak razgranatosti - too few branchlets	nema nedostatka	malo ogranaka-bez ocjene	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Lišće Foliage	16	hortikulturalna perfekcija - horticultural perfection	odgovarajuća za vrstu	neodgovarajuća boja	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	17	nedostaci - blemishes	nema oznaka od insekata i slično	ukoliko ima - bez ocjene	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	18	veličina - size	odgovara veličini minijature	ne odgovara veličini min.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	19	raspored - distribution	ne visi ispod grana	visi ispod grana	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Žile Roots	20	prisutene - visible	dobro raspoređene (sl. 12)	loše raspoređene-bez ocj.	4	4	4	4	0	4	0	0	0	0
	21	najniža sekcija debla - butt	zadebljala	bez zadebljana-bez ocj.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	22	najniža sekcija debla - butt	odgovara stilu (sl.12. i 13.)	oblik ne odgovara stilu	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Tlo Soil	23	površina - well finished	čista od korova	korov, neplanirana erozija	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	24	mahovina - moss	kvaliteta, hortikulturalna perfekcija	u lošem stanju	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0
	25	drugi pokrov - other cover	odgovara dekorativnom izrazu	narušava ukupni izraz	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0
	26	figure - figurines	nema ih osim u pejzažu	ako jesu-oduzeti 2 poena										
Posuda Pot	27	posuda - pot	čista	neurednost (prljavština)	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
	28	veličina - size	cjelokupni dojam nije narušen	jako velika-oduzeti 2 poena										
	29	veličina - size	odgovara veličini minijature	ne odgovara veličini min.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	30	veličina - size	mala posuda (dobar efekt)	mala posuda, loš efekt	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31	smještaj minijature-placement	vizualna ravnoteža sa posudom		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ukupni dojam	32	estetska kvaliteta, subjektivna aesthetic quality	procjena ocjenjivača		25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Postignuta kvaliteta	33	TOTAL QUALITY			100%	92	87	86	86	90	87	84		

- a) Kako ukupan zbir maksimalnih ocjena iznosi 100 (kolona E), tako je svaka od maksimalnih ocjena postotak udjela pojedinog ocjenjivanog elementa u ukupnoj poželjenoj kvaliteti definiranoj prema Koreshof (1984). Zbrajanjem maksimalnih ocjena, koje su dodijeljene za pojedine ocijenjene primjerke u kolonama F, G, H, I, J, K i L, dobijen je postotak ukupne postignute kvalitete prema ponderiranim ocijenjenim elementima (kolona A, redni broj 33).
- b) Pojedini ocjenjivani elementi iz kolone B, za koje je izostavljena ocjena u kolonama F, G, H, I, J, K, L, označeni su u koloni M (nakon zapažanja da je većina primjeraka manjkava za iste elemente).
- c) Uz pregled ocjenjivanih elemenata (kolone A, B, C, D, tablica 8) upotpunjeno je potpoglavlje o načinu oblikovanja japanskoga minijaturnog drveća. Ovdje je još potrebno objasniti da primjerci crnog bora, prikazani rednim brojevima 4, 5 i 6 u tablici 7, nisu ocjenjivani jer im dekorativni izraz nije kompletiran da bi mogao biti ocjenjivan.

Uz izloženi način ocjenjivanja kvalitete potrebno je uočiti još neke momente na koje upozorava i sam autor koji je definirao ukupnu poželjnu kvalitetu primjeraka bonsaija (tablica 8, kolone A do E). Koreshoff (1984) u opisu metode ocjene kvalitete navodi da se u umjetnosti bonsaija uvijek nalaze dva područja:

- A) hortikulturna perfekcija u koju spada vitalnost i zdravstveno stanje primjeraka bonsaija i efekti koje je moguće postići primjenom tehnike uzgoja (veličina lišća i slično), a koje je moguće izmjeriti ili procijeniti,
- B) umjetnička kvaliteta koja je kao i svaki drugi uspješan proizvod umjetnosti kompleksnija od praktičnog popisa komponenti koje je moguće objektivno procijeniti.

Dakle, utvrđivanje umjetničke vrijednosti primjeraka bonsaija jest moment o kojemu se može diskutirati. Uz to, u slučaju bonsaija bitan je i način umjetničkog ili dekorativnog izražavanja kako bonsai ne bi izgubio identitet proizvoda umjetnosti nastale u specifičnim uvjetima.

Tako je prilikom ocjenjivanja rekultiviranih primjeraka (tablica 7, kolona F, G, H, I, J, K i L), pri ocjeni elementa »estetska kvaliteta« (kolona B, br. 32) utvrđena pripadnost načinu postizanja dekorativnog izraza uz koji bonsai ne gubi svoj identitet.

Dob primjeraka bonsaija Koreshoff (1984) uvrštava u element koji pridodaje njihovoj izražajnosti. Istovremeno navodi da zbog teškoće pouzdanog određivanja (pogotovo ako je veća od 20 do 25 godina) te zbog njezine beznačajnosti ukoliko je ne prati i adekvatna umjetnička vrijednost, dob primjeraka nije uvrštena u tablicu ocjene vrijednosti (tablica 8).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS

Rezultati ovog istraživanja odnose se na:

- 1) uspješnost prenošenja primjeraka iz prirodnog staništa u posudu (što je rezultat tretmana primjeraka neposredno nakon prenošenja iz prirode u posudu),
- 2) zdravstveno stanje i vitalnost rekultiviranih primjeraka (na što utječu uvjeti uzgoja u posudama i provedba rekultivacije),
- 3) dobivena kvaliteta rekultiviranih primjeraka, koja je vrednovana u kulturi bonsaija (koja je posljedica oblikovanja uz apliciranje odgovarajućih tehnika u uvjetima uzgoja u posudama).

USPJEŠNOST PRENOŠENJA PRIMJERAKA IZ PRIRODNOG STANIŠTA U POSUDU THE SUCCESSFULNESS OF THE TRANSFER FROM THE NATURAL ENVIRONMENT INTO THE POT

U tablici 7 prikazani su svi primjerci koji su podvrgnuti bonsai rekultivaciji prema vrsti (kolona A) i rednom broju pojedinog primjerka u tablici (kolona B) te prema kolonama (od C do K) gdje su navedeni relevantni podaci za provedbu rekultivacije.

Prema podacima o zdravstvenom stanju i vitalnosti svih primjeraka podvrgnutih bonsai rekultivaciji (kolona J i K) vidljivo je da su uz uvjete istraživanja uspješno preneseni iz prirodnog staništa u posudu

- a) oba od primjeraka -
okruglolisnoga crnog jasena
(*Fraxinus rotundifolia* Mill.), redni broj 1. i 2. u tablici 7,
- b) četiri od osam primjeraka
austrijskoga crnog bora
(*Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid.), redni broj 3, 4, 5. i 6. u tablici 7,
- c) sva četiri od primjeraka
bijeloga graga
(*Carpinus orientalis* Mill.), redni broj 11, 12, 13. i 14. u tablici 7.

Prilikom analiziranja čimbenika koji bi mogli uvjetovati uspješnost prenošenja primjeraka iz prirodnog staništa u posudu, uz uvjete provedenog istraživanja, opažena je značajna razlika forme korijenskog busena nakon iskopavanja između skupine primjeraka koji su uspješno preneseni i skupine onih koji nisu (tablica 7, kolona F).

Forma korijenskog busena skupine primjeraka austrijskoga crnog bora, koji su uspješno preneseni iz prirodnog staništa u posudu (primjerci br. 3, 4, 5 i 6), odlikuje se nešto većom kompaktnošću uz odsutnost izrazito izdiferencirane centralne žile (srčanice).

Druga skupina primjeraka austrijskoga crnog bora, koji nisu uspješno preneseni iz prirodnog staništa u posudu (primjerci 7, 8, 9 i 10), odlikuju se slabom kompaktnošću korijenskog busena s jasno izdiferenciranom srčanicom (vidi tablicu 7, kolona H).

ZDRAVSTVENO STANJE I VITALNOST REKULTIVIRANIH PRIMJERAKA HEALTH AND VITALITY OF THE RECULTIVATED SPECI- MENS

Što se tiče zdravstvenog stanja (tablica 7, kolona J), svi uspješno preneseni primjerci iz prirodnog staništa u posudu, uz uvjete provedenog istraživanja, formirali su homogenu skupinu karakteriziranu

- a) konstantnim zdravljem bez zapaženih slučajeva bolesti,
- b) konstantnom bojom lišća (iglica) koja odgovara vrsti kojoj primjerci pripadaju

U pogledu vitalnosti (tablica 7, kolona K) svi uspješno preneseni primjerci iz prirodnog staništa u posudu, uz uvjete provedenog istraživanja, formirali su različite skupine prema stupnju postignute vitalnosti tokom prve godine rekultivacije.

- a) Skupina listača konstantno je visokog stupnja vitalnosti, koja je karakterizirana izbojnom snagom pupova uz koju je moguće ponavljati apliciranje tehnike resurekcijskog orezivanja krošnje 2 do 3 puta tokom iste sezone u slučaju primjerka okruglolisnoga crnog jasena (*Fraxinus rotundifolia* Mill.) i u slučaju primjerka bijeloga graba (*Carpinus orientalis* Mill.).

Uz opisanu izbojnu snagu ovaj stupanj vitalnosti karakteriziran je još vidljivim početkom kalusiranja ožiljaka (nastalih apliciranjem tehnike oblikovanja orezivanjem suvišnoga) nakon 2 do 3 tjedna kod primjeraka od obiju vrsta listača. Uz to debljinski prirast debela i grana kod primjeraka bijeloga graba redovito je tako intenzivan da se spirale bakrene žice počinju urezivati u koru ukoliko nisu često kontrolirane.

U ovu skupinu pripadaju svi primjerci okruglolisnoga crnog jasena navedeni u tablici 7, redni broj u tablici 1. i 2, te svi primjerci bijeloga graba, redni broj u tablici 11, 12, 13. i 14.

- b) Skupina primjeraka austrijskoga crnog bora (*Pinus nigra* ssp. *austriaca* /Hoess/ Vid.) konstantno je visokog stupnja vitalnosti, koja je karakterizirana izbojnom snagom produkcije dvaju ili više pupova u blizini većine rezova načinjenih radi resurekcijskog orezivanja krošnje.

Uz opisanu izbojnu snagu redovito je vidljiv početak kalusiranja ožiljaka koji su nastali apliciranjem tehnike oblikovanja orezivanjem suvišnoga ili apliciranja jma.

- c) Skupina primjeraka austrijskoga crnog bora tokom prve godine rekultivacije pokazuje niži stupanj vitalnosti nego skupina b). Vitalnost je karakterizirana početkom aktivnosti pupova i tjeranjem izbojaka na svim pupovima tek početkom srpnja, a sve to uz intenzitet kakav je bio karakterističan i za skupinu b). Kako je zbog niskog stupnja vitalnosti apliciranje tehnika oblikovanja odgođeno za narednu godinu, potrebno vrijeme za vidljivi početak kalusiranja nije moguće navesti.

U ovu skupinu pripadaju primjerci austrijskoga crnog bora navedeni u tablici 7, rebni broj 5. i 6.

KVALITETA DOBIVENA BONSAI REKULTIVACIJOM THE QUATITY OBTAINED BY BONSAI RECULTIVATION

Utjecaj tenike oblikovanja The influence of the formation techniques

Prilikom oblikovanja svih primjeraka primijenjeno je pet načina oblikovanja japanskoga minijaturnog drveća.

- A) Oblikovanjem orezivanjem suvišnoga omogućeno je da temeljni potencijal dekorativnog izraza, osnovna forma svakoga pojedinog, bude izoliran od svih nepoželjnih utjecaja (prisutnosti dijelova minijaturnog stabalca uz koje je temeljni potencijal narušen).
- B) Oblikovanjem bakrenom žicom upotpunjen je dekorativni izraz svakoga rekultiviranoga primjerka, i to oblikovanjem forme debla i grana i oblikovanjem kuta insercije grana. Utjecaj te tehnike rezultirao je:
 - a) oblikovanjem osnovne forme krošnje (od drugih primijenjenih tehnika oblikovanja ovdje ima udio još tehnika resurekcijskog orezivanja krošnje),
 - b) oblikovanjem strukture krošnje u pogledu rasporeda grana u krošnji (dakle i rasporeda zelene mase) i u pogledu kuta insercije grana.
- C) Resurekcijskim orezivanjem krošnje upotpunjen je dekorativni izraz svakog primjerka, i to:

- a) oblikovanjem osnovne forme krošnje samim orezivanjem dijelova grana (analogno orezivanju suvišnoga),
- b) formiranjem strukture krošnje zbog produkcije zelene mase na samom mjestu orezivanja ili u njegovoj blizini (duž grane na kojoj je orezivanje provedeno).

Kod primjeraka austrijskoga crnog bora 3 do 4 tjedna nakon resurekcijskog orezivanja, provedenoga u kolovozu tokom prve godine rekultivacije, na mjestima reza ili nedaleko od njih formirali su se pupovi (dva ili više pupova po jednom rezu) veličine glavice šibice.

Zapaženo je da se većina pupova formirala u pazušcima parova iglica, neposredno uz rez, a na drvetu u dobi 1 - 2 godine. Manji broj pupova formirao se također u pazušcima iglica ili na vidljivim pršljenima rezgranjenja, a na drvetu u dobi 3-4 godine. Neznatan broj pupova (po jedan na jednom mjestu) pojavio se na pršljenima razgranjenja na drvetu u dobi 5 - 7 godina.

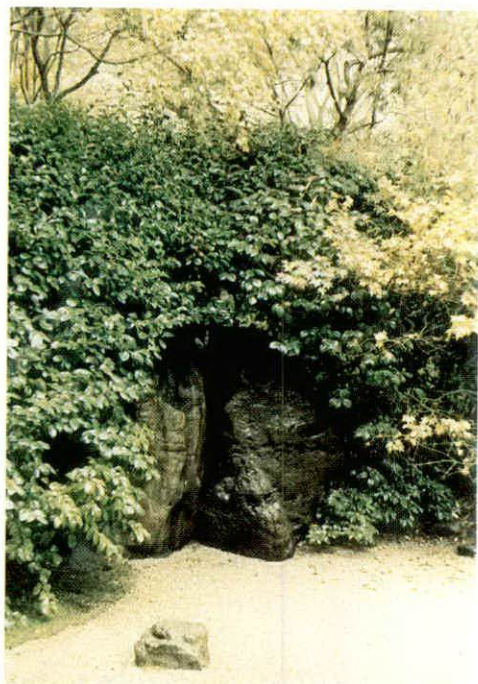
Resurekcijskim orezivanjem provedenim tokom druge godine rekultivacije dobiveni su isti rezultati, naravno uz progresiju broja pojavljivanja novih pupova jer je i orezano više izbojaka nego prve godine.

Resurekcijskim orezivanjem primjeraka listača tokom prve godine bonsai rekultivacije osigurano je sljedeće:

Provođenem orezivanja početkom svibnja, do 4 tjedna nakon orezivanja, iz spavaćih pupova najbližim rezu razvili su se izbojci s dva ili više internodija.

Spavajući pupovi kod orezivanih izbojaka od iste godine razvijali su se u pazušcima listova, a kod orezivih jednogodišnjih i višegodišnjih izbojaka spavajući pupovi razvijali su se neposredno uz ožiljke od lisnih stapki.

Uz izbojnu snagu primjeraka listača cijela tehnika mogla je biti aplicirana 2



Sl. 1 i 2 – Japanski čajni vrt,
Golden Gate Park, San Francisco,
Foto: Vrgoč P., 1987.
Figure 1 and 2 – Japanese Tea
Garden, Golden Gate Park, San
Francisco, Photographed by
Vrgoč '87





Sl. 3 – Višebojni drvorez, nepoznati autor, Japan 17–19. stoljeće
Figure 3 – Polichrome Woodcat Print, unknown Author, Japan 17th to 19th century



Sl. 5 – Primjerak crnoga jasena (*Fraxinus rotundifolia* Mill.) prikazanog na Sl. 4 u trećoj godini rekultivacije; visina 65 cm, starost oko 30 god., Foto: Vrgoč P., 1992.
Figure 5 – Specimen shown on Figure 4 in the third year of cultivation, roundleaved black ash (*Fraxinus rotundifolia* Mill.), Height 26 in, estimated age 30 yares, Photographed by Vrgoč 1992



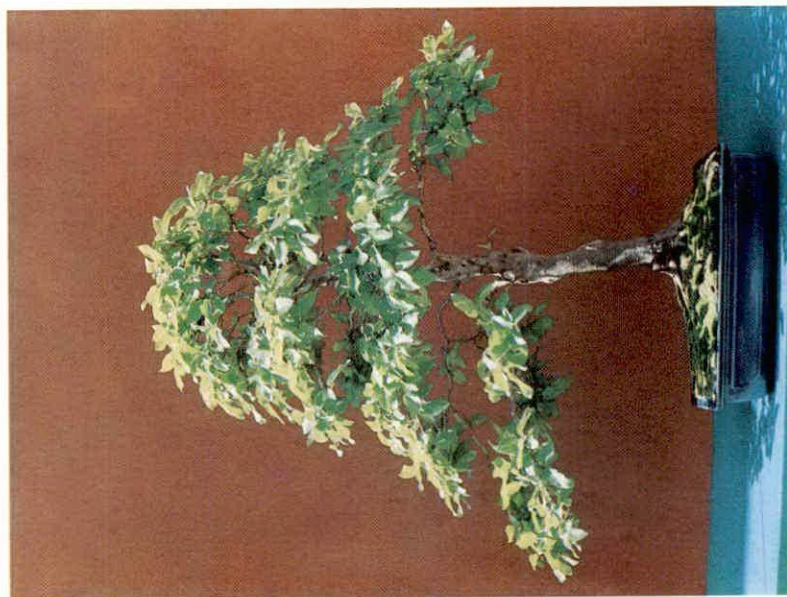
Sl. 6 – Primjerak austrijskog crnoga bora (*Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid.), tokom treće godine rekultivacije: visina 60 cm; star oko 25 god., Foto: Vrgoč P., 1992.

Figure 6 – Specimen of Austrian black pine (*Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid), in the third year of cultivation, height 24 in, estimated age 25 years, Photographed by Vrgoč 1992

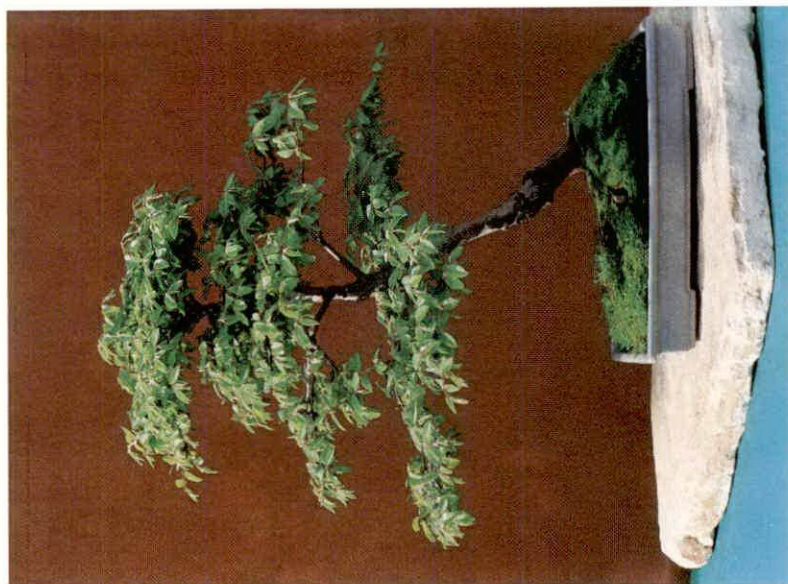


Sl. 7 – *Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid.; visina 10 cm; star oko 10 god; Foto: Vrgoč P., 1992.

Figure 7 – *Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid., height 4 in, estimated age 10 years, Photographed by Vrgoč 1992



Sl. 8 – Primjerak bijeloga graba (*Carpinus orientalis* Mill.) u trećoj godini rekultivacije; visina 60 cm; starost oko 25 god., Foto: Vrgoč P., 1992.
Figure 8 – Specimen of hornbeam (*Carpinus orientalis* Mill.) in the third year of cultivation, height 24 in, estimated age 25 years, Photographed by Vrgoč 1992



Sl. 9 – *Carpinus orientalis* Mill., visina 50 cm, star oko 20 god., Foto: Vrgoč P., 1992.
Figure 9 – *Carpinus orientalis* Mill., height 20 in, estimated age 20 years, Photographed by Vrgoč 1992

do 3 puta do polovine kolovoza (iste godine).

Resurekcijskim orezivanjem provedenim tokom druge godine bonsai rekultivacije dobiveni su isti rezultati uz progresiju broja izbojaka (jer je i orezivano više izbojaka tokom druge godine rekultivacije).

- c) Veličina lišća (iglica) tokom druge godine rekultivacije na izbojcima nastalim zbog resurekcijskog orezivanja neznatno je manja u odnosu na veličinu lišća (iglica) kakva je bila prethodne godine.
- D) Resurekcijskim orezivanjem korijena kod svih rekultiviranih primjeraka osigurana je:
 - a) produkcija sitnih vlaknastih žilica, promjera do 1 mm, i to u zoni korijenskog busena neposredno uz samu bazu debla.
 - b) Uz produkciju žilica omogućeno je smanjenje volumena korijenskog busena za 1/3 vanjskog dijela pri narednom resurekcijom orezivanju. To opet omogućava upotpunjavanje dekorativnog izraza svakoga pojedinog primjerka izborom odgovarajuće, pliće, nove posude.
- E) Oblikovanje detalja omogućilo je:
 - a) isticanje profila grana kod svih rekultiviranih primjeraka uklanjanjem iglica usmjerenih prema dole kod primjeraka austrijskoga crnog bora i uklanjanjem svih pupova i listova koji su bili umjereni prema dole kod primjeraka listača. Detalj *jin* kod primjerka c. bora uspješno je izveden u pogledu tehnike apliciranja toga detalja.
 - b) Detalji *jin* u slučaju primjerka austrijskog crnog bora adekvatno su upotpunili dekorativni izraz primjerka u povezivanju visoko smještene krošnje s deblom i u pogledu prisutnosti onih elemenata koje očekujemo na tako »starom« primjerku (dakle, time je upotpunjena komponenta »prirodnost«).
 - c) Uspješno presađivanje jastučića mahovine na površini tla u posudama svih primjeraka te zastiranje dijela površine tla u posudi pridonijelo je sprečavanju erozije tla iz posude i čuvanju vlažnosti tla u posudi (analogno malčiranju). Što se tiče upotpunjenosti dekorativnog izraza zelena boja mahovine analogno zelenoj boji pokrivača tla u prirodi upotpunjuje opet komponentu »prirodnost«.
Veličina granula, odnosno tekstura cijele površine prekrivene granulama uz sličnost s teksturom jastučića mahovine) povezuje opet dio tla prekriven mahovinom s dijelom prekrivenim granulama. S druge strane ista boja posude i granula povezuje posudu i sadržaj u posudi čineći homogenu vizualnu cjelinu kompletnog prizora.

Kvaliteta primjeraka bonsaija (cjelokupni učinak rekultivacije primjeraka) The quality of bonsai specimens

U tablici 8 u kolonama F, G, H, I, J, K i L kod ocjenjivanih primjeraka utvrđena je prisutnost ponderiranih elemenata (kolone A, B, C, D i E).

Ti su elementi prema *Koreshoff* (1984) zapravo pojedina obilježja kvalitete kojom je karakteriziran bonsai (primjerci bonsaija). Maksimalne ocjene (kolona E) su vrijednost udjela svakog pojedinog obilježja u ukupnoj poželjnoj kvaliteti.

U tablici 8 (u kolonama F, G, H, I, J, K i L) ocijenjeno je 7 od 10 primjeraka koji su uspješno preneseni iz prirodnoga staništa u posudu.

Tri primjerka austrijskoga crnog bora (tablica 7, primjerci 4, 5. i 6.) nisu ocjenjivani jer njihov dekorativni izraz nije kompletiran da bi bio ocjenjivan. Kao što se vidi u tablici 7 (kolona 1), primjerci 5. i 6. nisu podvrgnuti tehnici oblikovanja.

Provedenim ocjenjivnjem utvrđeno je sljedeće:

- A) da je cjelokupna poželjna kvaliteta, prema ponderiranim obilježjima, sadržana u svakom od ocijenjenih primjeraka od 84 do 92%,
- B) da su manjkavosti ocjenjivanih primjeraka, odnosno neizraženost pojedinih elemenata (koji su sadržani u ukupnoj poželjnoj kvaliteti) kod pojedinih ocjenjivanih primjeraka vezani za 12 ocjenjivanih elemenata. Tih 12 elemenata označeno je u tablici 8 (kolona M),
- C) da je uz kvalitetu primjeraka bonsaija koja je definirana pod A dobiven i posve originalan dekorativni izraz svih rekultiviranih primjeraka.

Originalni dekorativni izraz dolazi uz originalnu dekorativnost morfoloških karakteristika vrsta kojima pripadaju rekultivirani primjerci (vrste od kojih su primjerci rekultivirani nisu se prije nalazile u kulturi bonsaija).

Originalna dekorativnost morfoloških karakteristika korištenih vrsta odnosi se uglavnom na:

- a) koru (boju i reljef),
- b) lišće ili iglice (oblik, boju i veličinu),
- c) cjelokupni vizualni dojam (koji dolazi od karakterističnoga habitusa pojedinih vrsta uz efekt korištenih tehnika oblikovanja (vidi sl. 10. gdje su prikazane, prema Adamsu /1981/, 3 vrste borova iste forme, ali različitih dekorativnih izraza).

DISKUSIJA DISCUSSION

TEMELJNA NAČELA BONSAI REKULTIVACIJE PRIMJERAKA PRIKUPLJENIH IZ PRIRODE BASIC PRINCIPLES OF BONSAI RECULTIVATION OF THE SPECIMENS TAKEN FROM NATURAL ENVIRONMENT

Ako se poveže izloženo uočljivo je temeljno načelo bonsai rekultivacije, koje je moguće definirati ovim bitnim karakteristikama:

- A) uočiti potencijalnu vrijednost dekorativnog izarza primjeraka drvenastih vrsta u prirodi, koja bi (potencijalna vrijednost izraza) mogla biti inspiracija da se rekultivacijom postigne dekorativni izraz (vrednovan u kulturi bonsaija),
- B) prenijeti odabrane primjerke iz prirodnog staništa u posudu,
- C) uz relativno kratak period rekultivacije postići planirani dekorativni izraz (što je kraći period rekultivacije poslije kojega su vidljivi atraktivni rezultati, to je osnovno obilježje ovog tipa rekultivacije primjeraka prikupljenih iz prirode više izraženo).

Potrebno je još naglasiti da je takvu rekultivaciju moguće provesti jedino ukoliko primjerke odabiremo iz prirodnih staništa na kojima djeluju takvi prirodni uvjeti zbog kojih je već postignut određeni stupanj minijaturizacije primjeraka.

Uvjeti koji su bili izraženi u prirodnim staništima s kojih su prikupljeni primjerci prikazani u ovom radu jesu:

- a) ispaša stoke (osobito ovaca) i srneće divljači,
- b) izloženost buri,
- c) učestala razdoblja suše (osobito tokom druge polovine ljeta),
- d) uvjeti vlažnosti tla koji su omogućili plitko zakorjenjivanje,
- e) uz uvjete staništa svakako dolazi i uvjet široke ekološke valence vrsta od kojih su primjerci odabrani (bez tog uvjeta ne bi bilo moguće iskoristiti prirodni resurs pogodnih primjeraka niti bi bilo moguće provesti samu bonsai rekultivaciju).

Stupanj minijaturizacije koji je bio već postignut prije prikupljanja primjeraka zbog djelovanja najbrojenih uvjeta odlikovao se:

- a) minijaturnom veličinom primjeraka,
- b) relativno starim i debelim deblom (što je bitno obilježje dekorativnog izraza),
- c) mnoštvom grana, ogranaka i pupova,
- d) plitkom zakorijenjenošću primjeraka i kompaktnom formom korijenskog busena (koji je bilo moguće iskopavanjem prenijeti u posudu).

Kad je riječ o rekultivaciji primjeraka prikupljenih iz prirode, ovdje je potrebno osobito istaknuti iskorištavanje potencijalne vrijednosti stanovitog stupnja minijaturizacije primjeraka koji je postignut u prirodnom staništu zbog prirodnih uvjeta. Chan (1988) uz tu mogućnost iznosi i obrazlaže tehniku bonsai rekultivacije primjeraka prikupljenih iz prirode koji su sasvim normalno razvijeni. Dakle, ovdje kultivator ne planira dekorativni izraz uz efekte spomenute prirodne minijaturizacije, nego samo uz efekte oblika baze debla i dijela debla (koji se u tom drugom slučaju i prikupljaju iz prirode od onih vrsta koje lako tjeraju iz panja).

Chan (1988) i Koreshoff (1984) ističu osobito kvalitete visoke vrijednosti primjeraka bonsaija koji su proizvedeni rekultivacijom primjeraka prikupljenih iz prirode, uz efekte minijaturizacije nastale u prirodi, a koje (kvalitete) je teško postići drugim načinima kultivacije bonsaija.

KVALITETA PROIZVEDENIH PRIMJERAKA BONSAIJA THE QUALITY OF CULTIVATED BONSAI SPECIMENS

Pri ocjenjivanju kvalitete proizvedenih primjeraka bonsaija (tablica 8) uočene su zanimljive povezanosti dobivenih rezultata, koje se odnose na manjkavosti postignute kvalitete (tablica 8, kolona M).

- a) Za ocjenjivani element br. 4 (tablica 8, kolona B) često je izostavljena ocjena zbog nedostataka stabla koji se odnose na ožiljke (nastale pri uklanjanju suvišnih grana).
- b) Ocjena je izostavljena i za ocjenjivane elemente 6, 8 i 9 koji se odnose na raspored grana i ocjenjivane elemente 7, 14 i 15, a koji se odnose na

ravijenost grana.

Promatrajući fotografije, možemo uočiti da svi ocijenjeni primjerci (tablica 8, kolone F, G, H, I, J, K i L) posjeduju takav raspored mnoštva grana da bi se uklanjanjem suvišnih mogao postići poželjni raspored grana (u skupinama od po tri). Također možemo uočiti da bi takvim uklanjanjem suvišnih grana krošnje ocjenjivanih primjeraka mogle biti jako siromašne zelenim materijalom (lišćem), odnosno još nepovoljnije bi djelovali nedostaci razvijenosti grana (slaba razgranjenost).

Uz upravo objašnjeno može se zaključiti da su nedostaci elemenata (, 8, 9 i 7, 14, 15 (tablica 8), u slučaju ovdje ocjenjivanje primjeraka, međusobno povezani.

- c) Nedostatak atraktivnih žila kod nekih primjeraka (tablica 8, element br. 20) ustvari su slučajevi gdje se ne vide jer površinski sloj supstrata nije uklonjen (zbog rizika da korijenski busen bude previše reduciran).
- d) Često izostavljene ocjena (tablica 8, kolona M) odnosi se još na elemente 24, 25, 27 i 30, koji se odnose na uređenost površine tla, čistoću i veličinu posude. Većina primjeraka je još uvijek u privremenim posudama, koje nisu ni adekvatne veličine niti u potpunosti odgovaraju dekorativnim izrazima pojedinih minijatura. Tako su uređivanje površine tla, kao i čistoća posuda u nekim slučajevima potpuno zanemareni.

Po točkama (a, b, c, d) izneseni su svi nedostaci kvalitete ocijenjenih primjeraka (tablica 8, kolona M), koji su prisutni zbog relativno kratkog vremena provođenja rekultivacije (ožiljci na stablu nisu dospjeli u potpunosti kalusirati, grane nisu dovoljno razvijene /razgranjene/, površinskih žila nema jer busen nije u formi kompaktne bale, neki od primjeraka su još u privremenim prostranim posudama). I uz takve nedostatke provedenim ocjenjivanjem (tablica 8) zabilježeno je do 92% od ukupne poželjne kvalitete, koja je prema K o r e s h o f f (1984) vrednovana u kulturi bonsajja. Uz to se može istaknuti sljedeće:

- A) Potencijalna vrijednost primjeraka prikupljenih iz prirode, i to u našem podneblju.
- B) Smjer daljnje kultivacije ocjenjivanih primjeraka (adekvatna prihrana da bi ožiljci na deblu što prije kalusirali te da bi se uz resurekcijsko orezivanje krošnje i korijena postigla potrebna razvijenost grana i kompaktnost korijenskog busena).

USPOREDBE REZULTATA ISTRAŽIVANJA S REZULTATIMA DRUGIH AUTORA COMPARING OF OUR RESEARCH RESULTS WITH THE ONES OF OTHER AUTHORS

Već su istaknuta dva osnovna obilježja rekultivacije primjeraka prikupljenih iz prirode (rekultivacija uz korištenje efekta minijaturizacije koji je dobiven u prirodi prije prikupljanja primjeraka i rekultivacija normalno razvijenih primjeraka).

A d a m s (1981) tokom 60-ih i 70-ih godina rekultivira primjerke običnoga bora (*Pinus sylvestris* L.) uz korištenje efekta minijaturizacije koji su postignuti u prirodi prije prikupljanja primjeraka, što je obilježje i bonsai rekultivacije prikazane u ovom

radu. Primjenom osnovnih principa bonsai rekultivacije, koje iznosi Adams (1981) za rekultivaciju primjeraka običnoga bora, dobiveni su isti rezultati rekultivacije primjeraka austrijskoga crnog bora (*P. nigra* ssp. *austriaca* /Hoess/ Vid.) u pogledu zdravstvenog stanja i vitalnosti primjeraka te u pogledu rezultata resurekcijskog orezivanja krošnje. Slični rezultati postignuti su i kada je riječ o apstraktnim kvalitetama kao što je dekorativni izraz.

Chan (1988) izlaže tehnologiju obaju tipova rekultivacije primjeraka prikupljenih iz prirode. Uz korištenje efekta minijaturizacije dobivenoga prije prikupljanja primjeraka Chan (1988) ilustracijama prikazuje rekultivirane primjerke japanskog ariša (*Larix leptolepis* Sieb. et Zucc.) i obične borovice (*Juniperus communis* L.). Rekultivirajući normalno ravijene primjerke, Chan ilustracijama prikazuje rekultivirane primjerke običnoga graba (*Carpinus betulus* L.), obične tise (*Taxus baccata* L.), javora (*Acer buergerianum* Miq. i *A. palmatum* Thunb.) i još nekih drugih vrsta.

Koreshoff (1984) ilustracijama prikazuje dvadeset i pet primjeraka bonsajia koji su proizvedeni rekultivacijom primjeraka koji su prije početka rekultivacije uzgojeni u otvorenom tlu 7 do 25 godina, a kultivirani su tokom 6-24 godine.

Koreshoff (1984) prikazuje ilustracijama primjerke sljedećih vrsta: *Cedrus atlantica* Endl., *C. atlantica* 'Glauca', *Crategus phaenopyrum* (L. f.) Medik., *Fagus sylvatica* L., *Juniperus chinensis* 'Aurea', *Juniperus procumbens* Endl., *Picea glauca* 'Conica', *Pinus thunbergii* Parl., *Zelkova serrata* (Thunb.) Mak., *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet.

Tehnika bonsai kultivacije ili rekultivacije primjeraka različitih vrsta u osnovi je ista za primjerke svih vrsta spomenutih u ovom radu, a razlikuje se u nekim detaljima. Ti su detalji određeni svojstvima vrsta od kojih su prikupljeni primjerci za kultivaciju (na primjer, cvijeta li određena vrsta iz jednogodišnjih ili višegodišnjih izbojaka, tjera li pupove iz starog drva, posjeduje li visoku godišnju produkciju vlaknatih žilica da bi resurekcijsko orezivanje korijena trebalo provesti svake godine i slično).

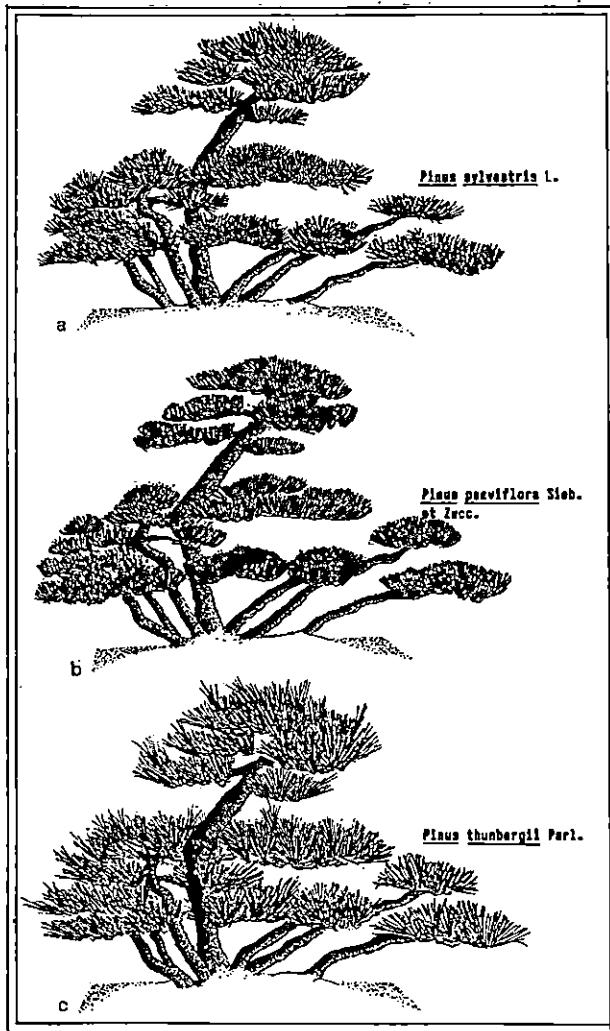
Uz neznatnu razliku same tehnike bonsai rekultivacije, a paralelno s provedenjem rekultivacije primjeraka okruglolisnoga crnog jasena, austrijskoga crnog bora i bijeloga graba, rekultivirani su i primjerci ovih alohtonih vrsta: *Berberis thunbergii* 'Atropurpureum', *Forsythia suspensa* Thunb. i *Picea glauca* 'Conica'.

U poglavlju o rezultatima istaknuto je obilježje dekorativnog izraza rekultiviranih primjeraka, koje dolazi uz originalnu dekorativnost morfoloških karakteristika korištenih vrsta. Osobito je zanimljivo vidjeti što o tome kažu drugi autori.

Adams (1981) razmatra razlike u ukupnom dojmu dekorativnog izraza, koje mogu nastati zbog morfoloških karakteristika različitih vrsta. Na sl. 10 prikazana su tri primjerka potpuno iste forme, no različitoga dekorativnog izraza (crteži a, b. i c. priređeni su prema Adamsovim /1981/). Različitošću dekorativnog izraza dolazi upravo uz različitu dekorativnost morfoloških karakteristika tih triju vrsta borova, i to različite morfologije iglica i habitusa (uz efekte korištenih tehnika oblikovanja). Na crtežima nisu prikazane druge različitosti izraza koje bi mogli biti prisutne uz različit reljef i boju kore, boju iglica i slično.

Drugu autori, Chan (1988) i Koreshoff (1984), također navode slične mogućnosti korištenja dekorativnosti morfoloških karakteristika nekih vrsta, samo to ne izlažu ilustracijama poput Adamsa (1981).

Rezimirajući izneseno o usporedbi rezultata istraživanja s rezultatima drugih autora može se istaknuti sljedeće:



Sl. 10 – Učešće morfoloških karakteristika vrsta u dekorativnom izrazu minijaturnog drveća (prema Adamsu /1981/)
Figure 10 – Morphological characteristics of species in decorative expression of bonsai (Adams, 1981)

- Različiti autori kultiviraju primjerke onih vrsta koje mogu prikupiti u prirodi ili u parkovima područja u kojem oni djeluju.
- Na osnovi ilustracija kojima Adams (1981) i Chan (1988) prikazuju primjerke prikupljene iz prirode, prije početka rekultivacije, može se zaključiti da su gotovo svi, u ovom radu prikazani primjerci posjedovali mnogo veće potencijalne vrijednosti estetske kvalitete.
- Iz navedenoga pod b) izlazi da je uz pogodnosti lokaliteta na kojemu su primjerci za ovo istraživanje prikupljeni moguće postići kvalitetne rezultate uz mnogo kraće vrijeme nego što je to u literaturi o bonsai kultivaciji prikazano.

DOPRINOS OVOG ISTRAŽIVANJA THE CONTRIBUTION OF THIS RESEARCH

U potpoglavlju 'Bonsai u zapadnom svijetu' navedeno je, prema Lesniewicz (1989), da u Europi djeluje 97 organiziranih centara u kojima se primjerci bonsaija mogu vidjeti, kupiti ili prodati. Od tih 97 centara 16 su veći bonsai klubovi ili centri. Dakle, već je utemeljena određena europska kultura bonsaija (ili čak baština).

U potpoglavlju 'Vrste drveća i grmlja u kulturi bonsaija' navedeni su dosta opsežni izvori uz koje je zaključeno da vrste drveća od kojih su rekultivirani primjerci tokom, u ovom radu prikazane bonsai rekultivacije nisu bile prisutne u kulturi bonsaija.

- A) Uz navedeno možemo zaključiti da su praktične posljedice rezultata:
- Rekultivacijom primjeraka okruglolisnoga crnog jasena, austrijskoga crnog bora i bijeloga graba obogaćen je fond vrsta u europskoj kulturi bonsaija, i to vrstama koje su karakteristične za naše podneblje.
 - Provođenjem bonsai rekultivacije utvrđeno je da i ove tri vrste mogu biti podvrgnute bonsai rekultivaciji, uz uvjete ovog istraživanja. Time je te otvorena mogućnost proizvodnje novih primjeraka od tih vrsta prikazanom tehnologijom.
- B) O drugim posljedicama rezultata u okviru spekulacija svakako je potrebno istaknuti sljedeće:
- Prema katalogu Bonsai centra iz Heidelberga od 1990. godine cijene primjeraka bonsaija, znatno slabijih po kvaliteti (prema tablici 8) od primjeraka kao što su primjerci sa sl. 5, 6, 7, 8 i 9, kreću se oko 1000 DM.
- Neki od naših mediteranskih, submediteranskih i planinskih područja su obilni resursi veoma pogodnih primjeraka za kratku i efektanu bonsai rekultivaciju. Stoga možemo zaključiti:
- U nekim našim područjima mogli bi se osnovati rasadnici koji bi u relativno kratkom vremenu postigli nimalo zanemariv prihod iznoseći na europsko tržište veoma kvalitetne primjerke bonsaija.
 - Uz to u našim krajevima mogla bi biti razvijena autohtona baština uz autentičnost podneblja koju već posjedujemo (što bi svakako moglo imati značenja u kulturi bonsaija).

ZAKLJUČAK - CONCLUSION

Uz provedenu dvogodišnju bonsai rekultivaciju primjeraka prikupljenih iz prirode od vrsta

- okruglolisni crni jasen
(*Fraxinus rotundifolia* Mill.),
- austrijski crni bor
(*Pinus nigra* ssp. *austriaca* /Hoess/ Vid.) i
- bijeli grab
(*Carpinus orientalis* Mill.)

proizvedeni su primjerci bonsaija.

Dekoratívni izraz primjeraka karakteriziran je:

- a) Obilježjem proizvoda dekorativnih umjetnosti Japana uz koje bonsai zadržava svoj identitet (odnosno razlikuje se od drugih lončanica). To je ostvareno uz temeljna obilježja dizajna primjeraka bonsaija prema Koreshoff (1984) i praktičan koncept koji se sastoji iz 7 komponenti estetske kvalitete, koji je karakterističan za proizvode umjetnosti zena (prema Chan u /1988/).
- b) Posve originalnom dekorativnošću izraza koja dolazi od originalne dekorativnosti morfoloških karakteristika tih vrsta, koje nisu ranije bile prisutne u kulturi bonsaija.

Osnovno značenje postignutih rezultata odnosi se na mogućnost obogaćenja fonda vrsta drveća i grmlja u okviru vrsta prisutnih u kulturi bonsaija te na ostvarenje mogućnosti proizvodnje primjeraka bonsaija ovdje prikazanom tehnologijom bonsai rekultivacije.

Uz to je naglašena mogućnost posjedovanja autentične baštine u kulturi bonsaija s obzirom na autentičnost našega podneblja i vegetacije koju već posjedujemo.

LITERATURA - LITERATURE

- Adams, P., 1981: The art of bonsai. Ward Look, London, 175 p.
- Anić, K., 1946: Dendrologija. Šumarski priručnik I, Zagreb. 475-582.
- Baker, J., 1984: Japanese Art. Thames and Hudson, London, 216 p.
- Chan, P., 1988: Bonsai Masterclass. Sterling Publishing Co., New York. 160 p.
- Daute, H., 1989: Bonsai. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, 121 p.
- Deutsch, E., 1975: Vrt i kontemplacija (prijevod Ivane Đorđević dijelova knjige) u: Pajin, D., ed., 1989: Zen danas. Dječje novine, Gornji Milanovac. 108-112.
- Devidé, V., 1978: Japan. Centar za informacije i Publicitet, Zagreb 222 p.
- Devidé, Z., 1983: Hormoni, biljni. Šumarska enciklopedija, tom 2, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 63-64.
- Elsner, W., 1985: Bonsai-Mini aturbaume im Gefäss. Leipzig. 105 p.
- Hull, F., 1964: Bonsai for Americans. Dumbleday and Co., Garden City (NY), 81 p.
- Kastaneda, K., 1988: Put u Ištlan. BIGZ, Beograd, 340 p.
- Katalog-Bonsai Centrum Heidelberg. 1990. god. (izdavač; Bonsai Centrum Heidelberg, Mannheimer Strasse 401, 6900 Heidelberg), 47 p.
- Koreshoff, D., 1984: Bonsai Its Art, Science History and Philosodhy. Bolarong Publications, Prsbane, 245 p.
- Lesniewicz P., 1989: Bonsai. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, 206 p.
- Musaši, M., 1985: Knjiga pet prstenova. Grafos, Beograd, 93 p.
- Nicol, H., 1940, Plant-Growth Substance. Leonard Hill Limited, London, 148 p.
- Okukara, K., 1989: Knjiga o čaju. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, 190 p.
- Payne, P., 1981: Martial Arts-The spiritual dimension. Thames and Hudson, London, 96 p.
- Rauš, Đ., 1976: Šumarska fitocenologija. Šumarski fakultet, skripta, Zagreb, 291 p.
- Richie, D., & M. Weatherby, 1966: The Masters Book of Ikebana. Bijutsu Shuppan-sha, Tokyo, 271 p.
- Suzuki, D. T., 1985: Mačevanje. Kulture Istoka 32-33, Beograd (prema knjizi: Suzuki D. T. and E. From, 1980: Zen budizam i psihoanaliza, Beograd)
- Tsunetomo, Y., 1979: Hagakure. Kodansha International, San Francisko, 180.
- Vidaković, M., 1982: Četinjače - morfologija i varijabilnost. Sveučilišna naklada Liber i JAZU, Zagreb, 710 p.
- Vrgoč, P., 1991: Bonsai i mogućnost korišćenja biljaka iz prirode. Šumarski list 1-2: 63-72, Zagreb.
- Watts, A., 1957: The Way of Zen. Pantheon Books, New York (prijevod Branislava Miškovića, u: Kalajić, D. ed., 1982: Put zena. Književne novine, Beograd, 181 p).
- Zander, R., 1980: Handwörterbuchder Pflanzennamen. Eugen Umber, Gmbh and Co., Studgart, 844 p.

PETAR VRGOČ

Original scientific paper

Fraxinus rotundifolia Mill., *Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid. AND *Carpinus orientalis* Mill. IN BONSAI CULTURE

Summary

The possibility of synthesis of the natural beauty of the Mediterranean vegetation with the idea of Japanese miniature trees has been an irresistible challenge previous to this work.

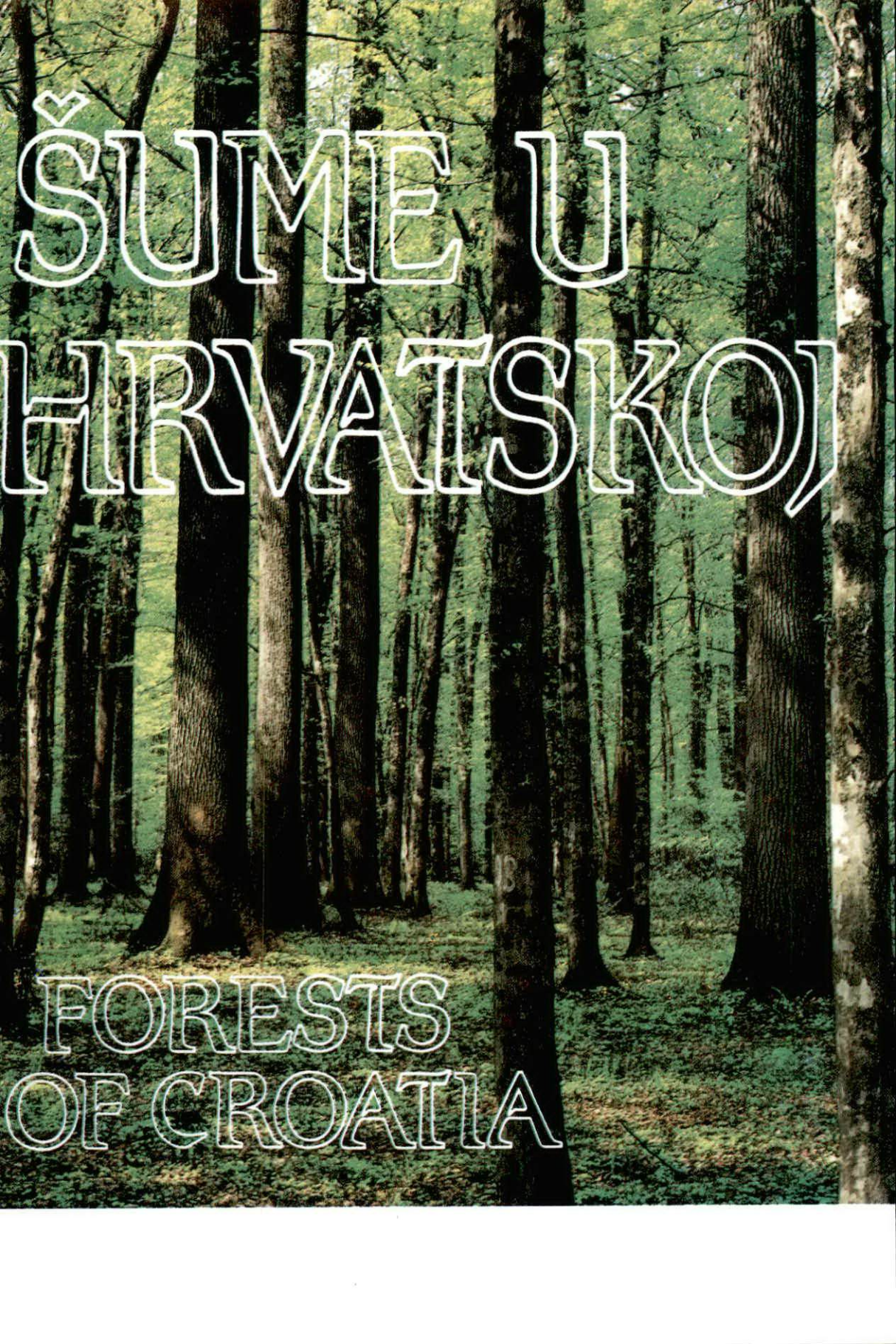
The goal of this research is bonsai cultivation of trees collected from nature of:

- 1) roundleaved black ash (*Fraxinus rotundifolia* Mill.),
- 2) Austrian black pine (*Pinus nigra* ssp. *austriaca* /Hoess/ Vid.) and
- 3) hornbeam (*Carpinus orientalis* Mill.).

The main points which characterize produced bonsai trees are:

- a) Identity of bonsai which can be recognized as Zen-related art work;
- b) Original decorative expression of cultivated trees. The decorativeness of morphological characteristics of tree species earlier not present in bonsai culture;
- c) Method of cultivation (of trees collected form natural environment) which can give excellent results in a short period of time.

Author's address:
Petar Vrgoč
P&B Bonsai Collection
51 511 Malinska
Croatia



ŠUME U
HRVATSKOJ

FORESTS
OF CROATIA

ĐURO RAUŠ

PROMOCIJA I ODJEK U TISKU MONOGRAFIJE »ŠUME U HRVATSKOJ«

THE MONOGRAPH »THE FORESTS OF CROATIA« ITS PROMOTION AND THE ECHO IN THE PRESS

Prispjelo: 14. III. 1994.

Prihvaćeno: 18. IV. 1994.

U radu se prikazuje promocija monografije »ŠUME U HRVATSKOJ«, održane 12. veljače 1993. u hotelu Interkontinental u Zagrebu. Prikazani su svi govori i referati i u cijelosti s naznakom autora.

Također su obrađeni svi prikazi monografije u tisku kao odjek na njezin sadržaj, izgled i opremu.

Na kraju se daje komentar na cjelokupan pregled o monografiji »ŠUME U HRVATSKOJ«.

Ključne riječi: monografija, šume, promocija, govori, odjek u tisku

UVOD – INTRODUCTION

Na predstavljanju su 12. veljače 1993. govorili:

Dipl. inž. JOSIP DUNDOVIĆ, direktor »Hrvatskih šuma«,

Gospodin STJEPAN MESIĆ, predsjednik Sabora Republike Hrvatske,

Dr. IVAN MAJDAK, ministar poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede
Republike Hrvatske,

Dipl. inž. IVAN TARNAJ, zastupnik u Saboru Republike Hrvatske,

Dr. ĐURO RAUŠ, glavni urednik monografije,

Akademik DUŠAN KLEPAC o monografiji kao znanstvenom i stručnom
djelu,

Akademik MATKO PEIĆ o šumi u hrvatskoj umjetnosti.

Josip Dundović, dipl. inž.,
direktor JP »Hrvatske šume«

OTVARA SKUP PROMOCIJE RIJEČIMA INTRODUCTORY WORD

Štovani gospodine predsjedniče Hrvatskog sabora, dame i gospodo!
Čast mi je pozdraviti u ime izdavača Šumarskog fakulteta u Zagrebu i Javnog poduzeća »Hrvatske šume« ugledne goste i uzvanike ovog skupa, a u povodu svečanog predstavljanja monografije »Šume u Hrvatskoj«.

Također mi je zadovoljstvo otvoriti u ime izdavača ovaj skup na kojem će se predstaviti monografija »Šume u Hrvatskoj«, prvo djelo koje cjelovito obrađuje šume kao najvrednije prirodno dobro Hrvatske.

Ova monografija izišla je iz tiska u 1992. godini, godini međunarodnog priznanja Republike Hrvatske, kao samostalne neovisne suverene države, a predstavlja se javnosti u godini značajnog jubileja našega glavnog grada, 750. obljetnice proglašenja Zagreba slobodnim kraljevskim gradom.

Posebna zahvala autorima monografije i svima ostalima koji su svojim marljivim radom pridonijeli, u ovim za Hrvatsku teškim vremenima, da naša monografija, vrijedna znanstvena i stručna knjiga, ugleda svjetlost dana i bude tiskana.

Predlažem radno predsjedništvo u sastavu: prof. dr. Slavko Matić, prof. dr. Mladen Figurić, dr. Joso Gračan, inž. Ivan Mrzljak i inž. Slavko Horvatinović.

U ime radnog predsjedništva, koje je vodilo skup, goste i uzvanike je pozdravio prof. dr. Slavko Matić, prodekan Šumarskog fakulteta u Zagrebu, među kojima su bili predsjednik Sabora Hrvatske Stjepan Mesić, dr. Ivan Majdak, ministar poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, prof. dr. Marijan Šunjić, rektor Hrvatskog sveučilišta, akademik Ivan Supek, predsjednik Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Stjepan Sulimanić, predsjednik Saborske komisije za poljodjelstvo, Josip Boljkovac, general-bojnik Josip Ignaci drugi uzvanici.

Stjepan Mesić, predsjednik Sabora Republike Hrvatske

Štovano predsjedništvo!
Dame i gospodo!

Čast mi je pozdraviti ugledne akademike, znanstvenike, šumarske stručnjake, privrednike, kao i sve ostale goste, sudionike današnjeg skupa.

Odazvali smo se na poziv domaćina, Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Javnog poduzeća »Hrvatske šume« radi svečanog predstavljanja posebno vrijedne i lijepe monografije »Šume u Hrvatskoj«. Ova monografija prvo je djelo u povijesti hrvatskog naroda koje sveobuhvatno obrađuje njegove šume. Posebno značenje ova naša monografija ima i zbog toga što je tiskana 1992. godine, kada je gotovo cijeli svijet, odnosno njegov najveći dio priznao Hrvatsku kao samostalnu, suverenu i nezavisnu državu. Edicija je namijenjena našoj i inozemnoj stručnoj i znanstvenoj javnosti, intelektualcima, ali i cjelokupnom puku.

Šume su prirodno dobro Hrvatske i njezin najvredniji samoobnovljivi prirodni resurs. Naša prekrasna domovina bogata je prirodnim šumama. One obrastaju više od 35 posto njezinih površina, a u ne tako dalekoj prošlosti bilo je to i znatno više.

Naš je narod oduvijek bio privržen šumi i svoj opstanak tijesno vezivao uz nju. Iz nje je crpio njena prirodna bogatstva, hranu za sebe i svoju stoku, u njoj nalazio drvo za svoje potrebe, zaklon od nepogoda i čestih napada neprijatelja. Šuma je nesebična mati koja obilato nagrađuje sve one koji skrbe za nju, koji je čuvaju, njeguju i gaje.

Dolaskom u naše krajeve naši su preci zatekli bogate šume. One su im omogućavale napredak i bogatstvo. Šume su oduvijek smatrane otvorenom narodnom riznicom iz koje je narod zahvaćao, osobito kad ga je nužda na to prisilila.

Prirodna bogatstva hrvatskih šuma bila su u prošlosti golema, a i danas su zahvaljujući gotovo 150-godišnjem sustavnom znanstvenom i stručnom upravljanju šumama. U prošlosti osobito je Slavonija bila bogata starim hrasticima, a kada su tuđinci vidjeli to bogatstvo, počeli su prije 150 godina intenzivno eksploataciju hrvatskih šuma. Ubrzo nakon toga slavonski hrastici postaju poznati u svijetu, posebno u Njemačkoj, Engleskoj, Mađarskoj, Francuskoj i Italiji kao osobit pojam kvalitete. Dobivenim kapitalom od prodaje ovih šuma najviše su se okoristili stranci, a našim slavonskim seljacima kao najamnim radnicima koji su obavili najteži dio posla nije ostalo ništa.

Nakon pedesetogodišnje eksploatacije krajem prošlog stoljeća Hrvati su ostali bez svojih najvrednijih šuma, u siromaštvu i bijedi. No uz pomoć znanstvenika, šumarskih stručnjaka i tisuća bezimernih pregalaca šume su ponovno nikle iz pepela i zagospodarile svojim prirodnim staništem. One su danas u razdoblju intezivnog razvitka industrije pluća naroda i nezamjenjivi prirodni gospodarski resurs.

Danas u gospodarstvu hrvatske šume zajedno s drvnom industrijom daju više od 10 posto narodnog dohotka.

Naše su šume upoznali mnogi znanstvenici i stručnjaci iz srednje Europe i drugih zemalja svijeta i mislim da s razlogom dobivamo priznanja za njihov izgled, strukturu i zdravstveno stanje.

U međunarodnoj organizaciji »Alpe-Jadran« često se raspravlja i naglašava doprinos šume u zaštiti okoliša, što je u današnje vrijeme jedan od prioritetnih problema čovječanstva. Tu hrvatske šume obilato pružaju svoj doprinos za čisti okoliš ovoga dijela zemaljske kugle. U svijetu, a i u našoj zemlji izdvajaju se veliki predjeli kao parkovi prirode i oni se smatraju prirodnim dobrima cijelog svijeta, kao što je u nas Velebit. Osobito su zanimljivi nacionalni parkovi kojih u Hrvatskoj ima sedam – Plitvička jezera, Slapovi Krke, Paklenica, Mljet, Risnjak, Kornati, a posebno Brijuni. Nažalost, u pravednoj borbi za samostalnost i suverenitet našeg naroda suočeni smo s nametnutim ratom i agresijom bivše jugoarmije i srbočetničkih hordi, koje iza sebe ostavljaju samo pustoš i smrt kakvu svijet u skoroj prošlosti nije zapamtio. Mržnjom naoružani su i opustošeni čitavi gradovi i sela, a čitavi krajevi zavijeni su u crno. Bezumnim pohodima tih četnika nije ostala pošteđena ni priroda, gdje su još do jučer bile predivne šume naših južnih krajeva, uništavana je okolica Dubrovnika, a na čak 12.000 hektara sada se crni golet spaljena projektilima mržnje. Gdje je nekada cvala raskoš njiva – Slavonija i Baranja, ostale su duboke brazde tenkovskih gusjenica, pješčane morske brazde posijane su minama, a rijeke teku bez života, otrovane noseći svoje vapaje opustjelih obala. Uništena su životinjska staništa i pojila, zarasle su iskonske staze divljači, a rijedak je pjev ptica. Kako li je tek u

Baranji, Vukovaru, Lonjskom polju, Baniji i Kordunu, Lici i Dalmatinskoj zagori, u nacionalnim parkovima – Plitvičkim jezerima i Krki, u specijalnom rezervatu Kopačkom ritu, Prašniku, Muškom bunaru na Psunju, to tek treba vidjeti. Taj dio nije pod kontrolom institucija hrvatske države. Koliko će vremena i truda trebati da se ovim zločinački devastiranim prirodnim draguljima vrati njihov nekadašnji sjaj?

Štovane gospođe i gospodo, nužno je bilo u ovom trenutku knjige prisjetiti se naše teške stvarnosti koju nastojimo pomoću međunarodnih snaga promijeniti na taj način da ponovo ostvarimo suverenitet na cijelom teritoriju.

Predsjednik Tuđman u svojim susretima sa stranim državicima i mirotnim nastojanjima stalno ističe da mi ne želimo rat, da želimo svoju potpunu samostalnost postići mirnim putem, ali isto tako da ako budemo prisiljeni, mi ćemo i drugim opcijama doći do kontrole čitavog svog prostora.

Na kraju želimo zahvaliti i čestitati svim šumarskim znanstvenicima, stručnjacima i autorima, kao i Grafičkom zavodu Hrvatske na ovom zaista lijepom i vrijednom neprolaznom djelu, koja će ostati trajno na upotrebi dolazećim generacijama, podsjećajući ih uvijek na šume. Parafrazirajući onog znamenitog indijanskog poglavicu, možemo reći da šume ne nasljeđujemo, već ih takve posuđujemo da bismo ih isto takve predali našim potomcima.

Još jednom hvala svima i neka nam živi naša Hrvatska!

**Dr. Ivan Majdak, ministar
poljoprivrede, šumarstva i
vodoprivrede u Vladi Republike Hrvatske**

Gospodine predsjedniče, štovano predsjedništvo, dragi uzvanici, dame i gospodo!

Danas kada imamo ovaj značajni događaj za šumarstvo naše Republike, kada predstavljamo monografiju »Šume u Hrvatskoj«, ja vam čestitam na tom uspjehu i pozdravljam vas u ime Vlade Republike Hrvatske i Ministarstva poljoprivrede i šumarstva i u svoje ime.

Šume i šumska zemljišta naše Republike su prirodno i obnovljivo bogatstvo. One su uza sve gospodarstvo i ekološko značenje od posebnog interesa za Republiku te prema Ustavu Republike Hrvatske imaju njenu posebnu zaštitu.

Smatramo da je važeći Zakon o šumama na zadovoljavajući način riješio najvažnija pitanja iz ovoga područja, kao što su zaštita i biološka reprodukcija šuma, vlasništvo nad šumama i šumskim zemljištima te organizacija upravljanja i gospodarenja šumama. I u prošlosti i danas hrvatske su šume bile siguran oslonac našega gospodarstva, kako u miru, tako još više u teškim prijelomnim situacijama kao što je ova danas.

Za našu domovinu šume su stalni i obnovljivi izvor velikih direktnih koristi od godišnjega prihoda od posječenoga drveta i drugoga sporednog prihoda, ali su još mnogostruko veće opće i ekološke koristi od šume, a tu je klima, voda, zemljište, turizam, obrana i drugo, koje do danas u potpunosti nisu priznate i valorizirane. No, znamo da će u budućim vremenima ova korist biti sve više priznata, nezamjenjiva i gotovo nemjerljiva. Na osnovi drvne mase koja se svake godine sječe, etata i prerade u drvnoj industriji u našoj Republici zaposleno je oko sto tisuća djelatnika,

te se može reći da oko 300.000 građana Hrvatske živi od šume i za šumu.

Na osnovi ove sirovine i njezine prerade ostvari se godišnje preko 400 milijuna dolara od izvoza. U svijetu su znane vrijednosti i stanje naših šuma i vrlo često poznati svjetski stručnjaci i znanstvenici dolaze k nama vidjeti uživo te naše šume da bi ih proučili i o njima pisali. Današnje stanje naših šuma dokaz su velike ljubavi i stručnog rada u gospodarenju tim šumama, jer šumarski stručnjaci i radnici u šumarstvu naše Republike, kako starije generacije tako i današnje, mogu biti ponosni kako je u svijetu poznat naš slavonski hrast iz ravne Slavonije, ali i jela i bukva iz Gorskog kotara i kršne Like.

Pojava propadanja šuma, ratne štete i obnova šuma i objekata, te aktualni problemi denacionalizacije su naši današnji i budući problemi koji će tražiti mnogo stručnog rada i zalaganja svih zaposlenih u šumarstvu i onih oko njega.

Kada se nađu inicijatori te ambiciozni i pravi organizatori i organizacije da sve to što karakterizira naše šume i šumarstvo prikažu u jednoj monografiji kao što je ova »Šume u Hrvatskoj«, onda svi možemo biti ponosni, a još više radosni na takvu doprinosu predstavljanja šuma i šumarstva i naše Republike Hrvatske.

Na kraju čestitam svima onima koji su sudjelovali u realizaciji ovog djela, jer su napravili pravi posao. Posebno priznanje i čestitke u realizaciji ove monografije odnosi se na Javno poduzeće »Hrvatske šume«, na naše znanstvenike i djelatnike Šumarskog fakulteta i Šumarskog instituta iz Jastrebarskog, kao glavne organizatore i nositelje realizacije ovog povijesnog djela za šumarstvo naše Republike. Nadam se da će realizacija i predstavljanje ove monografije dati nove inicijative, ideje i poticaj za daljnje unapređenje gospodarenja našim šumama za dobro šumarstva i gospodarstva i cijele naše drage nam domovine Hrvatske.

I v a n T a r n a j, dipl. inž. šumarstva

Gospodine predsjedniče Sabora, dame i gospodo, dragi kolege, šumari i vi koji šumu volite, te se odazvaste danas ovom činu, koji nas šumare, koje nas šuma iznjedrila na svoj način, čini zadovoljnim što vas vidimo ovdje nazočnim iz razloga što ovaj knjizi to daje dodatne vrijednosti, na čemu vam i posebno zahvaljujem.

Htio bih samo reći nekoliko riječi u kontekstu ideje i o vremenu nastajanja ovog projekta, ove knjige koja se zove »Šume u Hrvatskoj«.

Vrijeme kada je ovaj narod krenuo putem svoje slobode, krenuo je na svim frontama. Pa i onima koje nisu bile prepoznatljive u času kada se krenulo u otklanjanje barikada, u najdirektniju odbranu, krenuli su mnogi djelatnici ovog naroda u jedan kreativni oslobodilački put, pa je tako i među prvima upravo uradila zelena struka ovog šumarstva, ovi ljudi, i napravili su knjigu »Šume u Hrvatskoj«, kakve u prošlosti zabilježili kao struka nismo.

Posebnost ovog trenutka je u tome što je rađanje hrvatske države nosilo sa sobom i stvaranje jedinstvenog Javnog poduzeća »Hrvatske šume«, jer jedino tako može se s dobrima od posebnog interesa, a to su šume u Hrvatskoj, ispravno gospodariti. Jedino na jednom mjestu, bilansirajući i ono što šuma može dati i daje i ono što šuma traži i treba joj dati, može se voditi jedna suvisla i odgovarajuća politika. Stvorene su pretpostavke donošenjem Zakona o šumama i nikada u povijesti hrvatskog šumarstva nije bilo šumarstvo jedinstvenije ni bliže negoli je ono danas. I praksa i znanost na jednom su mjestu, a što se potvrdilo i ovom prilikom, jer su iznjedrili ovu knjigu upravo ljudi iz tih sredina.

Hrvatska kao država nije velika, ali je šumarski gledajući vrlo značajna i u Europi, zbog mnogo elemenata prepoznatljiva, međutim u prošlosti sa šumarskog aspekta vrlo zanemarena.

Vrijednost šuma, odnosno njihova raznolikost je jedinstvena u svijetu. Pokušali smo ovom knjigom pokazati što su šume u Hrvatskoj i mislim da smo u mnogome uspješni predočiti i potaknuti u mnogima razmišljanja o tom izuzetnom nacionalnom bogatstvu da oni koji šumu gledaju kao tvornicu drveta pokušaju promijeniti mišljenja, jer šuma nije to. Moramo vratiti njezinu osnovnu definiciju i prići joj kao živom organizmu. To je naša zadaća i da prezentiramo, ali i da educiramo. Nadam se da će oni kojima ova knjiga dopadne ruku uspjeti zapravo spoznati značenje i veličinu hrvatskih šuma. Znači, Hrvatska je i zemlja turizma i s velikim ambicijama, i to opravdano. Međutim, pokušavao sam u svojim razmišljanjima odgonetnuti zašto taj svijet sa Zapada dolazi vrlo rado na naše obale, u naša kontinentalna područja, kada, recimo, ima ljepše dvorce u dolini Loire nego što ih imamo mi, jer smo one koje smo imali i baštinili u prošlosti potpuno zatrli, devastirali i uništili, opustošili. Zašto dolaze na ovu obalu Jadrana kada imaju isto more na talijanskoj strani, a tamo imaju možda bolje hotele i veći standard. Bez ikakve prepotencije došao sam do zaključka da ambijent boravka čovjeka umnogome određuje i ta šuma bora, i ta šuma crnike, i ti slavonski hrastici, i ti baranjski vrbaci.

Jer, bez Jelinjaka kod Šibenika nema »Solarisa«, nema turizma, prema tomu Dubrovnik pored svojih zidina treba imati i zeleni zastor svojih brda i okoliša, i to je taj ambijent koji svijet ima kada nama prilazi.

Jamstvo da ćemo obnoviti te šume, očuvati ih u njihovu reproduktivnom potencijalu je upravo ova struka koja danas misli jedinstveno, a to su ovi ljudi u Javnom poduzeću »Hrvatske šume«, Šumarskom fakultetu i Institutu, a i mnogi drugi koji šumu mogu prepoznati i spoznati na odgovarajući način.

Ova knjiga jedinstvena je još po nečemu. 1990–1992. godine je razdoblje u povijesti ovog naroda koje će pamtiti svi dok nas kao naroda bude. U tom vremenu ova knjiga ostavlja trag i postaje »reper« na koji će se nadovezivati mnogi koji o šumi promišljaju na ovaj ili onaj način. U njoj smo pokazali što baštinimo od svojih djedova, ali smo isto tako pokazali s čime se zadužujemo pred unucima. Za mene je ovo veliki događaj i po tome što u povijesti hrvatskog šumarstva ovakva čina nije bilo, a posebnost mu je u tome jer je nastalo u vremenu koje je apsolutno najsvjetlija povijest ovog naroda.

Napisali su ovu knjigu dobrovoljni davatelji krvi, ljudi koji su pozvani da sa svojim znanjem i da svojim patriotizmom i svojom ljubavlju prema šumi učine upravo ovo što su učinili.

Ja sam bio samo jedan od koordinatora zaduženih da do ove knjige dođe. Zahvaljujem svima koji su nesebično ugradili vrijeme, trud i sebe u ovo djelo. Uvjeren sam da će nam služiti i kao ljudima i kao struci na čast i ponos. Daleke 1926. godine ondašnji šumari Aleksandrove Jugoslavije pokušali su napraviti nešto slično za ono vrijeme i posvetili su tu knjigu njegovu veličanstvu, njihovu kralju Aleksandru. Mi smo u pristupu ovom projektu željeli napisati knjigu koju će baštiniti svekoliki hrvatski narod. Mislim da i u tome ima svoju vrijednost ova knjiga, a eho i stručne i ukupne javnosti glede ove knjige čut ćemo u vremenu koje je pred nama.

Dr. Đ u r o R a u š, glavni urednik

Dragi uzvanici, štovane gospođe i gospodo, cijenjene kolegice i kolege!

Drago mi je da vas mogu pozdraviti i reći nekoliko riječi u svezi s nastajanjem naše monografije »ŠUME U HRVATSKOJ«.

Ovo opširno monografsko djelo tiskano je na 340 stranica formata 21 × 29,5 cm, na finom Albedo 120-gramskom papiru, s tvrdim uvezom i ovitkom u boji, a sadrži 247 slika u boji, 37 crno-bijelih slika, 60 grafikona, 40 tablica, 6 karata i u prilogu – vegetacijsku kartu šumskih zajednica Hrvatske u mjerilu 1:500000. Na kraju knjige nalazi se sažetak svakog pojedinog poglavlja na engleskom jeziku i pregledno kazalo s preko 1500 pojmova i imena.

Ideja o pisanju i izdavanju monografije rođena je na jednom neslužbenom skupu šumarskih stručnjaka i znanstvenika, na fakultetskom nastavno-pokusnom objektu DOTRŠČINI nedaleko od Zagreba, u rujnu 1991.

U domovini je buktio rat, a mi znanstvenici željeli smo pružiti naš doprinos domovinskom ratu, doprinos kojim ćemo najbolje obilježiti trenutke istinske borbe za Hrvatsku, borbe koju smo mi jedino mogli, a smatramo i trebali, izvojevati na intelektualnom planu, pišući vrijedno djelo za sadašnje i buduće generacije, ali i za cijeli svijet, dokazujući svijetu da je Hrvatska jedinstvena i da ima snage za borbu s puškom, ali i s perom.

Nekoliko dana nakon donesenog zaključka da se pristupi izradi monografije napisao sam program za sadržaj monografije i predočio ga Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Hrvatske te direkciji Javnog poduzeća »HRVATSKE ŠUME«. Program je bio prihvaćen i izabran je redakcijski odbor od sedam članova te glavni i odgovorni urednik. Napisao sam poziv s prijedlogom programa i pozvao znanstvenike na pisanje radova iz sadržaja monografije. Stvoreni su znanstveno-stručni timovi na čelu s koordinatorom za svaku stručnu disciplinu i rad na stvaranju monografije je krenuo. Na monografiji je surađivalo 50 autora tekstova i još toliki broj ostalih suradnika.

Pošto je rad započeo, bilo je potrebno osigurati i ostale pretpostavke da monografija izađe blagovremeno. Tako su angažirani: Grafički zavod Hrvatske za izdavačku djelatnost – radi tehničkog i likovnog uređenja monografije, lektorskog i korektorskog rada; Grafički zavod Hrvatske za tiskarske radove i Leksikografski zavod »Miroslav Krleža« za izradu matrica i podloge za vegetacijsku kartu šumskih zajednica Hrvatske. Redakcijski odbor se sastajao nekoliko puta i uspješno je obavio svoj zadatak.

Posebna briga urednika bila je skupljanje kvalitetnih fotografija koje prikazuju šume u cijeloj Hrvatskoj, u sadašnjem i prošlom vremenu. Fotografije su originalni amaterski radovi, radovi četrdesetak šumarskih stručnjaka iz cijele Hrvatske, tako da upravo te slike smatramo vrlo vrijednim dijelom monografije.

Dužnost mi je kao glavnom uredniku istaknuti samoprijegoran rad svih koji su radili na izradi monografije, a želim posebno istaknuti i javno se zahvaliti za uloženi trud i nesebičan rad tehničkom i likovnom uredniku, gospodinu R u d o l f u Š p a n j o l u, lektoru i korektoru, gospođi dr. B r a n k i T a f r i. Velika hvala na njezinim nastojanjima da monografija bude besprijekorna, jezično i stilski na visokoj razini. Zahvaljujem cijelom tiskarskom timu Grafičkog zavoda Hrvatske, koji je uložio maksimalan truda da monografija izađe na vrijeme i da bude što kvalitetnije

tiskarsko djelo koje može poslužiti kao primjer nesebičnog zalaganja cijelog kolektiva.

Kao šumarski znanstvenik i specijalist za šumsku vegetaciju osobito ističem rad kartografskih stručnjaka Leksikografskog zavoda i kartografije »Miroslav Krleža« na izradi karte realnih šumskih zajednica Hrvatske, koja je prvi put izrađena u ovom mjerilu, a ima svestranu upotrebu.

Monografija je uspješno dovršena 22. prosinca 1992. godine. Svim autorima, suradnicima i kolegama te svima koji su mi pružili dobronamjerni savjet još jednom velika hvala.

Štovane gospođe i gospodo!

Hrvatski sabor donio je Zakon o šumama Republike Hrvatske u jesen 1990. godine i temeljem odredaba toga Zakona osnovao Javno poduzeće »Hrvatske šume«, koje je počelo raditi 1. siječnja 1991. godine.

Imenovan je Upravni odbor i osnovana je Direkcija u Zagrebu, koja objedinjava cijelo hrvatsko šumarstvo s 15 uprava šuma i 168 šumarija. Tim je činom napravljen kvilitetan skok u gospodarenju šumama Hrvatske, koja svakim danom dobivaju sve veće značenje i u proizvodnji drvene mase, i u osiguravanju prirodnoga turističkog miljea naše zemlje, i u pružanju dobara izraženih u općekorisnim funkcijama šume.

Javno poduzeće »Hrvatske šume« objedinilo je sve snage koje se bave šumom kao prirodnim i privrednim objektom, posebno šumarsku znanost na Šumarskom fakultetu u Zagrebu i u Šumarskom institutu u Jastrebarskom.

Jedan od značajnijih rezultata timskog rada svih šumarskih institucija i privrednika je i ova monografija »Šume u Hrvatskoj«, koja pruža mogućnost svakom čitatelju da se upozna s tim vrijednim nacionalnim blagom Hrvatske kao ekološkim uporištem naše domovine.

Monografija je djelo sadašnjosti i budućnosti te će odlično poslužiti znanstvenicima, šumarskoj praksi, studentima šumarstva, turističkim radnicima, lovcima i planinarima te cijelom puku zainteresiranom za prirodu.

Ovo djelo smatramo intelektualnim doprinosom našoj hrvatskoj domovini. Znanstvenici i stručnjaci Europe kojima je djelo dostupno već nam odaju priznanje i zahvaljuju na izvandredno uspjeljoj monografiji o šumama Hrvatske. Ističu mnogostruko značenje naših šuma i pišu o monografiji, citiram: »Ovo djelo će upravo u godini osnivanja nove Republike Hrvatske ostati u sjećanju kao miljokaz«.

Završavajući ovaj svoj kratki prikaz nastajanja monografije »Šume u Hrvatskoj«, želim uskliknuti NEKA NAM ŽIVI NAŠA ZELENA STRUKA I ŠUMAMA BOGATA NAM DOMOVINA HRVATSKA!

Akademik Dušan Klepac

Štovane gospođe i gospodo!

Površina šuma i šumskog zemljišta u Republici Hrvatskoj iznosi 2,458.053 ha ili 43 posto od teritorija Hrvatske. Na temelju podataka iz Statističkog godišnjaka Republike Hrvatske iz 1991. površina svih šuma u Hrvatskoj je 2.076.564ha (37 posto). Iz toga slijedi da u Hrvatskoj imamo 381.489 ha neobraslog šumskog zemljišta koje je neproduktivno, a koje treba privesti biološkoj proizvodnji pošumljavanjem najpovoljnijih vrsta drveća s poboljšanim genetskim svojstvima.

Što se tiče vlasništva, država je vlasnik 1,992.988 ha šuma i šumskog zemljišta, što je 81 posto, a privatnici imaju 465.065 ha šuma i šumskog zemljišta ili 19 posto. Gotovo cijeli državni dio šumskog posjeda (1,903.002 ha) nalazi se pod upravom Javnog poduzeća »Hrvatske šume«. Privatnim dijelom od 465.065 ha gospodare mali šumoposjednici.

Što se tiče rasprostranjenosti šuma, može se reći da oko dvije trećine hrvatskih šuma raste u kontinentalnom, a oko jedna trećina u submediteranskom i mediteranskom području Hrvatske. To se reflektira na vrste drveća, na uzgojne tipove šuma pa, dakako, i na gospodarenje. Velik broj šumskog drveća i grmlja – od kojih je šezdesetak gospodarskih vrijednih – daje obilježje hrvatskim šumama s vrlo bogatom florom, faunom i divljači, što je u monografiji posebno obrađeno s kompletnim inventarom hrvatskih biljnih endema i matičnog fonda divljači. Hrvatske šume su bjelogorične, manjim dijelom crnogorične. Bjelogorice ima 89 posto, a crnogorice 11 posto, ako se uzme u obzir njihova površina. Po drvnjoj zalihi odnos je povoljniji za crnogoricu (17 posto). Bilo kako bilo, Hrvatska je deficitarna na crnogorici. Od listopadnih vrsta najviše su zastupljene bukva, hrastovi, grab, jasen i topole, a od crnogoričnih vrsta jela, smreka i bor. Biljni svijet Hrvatske je u monografiji znanstveno obrađen na temelju pedesetak šumskih zajednica s kartom šumskih zajednica Republike Hrvatske. Ta je karta izrađena u mjerilu 1:500000, s time da su šumske zajednice prikazane različitim bojama po načelima francuskog botaničara Gaussena. Karta šumskih zajednica daje monografiji posebnu vrijednost.

U kontinentalnom dijelu Hrvatske, i to u panonskom području rastu jednodobne, a u dinarskom području proberne šume. U submediteranskom i mediteranskom području nalaze se manjim dijelom sjemenjače, a veći su dijelom panjače, srednje šume, makijske, šikare i garizi.

Šume u Hrvatskoj su podijeljene na 941 gospodarsku jedinicu u 11 šumskogospodarskih područja. Za svaku gospodarsku jedinicu postoji osnova odnosno program gospodarenja.

U cjelini uzevši, gospodarenje šumama u Hrvatskoj se može ovako obilježiti:

- oplodne i prebirne sječe s njegovom šuma (prorede i čišćenje) na površini od oko 1 milijun ha;
- konverzija (pretvorba) degradiranih šuma usjemenjače na oko 1 milijun ha šuma (to je drugi milijun hektara šuma);
- nova pošumljavanja na neobraslom dosada neproduktivnom zemljištu na oko 400.000 ha.

Da bi se to postiglo, šumarstvo raspolaže jakim stručnim i tehničkim potencijalom, sjemenjem, rasadnicima, mehanizacijom i metodama sadnje i podizanja kultura i plantaža, s osobitim naglaskom na oplemenjivanje šumskog drveća, što je detaljno opisano u monografiji.

Dosadašnji rezultati u osnivanju šumskih kultura i plantaža ohrabruju, napose s crnogoričnim vrstama drveća kojih površina ima za pošumljavanje u Hrvatskoj oko 300.000 ha. Šumski rasadnici Hrvatske s ukupnom površinom od 443 ha i godišnjom proizvodnom od oko 40 milijuna sadnica (40 posto bjelogorice i 60 posto crnogorice) obećavaju potrebno proširenje i povećanje šumske proizvodnje. U ove tokove uključila se i hrvatska šumarska znanost, koja je čak i svijetu dala određeni doprinos, primjerice u hibridu *Pinus nigrosylvis* Vidaković.

U monografiji »Šume u Hrvatskoj« navedeni su podaci o površinama i drvnim masama po šumskogospodarskim područjima, odvojeno po kategorijama vlasništva. To su podaci iz postojećih šumskogospodarskih osnova i programa. Na temelju tih podataka drvena zaliha u svim hrvatskim šumama iznosi 298,080.000 m³ ili oko 300 milijuna m³ drvene mase.

Drvena zaliha državnih šuma kojima upravlja Javno poduzeće »Hrvatske šume« iznosi 247,619.600 m³ ili okruglo 250 milijuna m³.

Drvena zaliha hrvatskih šuma od 300 milijuna m³ je »fundus instructus« ili glavnica koja mora stalno ostati u šumi. Na njoj se gomila prirast koji možemo smatrati kamatama na glavnicu koji se mogu užiti. To je načelo trajnosti u šumarstvu; ono počiva na spoznaji da je šuma obnovljiv prirodni resurs za razliku od rudnog bogatstva.

Već davno je to lijepo izrekao naš hrvatski pjesnik Petar Preradović ovim stihovima:

*»Nije blago ovo naše,
domovine glavnica je
što uživati mi možemo
al potrošiti ne smijemo.«*

Na temelju spomenutih izvora u monografiji se navodi također godišnji etat, tj. drvena masa za sječu, koja se može svake godine trajno sjeći, a koja je izračunata na temelju šumskogospodarskih osnova i programa za I. polurazdoblje 1986–1995. godine. Sveukupni godišnji etat u svim šumama Hrvatske iznosi 6,179.972 m³ ili okruglo 6 milijuna m³ drvene mase. Za državne šume kojima upravlja Javno poduzeće »Hrvatske šume« godišnji etat je 5,338.100 m³, s napomenom da je u spomenutom etatu bukva zastupljena s 35 posto, hrastovina s 25 posto, ostale listace s oko 25 posto i četinjače s oko 15 posto.

Izračunati godišnji etat se kreće u granicama godišnjeg prirasta.

Sveukupni godišnji bruto etat od 6 milijuna m³ drvene mase predstavlja sirovinu koju hrvatsko šumarstvo može svake godine – trajno – ponuditi za daljnju preradu i uporabu. To je posibilitet našega hrvatskog šumarstva. Njegova vrijednost se u statistici obično izražava u postotnom udjelu društvenog proizvoda. Udio šumarstva u društvenom proizvodu Hrvatske prema službenoj statistici Hrvatske od 1991. kreće se oko 1 posto, za poljoprivredu to je oko 4 posto, što je vrlo malo u odnosu na industriju za koju taj postotak prelazi iznos od 40 posto. Takva spoznaja upućuje na prioritet industrijskom razvoju Hrvatske, što je bilo posebno naglašeno i poticano poslije 1945. godine na veliku štetu razvoja šumarstva i poljoprivrede. Tada je zaboravljeno da šume osim gospodarske imaju i druge, takozvane općekorisne funkcije ili »indirektne koristi«, koje se u najgrubljem smislu mogu svrstati u 2 grupe – ekološku i socijalnu. Te su koristi nekoliko puta veće od gospodarskih pa danas procjenjujemo da šumarstvo ne sudjeluje u društvenom proizvodu s 1 posto, nego s 4,5 posto.

Osim toga želim istaknuti da svaka šuma u Hrvatskoj ima istovremeno višestruku funkciju: gospodarsku, ekološku i socijalnu. No, uz to u Hrvatskoj je izdvojeno oko pola milijuna ha (točno 447.197,17 ha) šuma izvan redovitoga gospodarenja te je zaštićeno Zakonom o zaštiti prirode 746 objekata u obliku posebnih kategorija, kako je to u monografiji navedeno:

1. Strogi rezervati	2	2,395,35 ha
2. Nacionalni parkovi	7	69,420,00 ha
3. Parkovi prirode	6	317.502,00 ha
4. Posebni rezervati	70	31.680,09 ha
5. Park-šume	23	7.659,91 ha
6. Posebni krajolici	28	17.544,42 ha
7. Prirodni spomenici	72	82,87 ha
8. Hortikulturni spomenici	114	912,43 ha
9. Zaštićeno bilje	44	—
	746	447.197,17

Na kraju želio bih reći da je u monografiji poklonjena posebna pažnja zaštiti šuma od biotskih i abiotskih čimbenika koji uzrokuju zabrinjavajuće sušenje i propadanje šuma. Preporučuje se takozvana integralna zaštita koja obuhvaća sva sredstva i sve metode za zaštitu šuma.

Sve u svemu monografija »Šume u Hrvatskoj« je golemo i vrijedno znanstveno-stručno djelo koje vjerno reflektira sadašnje stanje naših šuma i našega šumarstva pa predstavlja odrednicu za sva naredna djelovanja u šumarstvu na dobrobit i obnovu naše hrvatske domovine.

**O MONOGRAFIJI »ŠUME U HRVATSKOJ« REKLI SU:
ON THE MONOGRAPH »THE FORESTS IN CROATIA«:**

Stjepan Mešić, predsjednik Sabora Republike Hrvatske

**ŠUMA JE NESEBIČNA MATI
MOTHER FOREST**

»Ova monografija prvo je djelo u povijesti hrvatskog naroda koje sveobuhvatno obrađuje naše šume. Čestitam svim autorima na izdavanju ovog neprolazno vrijednog djela«.

Dr. Ivan Majdak, ministar poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede u Vladi Republike Hrvatske

**ŠUMARSTVO – SIGURAN OSLOMAC GOSPODARSTVA
FORESTRY – A RELIABLE SUPPORT OF ECONOMY**

Nadam se da će realizacija i predstavljanje ove monografije dati nove inicijative, ideje i poticaj za daljnje unapređenje gospodarenja našim šumama na dobro šumarstva i gospodarstva, kao i cijele naše drage nam domovine Hrvatske.

Dipl. inž. Ivan Tarnaj

JEDINSTVENA KNJIGA U POVIJESTI HRVATSKOG ŠUMARSTVA A UNIQUE BOOK IN THE HISTORY OF CROATIAN FORESTRY

U vrijeme kada je hrvatski narod krenuo putem slobode, mnogi s oružjem u obranu zemlje, a poneki, među njima i zelena struka šumarstva, u kreativni oslobodilački put, u stvaranje jedinstvene knjige, kakve u prošlosti zabilježili kao struka nismo...

MONOGRAFIJA NADMAŠILA OČEKIVANJA THE MONOGRAPH HAS SURPASSED ALL EXPECTATIONS

Gospodine Tarnaj, Vi ste od prvog trenutka uključeni u rad na monografiji »ŠUME U HRVATSKOJ«, koja je prije nekoliko trenutaka predstavljena. Je li ovo prekrasno djelo ispunilo Vaša očekivanja?

»Sama monografija je nadmašila očekivanja. Priželjkivao sam je približno ovakvu, ali po stručnoj i tehničkoj razini je nadmašila sva očekivanja. Još više me raduje što je dobila izuzetno visoke ocjene od onih koji nisu vezani uz nju.

Probili smo »zvučni zid«, ali ne segmentarno, ne jedna institucija, već jedinstveno šumari Hrvatske. Naprosto ponosim se djelom šumara koje je izraženo ovom knjigom. Dokazali smo da nismo samo oni koji stvaraju drvo, već da znamo i znanstvena djela raditi i da pripadamo intelektualnom nivou Hrvatske.«

Dr. Đuro Rauš

NAŠ DOPRINOS DOMOVINSKOM RATU OUR CONTRIBUTION TO WINNING THE WAR

U domovini je buktio rat, a mi znanstvenici željeli smo pružiti naš doprinos domovinskom ratu, doprinos kojim ćemo najbolje obilježiti trenutke istinske borbe za Hrvatsku, borbe koju smo mi jedino mogli, a smatramo i trebali, izvojevati na intelektualnom planu, pišući vrijedno djelo za sadašnje i buduće generacije, ali i za cijeli svijet, dokazujući svijetu da je Hrvatska jedinstvena i da ima snage za borbu s puškom, ali i s perom...

BIO SAM UPORAN I WAS PERSISTENT

Gospodine profesore, sad kad je monografija predstavljena javnosti, kako se osjećate kao idejni pokretač ovog značajnog i vrlo složenog projekta?

»Zadovoljan sam što se zamisao u potpunosti ostvarila. Već tada sam imao viziju da ova monografija bude takva kakva i jest. No, kad sam u rujnu 1991. u nazočnosti tadašnjeg ministra inž. Ivan Tarnaja predložio kolegama ideju o pokretanju rada na izradi monografije »ŠUME U HRVATSKOJ«, nekolicina kolega je bila skeptična. Srećom bio sam uporan i uspio ih razuvjeriti. Mi, stariji znanstvenici u to smo se vrijeme našli u nezavidnoj situaciji. Agresija na Hrvatsku je bila u punom

jeku. Mlađi uzmu pušku i odu na frontu. A nama je ovo bio jedini način da se uključimo u obranu domovine, da otvorimo znanstvenu frontu.

Nije bilo lako u tako kratko vrijeme (samo 16 mjeseci) završiti rad na tom djelu. Svi se čude. A tiskari i grafičari nas uvjeravaju da smo oborili sve rekorde i da nikad nije slično djelo tako brzo ugledalo svjetlost dana.

Najzadovoljniji sam što su ljudi shvatili da smo se ovom monografijom borili za Hrvatsku na intelektualnom planu. To su nam priznali i naši kolege znanstvenici vani, u Austriji, Slovačkoj, Švicarskoj i drugdje, koji su se vrlo pohvalno izrazili o monografiji.

Sada čekamo da naši šumari pročitaju monografiju, pa da dobijemo odjek što struka misli o našem djelu.«

Akademik Dušan Klepac

OSOBNNA KARTA HRVATSKIH ŠUMA THE I.D. OF CROATIAN FORESTS

Svaka šuma u Hrvatskoj ima istovremeno višestruku funkciju – gospodarsku, ekološku, socijalnu i druge...

Tisak monografije »ŠUME U HRVATSKOJ« je obavio Grafički zavod Hrvatske u nakladi od 5000 primjeraka, kartu je izradio Leksikografski zavod »Miroslav Krleža«. Glavni i odgovorni urednik knjige je Đuro Rauš, redoviti sveučilišni profesor Šumarskog fakulteta, koji je koordinirao rad 50 autora. Monografija »Šume u Hrvatskoj« vrlo je lijepa, luksuzno je opremljena fotografijama koje po svojoj kvaliteti mogu stati uz bok najljepšima u svijetu.

ODJEK U TISKU THE ECHO IN PRESS

Marina Udovčić

ČUVANJE OTVORENE BLAGAJNE Intervju s prof. dr. Đ. Raušem GUARDING AN OPEN CASH-BOX

Šuma je u dugoj povijesti Hrvatske služila narodu za preživljavanje i gospodarski oporavak poslije katastrofalnih nesreća i ratova; šume su uvijek bile nadohvat ruke kao otvorena blagajna. K tome, još se ubrajaju u naše najvrednije samoobnovljivo prirodno bogatstvo i dio su najsacuvanijih šumskih ekosustava Europe. Raznolikost prirodnih šuma Hrvatske obogaćuje čak 312 endemskih vrsta sjemenjača, među kojima je i 189 strogih endema koji rastu isključivo u Hrvatskoj!

U posljednja dva stoljeća, otkako se šumama Hrvatske gospodari na znanstvenoj osnovi, nitko nije cjelovito progovorio o tom prirodnom, gospodarskom i turističkom potencijalu Hrvatske, premda je to bila davna težnja šumarskih stručnjaka.

Ujesen 1991. godine, dr. Đuro Rauš, profesor na zagrebačkom Šumarskom fakultetu, koji s podjednakim zanosom priča o šumama svog rodnog Vukovara, o slavonskim hrasticima, ali i nizinskim vrbicima, zelenim brežuljcima Hrvatskog zagorja, šumama Gorskoga kotara, Velebita i zimzelenima priobalja, potaknuo je

složen projekt rada na monografiji »Šume u Hrvatskoj« – prvoj takve vrste u nas, što su je izdali Šumarski fakultet u Zagrebu i Javno poduzeće »Hrvatske šume«, a tiskao Grafički zavod Hrvatske.

– Ta stručno-znanstveno-popularna edicija namijenjena domaćim i stranim stručnjacima, ali i najširoj javnosti, ujedno je i naš doprinos domovinskome ratu i dug prirodnom bogatstvu koje moramo znati očuvati i koristiti u budućnosti. Okupio sam pedesetak autora, šumarskih stručnjaka i znanstvenika i stotinjak suradnika, te uz podršku Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Hrvatske, već u godini međunarodnoga priznanja Hrvatske dovršili smo taj opsežan posao – ističe prof. Rauš, vodeći autor i glavni i odgovorni urednik monografije, koja će 12. veljače biti i svečano promovirana u zgrabačkom hotelu »Intercontinental«.

Na 340 stranica sa 280 slika u boji i crno-bijeloj tehnici prikazano je stanje naših šuma, a priložena je i karta svih šumskih zajednica Hrvatske, u mjerilu 1:500 000. Uz poglavlja o klimi Hrvatske, šumskim tlima, uzgajanju, sjemenarstvu, oplemenjivanju, fiziologiji i prehranivanju drveća, zaštiti, uređenju i iskorištavanju šuma, zaštićenim prirodnim rezervatima, parkovima, bogatoj lovnoj fauni Hrvatske, s preglednom povijesnicom šumarskoga gospodarstva, obrazovanja i znanstvenoistraživačkoga rada, na kraju monografije priložen je i osebujan feljton o šumi akademika Matka Peića, uz pjesme i likovne radove inspirirane šumama (Večernji list, 09. 02. 1993).

Srećko Božičević

ZELENA PLUĆA HRVATSKE GREEN LUNGS OF CROATIA

Šume su najvrednije prirodno dobro Hrvatske i spadaju u njezine samoobnovljive prirodne resurse. Zato budimo svjesni potrebe da ih čuvamo!

SAMO EKIPNI RAD – TEAM ONLY WORK

I opet ratu usprkos (ponovljeno je to nažalost već nekoliko puta!) ovih se dana pojavilo jedno zaista reprezentativno djelo, koje na stručan, sveobuhvatan i za sve razumljiv način u obliku najmodernije monografije prvi puta u povijesti hrvatskog naroda obrađuje šume u Hrvatskoj – od sjemenke do otpiljenog stabla starog više od četiri stotine godina, prikazujući ujedno i sav onaj popratni životinjski i biljni svijet što živi u njoj, te kako čovjek brine (ili bi i više trebao brinuti!) o njoj.

Kad prolistamo oko 340 stranica knjige ŠUME U HRVATSKOJ i razgledamo 280 zaista impresivnih ilustracija iz »pera« i »oka« pedesetak šumarskih stručnjaka, tada uvodne riječi tadašnjeg ministra poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede inž. Ivan Tarnaja ne zvuče nazdravičarski nit isprazno kada kaže da je »jedan od značajnih rezultata ekipnog rada svih šumarskih institucija i ova monografija koja pruža mogućnost svakom čitatelju da se upozna s tim vrijednim nacionalnim blagom Hrvatske, koje danas čini posebno značajno ekološko uporište na ovim prostorima«, a mi slobodno dodajmo: i u ovom sadašnjem ratnom vihoru i sustavnom uništavanju čak i ovoga našeg prirodnog dobra!

Kad se u jednom velikom orkestru nađu vrsni poznavatelji svog instrumenta, tada iz svih njih pod rukom vještog dirigenta izade skladan zvuk tonova ili milozvučan poj, koji se daleko čuje i dugo pamti. Tako možemo oslikati ili okarakterizirati lik glavnoga i odgovornog urednika ove monografije – sveučilišnog profesora dr. Đure Rauša, zanesenjaka svoga rodnog Vukovara i slavonskih šumskih »divova« – koji su ga nadahnjivali da stvori ovo vrijedno djelo. Od zamisli do ostvarenja, od planova i želja do mogućnosti realizacije i svih potreba, protekli su mnogi mjeseci, a ponajviše prekratki dani i brojne neprospavane noći uz strepnju hoće li sve biti na vrijeme i u redu kako je prvobitno i zamišljeno!

Sad, kad je knjiga na policama naših knjižara i brojnih knjižnica, s veseljem je i zanimanjem uzimamo u ruke, kako bi smo mi Hrvati i brojni šumarski stručnjaci diljem Europe – koji zaista znadu što je vrijednost šume – od njezina rođenja, njezina života i straha od njezine prerane i »naprasne« smrti – mogli cjelovito sagledati značenje ovog našeg prirodnom danog blaga! Možemo sada zaista biti sretni – zajedno s urednikom ove monografije – »da je ovim djelom ispunjena davna težnja svih šumarskih stručnjaka Hrvatske da se na jednom mjestu prikažu naše šume u svoj svojoj velebnosti i time dade doprinos razvoju i napretku naše nama danas nezavisne i slobodne domovine Hrvatske«.

OD ROĐENJA DO SMRTI – BETWEEN BIRTH AND DEATH

Možda nit jedna stvar ili predmet koji nas okružuje nije toliko prisutan u našem svakodnevnom životu kao što je – drvo! Prije modernih kolica od metala i plastike, maleno tek rođeno dijete stavljano je u drvenu kolijevku – običnu ili kičeno izrezbarenu, sjedili bi smo na ugodnom drvenom izrezbarenom stolcu različite veličine i izgleda – od osnovne do »visokih« škola, te jeli za drvenim stolom, da bi se na kraju dana našli u drvenom krevetu – obična ili posebno oblikovana izgleda. I kada bismo kao ljudsko biće došli na kraj svojeg životnog puta, preostale tjelesne ostatke stavljali bi ponovno u drvo – u lijes – običan ili »prve« klase!

Šuma je uz to »hranila« generacije naših ljudi svojim bogatstvom trupaca, dasaka, proizvodima stolarije, mostovima i pragovima željezničkih pruga! Šuma je davala hranu i životinji na njenu tlu i u zraku, koja je isto mogla poslužiti čovjeku kao dio njegove prehrane i njegova boljeg življenja. I ako bi se jedan od tih detalja prirodno »složene« piramide međuodnosa ili međuzavisnosti poremetio na neki neželjeni način, i šuma sama i sav biljni i životinjski svijet u njoj počeo bi »uzvraćati udarac«. Od nerazumne sječe do nesmotrene pažnje sa svime onim što se događa tlu, u vodi i u zraku davalo je rezultat do kojega ponegdje nije moralo doći! Od vremena konjskih zaprega te saonica do ručnih pila i sjekira do sadašnjih traktora – ne čudesne, već zastrašujuće snage, i do motornih pila i dizalica, koje prenose stoljetna stabla kao mi rukama komadiće drvena ivera, prošlo je samo nekoliko desetaka godina, ali rast šume ne ide tako »brzim« korakom. A živjeti se i dalje mora – neki radi preživljavanja, a neki radi uživanja!

BOLESNA ZELENA PLUĆA NAŠEG PLANETA SICK LUNGS OF OUR PLANET

Opće je poznato da su šume ili sav šumski pokrov našeg planeta zapravo velika »pluća« koja nas mogućnošću pročišćavanja zagađenog zraka snabdijevaju čistim i

za život potrebnim kisikom. Što se s velikim šumama događa predobro nam je znano!

Iako je Hrvatska prostorno malena u odnosu na čitav planet, mi u njoj živimo. Zato sam s dosta »straha« u monografiji ŠUME U HRVATSKOJ promatrao kartu na str. 238 koja pokazuje oštećenost šumskog drveća u Hrvatskoj. Iz istraživanja koje su godinama prevodili stručnjaci šumari: dr. Branimir Prpić, dr. Zvonimir Seletković i Milan Ivkov nalaze se – priznajmo – zastrašujuće činjenice.

U Gorskom kotaru i dijelu Like oštećenost šumske mase iznosi petnaest posto, a u ostalom dijelu Like i u posavskom području (zbog zagađenosti riječnih vodenih tokova!) oštećenost je od 12,6 – 15 posto. Regiju Karlovca i Siska prati postotak oštećenosti od 10,1 – 12,5 posto. U zagrebačko-zagorskom, istarskom i dalmatinskom području oštećenost je od 7,6 – 10 posto, dok područje istočne Slavonije i varaždinska regija ima procjenu oštećenosti od 5,1 – 7,5 posto. Zasad je najmanje oštećenje šumske mase registrirano na području bjelovarske regije – pet posto.

Ako šumu shvatimo ne samo kao predmet eksploatacije radi zarade, već i kao ekološku pojavu u prirodi, koja nas može i štiti na razne načine i služiti nam za rekreaciju, onda tek uviđamo kolika je njezina vrijednost! Kao poruku ove monografije shvatio sam, ako želimo sačuvati naše šume kao biljne zajednice i osigurati sebi u našoj domovini sigurniji život, dužnost nam je da ih ne opterećujemo svojim nekontroliranim zahvatima, već da nalazimo zlatnu sredinu između održavanja reda i vlastitih koristi na obostrano zadovoljstvo.

U malenoj Hrvatskoj i svako stablo ima značaj prirodnog branitelja, a kad će tih »branitelja« biti jedan ili pet milijuna, obrana i sigurnost za čisti zrak i čisti okoliš bit će dobivena i osigurana za sve nas! (Vikend, 1993).

M. Jurišić

»STROSSMAYER« NAJBOLJIM KNJIGAMA
»STROSSMAYER« TO THE BEST BOOK

Prestižna i selektivna, koju je opisao akademik Ivo Padovan, predsjednik Odbora za dodjelu, Nagradu »Josip Juraj Strossmayer«, koju već nekoliko godina za najbolje znanstvene knjige tiskane u Hrvatskoj dodjeljuje Zagrebački velesajam uz pokroviteljstvo Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, i jučer je, na otvaranju proljetnih velesajamskih priredaba, među njima i Interlibera – sajma knjiga, pripala najvrednijim izdanjima u području društvenih, medicinskih, prirodnih i tehničkih znanosti.

Priznanje u području društvenih znanosti ravnopravno dijele dvije knjige: »Prema hrvatskom građanskom društvu« prof. dr. Mirjane Grossi prof. dr. Agneze Szabo, te »principi modernog menadžmenta« prof. dr. Velimira Sriće. U području medicinskih znanosti najboljim je ocijenjeno djelo prof.dr. Marka Pećine »Sindrom prenaprezanja sustava za kretanje«, a u prirodnim znanostima nagradu su ovojile »Moderne eksperimentalne metode, tehnike i mjerenja u fizici« prof. dr. Miroslava Furića.

Ove je godine prvi put dodijeljena i posebna povelja za znanstveno životno djelo: pripala je istaknutom historiografu prof. dr. Stjepanu Antoljaku u koji više od 60 godina istražuje povijest hrvatskoga naroda, a autor je kapitalnih knjiga »Hrvati u prošlosti« i dvosveščane »Hrvatske historiografije do 1918«.

Povelja

"Josip Juraj Strossmayer"





zagrebački velesajam

osnivač stalne godišnje nagrade "Josip Juraj Strossmayer" i **Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti**, pokrovitelj nagrade, dodjeljuju ovu nagradu radi poticanja znanstvenog stvaralaštva na području društveno-humanističkih, medicinskih, prirodnih i tehničkih znanosti kao i za izdavački pothvat godine.

Odbor za dodjelu nagrade u sastavu: akademik Ivo Padovan, predsjednik, akademik Vojislav Bego, akademik Milan Moguš, akademik Vladimir Paar, prof. dr. Krunoslav Pisk, prof. dr. Slobodan Prosperov-Novak, akademik Hodimir Strotković, Vera Šodan, dipl. oec., prof. dr. Vladimir Veselica dodijelo je na ovogodišnjem svečanom otvorenju INTERLIBERA '93 nagradu



"Josip Juraj Strossmayer"

sljedećim autorima i djelima objavljenim tijekom 1992. g.

- za najuspješnija znanstvena djela na hrvatskom jeziku:
 - za društveno-humanističke znanosti:
Prof. dr. Mirjana Gross, prof. dr. Agneza Szabo: "Prema hrvatskom građanskom društvu", nakladnik "Globus" Zagreb 1992.
Prof. dr. Velimir Srića: "Principi modernog menadžmenta", nakladnik Zagrebačka poslovna škola, Zagreb 1992.
 - za prirodne znanosti:
Prof. dr. Miroslav Furić: "Moderne eksperimentalne metode, tehnike i mjerenja u fizici", nakladnik "Školska knjiga", Zagreb 1992.
 - za medicinske znanosti:
Prof. dr. Marko Pećina: "Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje" nakladnik "Globus", Zagreb 1992.
- Posebna povelja dodjeljuje se akademiku Stjepanu Antoljaku za ukupni znanstveni doprinos hrvatskoj povijesti i za znanstvena djela: "Hrvatska historiografija do 1918.", I i II, "Nakladni zavod Matice Hrvatske", Zagreb 1992. i "Hrvati u prošlosti", nakladnik Književni krug Split, 1992.
- Povelju za izvanredni izdavački pothvat dobili su:
 - za društveno-humanističke znanosti:
Muzejsko-galerijski centar iz Zagreba i urednik Biserka Rauter Plančić za djelo: "Isusovačka baština u Hrvata", grupe autora Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti iz Zagreba, Nakladni zavod "Globus" iz Zagreba, kao i urednici akademik Milan Moguš i akademik Lovro Županović, za djelo "Paulinski zbornik 1644", I i II, grupe autora.
 - za prirodne znanosti:
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i javno poduzeće "Hrvatske šume", te urednik prof. dr. Đuro Rauš za djelo "Šume u Hrvatskoj", grupe autora.
 - za medicinske znanosti:
Leksikografski zavod "Miroslav Krleža" iz Zagreba i urednik akademik Ivo Padovan za djelo: "Medicinski leksikon", grupe autora.
 - za tehničke znanosti:
"Školska knjiga", iz Zagreba, i urednik dr. Željimir Matutinović za djelo "Osnove energetike" I, II, III., autora akademika Hruvoja Požara.

ZAGREBAČKI VELESAJAM I HAZU ČESTITAJU ZASLUŽNIM DOBITNICIMA!

Pod pokroviteljstvom
Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti
Zagrebački velesajam
osnivač nagrade "Josip Juraj Strossmayer"

odjeljuje

Povelju

za izvanredni izdavački pothvat u 1992. godini
s područja prirodnih znanosti
nakladnicima

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Hrvatske šume,

javno poduzeće za gospodarenje šumama i
šumskim zemljištima Republike Hrvatske,

za djelo

Šume u Hrvatskoj

Vera Šodan, dipl. oec.,
generalni direktor, član Odbora

Vera Šodan

akademik Ivo Padovan, predsjednik
Odbora za dodjelu nagrade

Ivo Padovan

Zagreb, 20. travnja 1993.



Pod pokroviteljstvom
Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti
Zagrebački velesajam
osnivač nagrade "Josip Juraj Strossmayer"

dodjeljuje

Povelju

za uređivački rad
na izvanrednom izdavačkom pothvatu u 1992. godini
s područja prirodnih znanosti

prof. dr. Đuri Raušu

glavnom uredniku djela

Šume u Hrvatskoj

nakladnika

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Hrvatske šume, javno poduzeće za gospodarenje
šumama i šumskim zemljištima Republike Hrvatske

Vera Šodan, dipl. oec.,
generalni direktor, član Odbora

Vera Šodan

akademik Ivo Padovan, predsjednik
Odbora za dodjelu nagrade

Ivo Padovan

Zagreb, 20. travnja 1993.



Nagrada »J.J. Strossmayer« dodijeljena je i nakladnicima za najveće izdavačke pothvate. Taj je naslov steklo pet djela: monografija »Isusovačka baština u Hrvata« u nakladi Muzejskogalerijskoga centra, reprint i knjiga pratećih kometara »Pavlinski zbornik 1644« u izdanju HAZU i »Globusa«, »Medicinski leksikon« Leksikografskog zavoda »M. Krleža«, »Šume u Hrvatskoj« u nakladi Šumarskog fakulteta i Javnog poduzeća »Hrvatske šume«, te trodijelne »Osnove energetike« akademika Hrv o j a P o ž a r a u nakladi »Školske knjige«.

Interliber je (inače, skroman, kakve su i naše nakladničke prilike) počeo svoj redoviti petodnevni život – glazbom! Hrvatski kulturni sabor predstavio je, uz svirku tamburaša, knjigu Julija Njikoša »Iz zemlje sam čestitih Hrvata«, vrijednu i korisnu pjesmaricu hrvatskih domoljubnih, starogradskih i popularnih pjesama (s tekstovima i notnim zapisima) što je namijenjena tamburaškim orkestrima (Večernji list, 21. 04. 1993.).

Inž. Miljenko Bakota

»ŠUME U HRVATSKOJ«

Izdavač: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Javno poduzeće za gospodarenje šumama u šumskim zemljištima Republike Hrvatske.

Tisak: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb 1992. g.

Glavni i odgovorni urednik: prof. dr. Đuro Rauš.

Editor: The Faculty of Forestry in Zagreb and Croatian Forests, The Public Enterprise of Croatia Forest and forestlands Management

Press: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb 1992.

Editor in chief: Đuro Rauš, University Professor

U svečanoj atmosferi, u prisutnosti mnogih uzvanika, na čelu s predsjednikom Sabora Stipom Mesićem i ministrom poljoprivrede i šumarstva dr. Ivanom Majdakom, 12. veljače 1993. predstavljena je monografija »Šume u Hrvatskoj«. To djelo mnogih šumarskih stručnjaka dobilo je oduševljene pohvale, a istaknuto je kako je to »prvo djelo u povijesti hrvatskog naroda koje sveobuhvatno obrađuje njegove šume« (citat iz pozdravnoga govora Stjepana Mesića).

To je knjiga o šumama Hrvatske i o organiziranoj ljudskoj aktivnosti, od uzgoja do iskorištavanja šume. Ukratko, to je cvjlovit i potpun prikaz privredne grane koju nazivamo šumarstvo. Inicijatori i autori ovog djela potpuno su uspjeli u tom prikazu i treba im još jednom odati priznanje. Osobita je vrijednost ovog djela to što su u nj ugrađene najnovije spoznaje šumarske znanosti, istraživačkih radova i šumarske prakse, pa je zato ujedno vrlo koristan priručnik za šumarsku, ali i druge struke.

U tom smislu valja izdvojiti neka poglavlja kao:

Šumska tla Republike Hrvatske pri kraju 20. stoljeća – sažeti prikaz šumskih tala sa sistematizacijom, koja konačno unosi red u nizu dosadašnjih pokušaja različitih autora.

Biljni svijet hrvatskih šuma – najopsežnije poglavlje monografije, koje vrlo pregledno i s nizom fotografija daje potpun prikaz i uvid u cjelokupno bogatstvo šumskih zajednica što od prirode rastu na tlu Hrvatske. Uz ovo poglavlje ide i karta šumskih zajednica mjerila 1:500 000. Ovom poglavlju dodao bih i poglavlja Zaštićeni prirodni objekti u hrvatskim šumama i Hrvatski biljni endemi, koja još upotpunjuju

prikaz naših šuma i otkrivaju svu raskoš i bogatstvo odabranih predjela naše domovine i ljepotu endemske flore kakve nema nigdje drugdje.

Uzgajanje šuma – jedna od osnovnih šumarskih aktivnosti – u ovome je poglavlju opisana jednostavno i dopadljivo, pa se svakom čitatelju otkrivaju sve one radnje što se neprestano ili povremeno moraju obavljati da bi se od šume dobilo ono što se traži od nje.

Uređivanje šuma – druga osnovna šumarska aktivnost koja se nadovezuje na uzgajanje šuma, a određuje, pojednostavljeno rečeno, kad, gdje i kako treba sjeći šumu, kako bi se dobila najveća vrijednost drvne mase i ujedno stvorili i održali optimalni proizvodni i drugi uvjeti u šumi. Danas je uređivanje šuma znanost koja ima punu praktičnu primjenu u gospodarenju šumama, a njezini začeci sežu nekoliko stotina godina unatrag. Šumarstvo je u ovim našim krajevima zacijelo najstarija organizirana privredna djelatnost, koje je kontinuitet podrobno opisan u ovom poglavlju i valja ga proučiti.

Oplemenjivanje šumskog drveća i Fiziologija i prehrana šumskog drveća – poglavlja su koja daju prikaz znanstvenoistraživačkog rada u šumarstvu i rezultate njihove praktične primjene.

Ekološka i gospodarska vrijednost šuma u Hrvatskoj – za ekologe vrlo zanimljiv i originalan prikaz funkcija šume. Prema autoru vrijednost posrednih funkcija, šume u koje se ubrajaju društvena ili socijalna i zaštitna ili ekološka, deset je do trideset puta veća od proizvodnje ili sirovinke. Te su spoznaje rezultat istraživanja domaćih i stranih stručnjaka u posljednjih desetak godina.

Osim spomenutih ima i drugih poglavlja koja sva zajedno daju cjelovitu sliku šume i šumarstva Hrvatske.

S vodoprivrednog gledišta ova monografija nesumnjivo ima visoku vrijednost, jer 37 posto površine Hrvatske prekriveno je šumom, što znači isto toliko i sliva, pa je od punoga vodoprivrednog interesa u kakvu je stanju i kako se gospodari tom površinom, a upravo o tome govori ovo djelo. Zato se preporučuje svakoj vodoprivrednoj organizaciji da ovu knjigu uvrsti u red svojih stručnih priručnika.

K o m e n t a r – C o m m e n t

Čitajući ovu knjigu, otvaraju se i određena pitanja i spoznaje o kojima također treba nešto reći.

Šumski pokrov nesumnjivo jedini pruža trajnu zaštitu tlu, najbolji je regulator vodnog režima i izvrsna zaštita površinskih i podzemnih voda od zagađenja. To se u ovoj knjizi ističe na više mjesta. Ali, o tome kako treba vratiti šumu na aerodirane ogoljene površine, kako da se primijene specifični antierozijski zahvati, kako da se umire bujični tokovi, o tome nema ni riječi. Mislim da o tome nedostaje čitavo poglavlje. Nije to propust urednika ovog izdanja, to je jednostavno odraz stanja u šumarstvu, koje tu disciplinu nema u svom programu, izuzevši klasično pošumljavanje goleti.

Na Šumarskom fakultetu tek se uzgred i u skromnom opsegu predaje ova struka, slično je na Poljoprivrednom fakultetu i još nekima. Vodoprivreda ima u svom programu zaštitu od erozije, ali to je sasvim sporedna i beznačajna aktivnost.

Danas u vodoprivredi Hrvatske nema ni jednoga suverenog stručnjaka za zaštitu tla od erozije, a isto tako među znanstvenim radnicima, istraživačima i

sveučilišnim profesorima nema ni jednoga koji se sustavno i isključivo bavi tim problemima.

Ova monografija najbolji je pokazatelj što znači dobro organizirana stručna i znanstvena nadgradnja za jednu privrednu aktivnost. Nužno je i zaštititi tla dati odgovarajuće mjesto, te je možda sretna okolnost što su danas i šumarstvo i poljoprivreda i vodoprivreda pod jednim ministarstvom, gdje se mogu dogovoriti, podijeliti obaveze i uvjeriti nadležne da je očuvanje tla jedan od osnovnih uvjeta održanja života na ovoj našoj planeti.

Druga misao koja se nameće čitatelju iz vodoprivrede jest usporedba šumskogospodarske osnove s vodoprivrednom osnovom.

U poglavlju Uređivanje šuma opisan je razvojni put i bit šumskogospodarske osnove. U šumarskoj privredi to je osnovni dokument po kojemu se gospodari svakom šumom, pa se i svi zahvati u šumi provode po točno utvrđenim smjernicama u takvoj osnovi.

Nezamislivo je da jedna šuma, pogotovu proizvodna, nema šumskogospodarsku osnovu ili da se mimo osnove proizvodljno utvrđuju mjere gospodarenja.

Analogno tome, Vodoprivreda ima vodoprivrednu osnovu. Koliko je tih osnova dosad izrađeno i koliko se držimo njihovih odrednica, svi iz Vodoprivrede dobro znamo (»Hrvatska vodoprivreda«, br. 1, 1993.).

Z. Damjanović

ŠUME U HRVATSKOJ – THE FOREST OF CROATIA

Obimna građa knjige »Šume u Hrvatskoj« izdavač: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, široko obuhvaća i pojašnjava sve pojavnosti šuma naših krajeva. Počinje o klime, čija raznovrsnost uvjetuje i raznovrsnost šumske fitocenoze, nastavlja pedologijom (naukom o tlu), pa prelazi na opis biljnog svijeta hrvatskih šuma. U šumama se nalazi 50 posto biljnih vrsta: drveća, grmova, zeljastih biljaka, gljiva i mahovina, te mikroorganizama. Nekoliko poglavlja ukazuje koliko bi se pažnje moralo obratiti na budućnost šuma. Opisuje se zaštita šuma, uzgoj, šumsko sjemenarstvo, rasadnici, šumske kulture i plantaže.

Šumarski kadrovi školovani u inozemstvu osnovali su 1846. godine Hrvatsko šumarsko društvo. 1860. u Križevcima se otvara Gospodarsko-šumarsko učilište. 1877. Hrvatsko šumarsko društvo je počelo izdavati »Šumarski list«. Razinu visokog obrazovanja naše šumarstvo dobiva osnutkom Šumarske akademije 1898. godine u Zagrebu. Na temelju bogatog supstrata i duge tradicije izrasla je plejada visokoobrazovanih stručnjaka koji se bave znanstvenoistraživačkim radom u Šumarskom institutu u Jastrebarskom i na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

I tako nas ta monografija polako i detaljno uvodi u svijet hrvatskih šuma usadujući u nas svijest o njihovoj ljepoti i vrijednosti koju za nas imaju (Novi list, 30. 11. 1993.).

PISMA I TELEGRAMI
LETTERS AND TELEGRAMS

Akademik Dušan Klepac

Dragi kolega Rauš,

Čestitam Vam ponovno na velikom djelu, monografiji »Šume u Hrvatskoj«.
Mislim da je predstavljanje te monografije bilo vrlo lijepo i uspješno.
Šaljem Vam jedan primjerak moga izlaganja na predstavljanju monografije.
Slobodan sam Vam predložiti da objavite predstavljanje monografije sa svim
izlaganjima i govorima, možda kao posebni prilog.

Još jednom sretno!

U Zagrebu, 16. 02. 1993.

Uz pozdrav
Dušan Klepac

Dr. Zdenko Tomašegović

Prof. dr. Đuro Rauš

Dozvolite mi da ovim putem izrazim svoje srdačne čestitke autorima monografije
»ŠUME U HRVATSKOJ« za izvanredno uspješnu dokumentaciju o našim šumama
i šumarstvu, ponosan što pripadam tom uglednom skupu šumarskih znanstvenika
Hrvatske.

U Zagrebu, dne 26. 02. 1993.

vaš
(em. prof. dr. Zdenko Tomašegović)

Prof. dr. Đuro Rauš
Šumarski fakultet, Svetošimunska 25
Zagreb

Iskrene čestitke na primljenom priznanju za Vašu knjigu »Šume u Hrvatskoj«.
dr. Srećko Božičević
Zagreb, 21. 08. 1993.

Inž. Milan Drndelić

Prof. dr. Đuro Rauš
»ŠUME U HRVATSKOJ«
(Osvrti i analize)

»THE FORESTS OF CROATIA« (Comments and analyses)

Knjiga »Šume u Hrvatskoj« koncipirana je vrlo spretno i racionalno pa su prikazi znanstveno obuhvaćeni kao monografski i mogu poslužiti kao enciklopedija šumarstva. Obuhvaćeni su gotovo svi šumarski predmeti odnosno katedre koje su sada na tom Fakultetu.

Autori te knjige su naši sveučilišni profesori, magistri i doktori znanosti, pretežno predstojnici katedara na Fakultetu. Ima autora i iz Šumarskog instituta u Jastrebarskom.

Knjiga ima 340 stranica i to pretežno teksta sa vrlo lijepim ilustrativnim (uvjerljivim) slikama, gotovo sve u boji, s dosta crteža i nacрта te tabela i grafikona. Napominjem da je knjiga povećanog formata i tehnički vrlo dobro složena. Na kraju knjige priložena je pregledna karta svih šuma u Republici Hrvatskoj u mjerilu 1:500 000. Kompletiranje radi umjetnički se uklopio i esej akademika Matka Peića, kao i pjesme našega poznatog hrvatskog pjesnika akademika Dragutina Tadijanovića.

Ovom knjigom dobila je naša šumarska struka vrlo lijep i uzoran repertorij za šumarstvo za sve naše generacije: mladi udžbenik, a stariji repertorij. Na taj će način mladi upoznati, srednji održavati, a stariji se podsjećati gdje su to upoznali naše bogate i lijepe resurse naše zbilja lijepe Republike Hrvatske.

Sve što treba znati, naučiti, kako gospodariti, sve će to podučiti ova knjiga, ali će nas ona uz to i podsjetiti na bisere i ljepote naše domovine.....

Pozdrav od
inž. Milan Drndelić,
taksotor u mirovini

Šumarski fakultet u Zagrebu
Svetošimunska bb, Zagreb, Hrvatska
Zurich, 18. siječnja 1993.

Dragi gosp. kolega,

Srdačno Vam se zahvaljujem za slanje izvanredno uspjele knjige o šumama Hrvatske. S tom knjigom ste izdali visokokaratno zajedničko djelo, u kojem je mnogostrukost Vaših šuma došla do izražaja u kvalitetno vrhunskim i atraktivnim slikama. Ovo će djelo upravo u godini osnivanja nove Republike Hrvatske ostati u sjećanju kao **miljokaz**.

Dramatične događaje koji se odigravaju u Vašoj domovini, za nas gotovo nezamislivi, pratimo s najdubljom zabrinutošću, a kratko vrijeme prije smo nesvjesni toga bili na studijskom putovanju u zonama konflikta. Svi se od sveg srca nadamo da sve to nije bilo zalud, i da ćete uskoro moći u miru gledati u budućnost.

Uz najljepše kolegijalne pozdrave,

Vaš
J.-Ph. Schütz

Durchwahlnummer: 01/256 3197
Telefonzentrale: 01/256 22 11
Telefax: 01/252 01 92

Herr
Prof. Dr. D. Rauš
Sumarski Fakultet Svencilista u
Zagreb,
Sfeto Simunska 25

41000 Zagreb /Republik Kroatien

Zürich, 18. Januar 1993 S/be

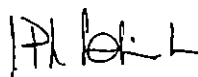
Lieber Herr Kollege

Ich danke Ihnen sehr herzlich für die Überreichung des äusserst gut gelungenen Buches über die Wälder von Kroatien. Sie haben mit diesem Buch ein hochkarätiges Gemeinschaftswerk herausgegeben, in welchem die grosse Vielfalt Ihrer Wälder in qualitativ hochstehenden und ansprecheriden Bildern zum Ausdruck kommt. Dieses Werk wird gerade im Jahr der Gründung der neuen Republik Kroatien als Meilenstein in Erinnerung bleiben.

Die sich in Ihrer Heimat abspielenden, für uns fast unvorstellbaren, dramatischen Ereignisse verfolgen wir mit tiefster Betroffenheit, waren wir doch damals auf unserer Studienreise kurze Zeit zuvor so ahnungslos in all den Konfliktzonen. Wir alle hoffen von ganzem Herzen, dass nicht alles umsonst war und Sie nun bald in Frieden in die Zukunft blicken können.

Mit den besten kollegialen Grüssen

Ihr



J.-Ph. Schütz

**DOSTAVLJENE MONOGRAFIJE »ŠUME U HRVATSKOJ«
U TUZEMSTVO I INOZEMSTVO**
THE COPIES OF THE MONOGRAPH HAVE BEEN SENT ROUND THE
COUNTRY AND ABROAD

a.) Tuzemstvo

1. Stjepan Mesić – predsjednik Sabora Republike Hrvatske
 2. Nikica Valentić – predsjednik Vlade Republike Hrvatske
 3. Žarko Domjan – potpredsjednik Sabora Republike Hrvatske
 4. Ivan Majdak – ministar u Vladi Republike Hrvatske
 5. Ivan Supek – predsjednik HAZU
 6. Marijan Šunjić – rektor Sveučilišta u Zagrebu
- Anić, I., Arač, K., Arhiv katedre za uzgajanje šuma, Babić, S., Barac, R., Bartovčak, D., Bezak, K., Bilandžija, D. Bogunović, M., Borzan, Ž., Božac, R., Brekalo, B., Caput, P., Cicnjak, L., Čavlović, J., Devčić, I., Dokuš, A., Dončić, I., Durbešić, P., Đuričić, I., Đuričić, T., Figurić, M., Frković, A., Glavaš, M., Gračan, J., Gradečki, M., Grubešić, M., Gul, P., Harpin, M., Hitrec, V., Hrašovec, B., Huber, A., Ivančić, M., Ivkov, M., Janeš, Ž., Kajba, D., Kalafadžić, Z., Katusin Z., Klemenčić, I., Knjižnica Šumarskog fakulteta, Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta, Komlenović, N., Kovačić, Đ., Kranjčev, R., Križanec, R., Krmpotić, M., Krpan, P.B.A., Krstinić, A., Kružić, T., Lovrić, A-Ž., Lukić, N., Maričević, I., Matić, S., Mažuran, S., Mayer, B., Medvedović, J., Meštović, Š., Milošević, K., Miljovski, P., Modrić, B., Mrva, F., Mrzljak, I., Nikolandić, Đ., Novak, V., Orešković, Ž., Orlić, S., Oršanić, M., Peić, M., Pernar, N. M., Piškorić, O., Plišo, I., Podnar, Z., Posavec, K., Pranjić, A., Prebježić, P., Prpić, B., Rac, M., Raguž, D., Rauš, Đ., Salajster, M., Starčević, T., Seletković, Z., Skenderović, J., Šabić, F., Šegulja, N., Šikić, D., Španjol, R., Španjol, Ž., Tadijanović, D., Tafra, B., Tarnaj, I., Tikvić, I., Topić, V., Trinajstić, I., Tomašević, A., Vasilj, Đ., Velić, A., Vukelić, J., Žgela, M., Žnidarić, G.

Na promociji je podijeljeno oko 200 knjiga.

Javno poduzeće »Hrvatske šume« predalo je svakom inženjeru šumarstva, kojih ima oko 1.000 zaposlenih u tom poduzeću, ovu knjigu.

Smatramo da je knjiga nakon prve godine od njezina izlaženja dospjela u ruke svim zainteresiranima i svim stručnjacima koji treba da se u svom radu služe s njom.

U nekoliko glavnih knjižara širom Hrvatske prodaje se monografija, a preko stotinu komada uz značajan popust kupili su studenti šumarstva Šumarskog fakulteta u Zagrebu.

b.) Inozemstvo

I. L. Plamer
Forstidirektion, 7400 Tubingen
Schloss Bedenhausen
Deutschland

Prof. dr. Štefan Korpel
Lesnicka fakultl VŠLD
CS – 960 53 ZVOLEN
Slovakia

Prof. Rade dr. Rizovski
Ljube Ivankovića 14-A
91000 SKOPJE

Dr. Gianni Nicolini
Centro di Ecologia Alpina
380 Viote del Mote Bondone (Trento)
ITALIA

Prof. dipl. ing. dr. K. Zukrigl
BOTANISCHES INSTITUT
Universität für Bodenkultur
Gregor Mendelstrasse 33
A – 1180 Wien

Prof. dr. V. Glavač
Gesamthochschule Kassel
O.E. Naturwissenschaften/Mathematik
35 Kassel, Heinrich-Plett-Strasse 40

Prof. dr. Heinrich Wagner
Universität Salzburg
Institut für Botanik
A – 5020 SALZBURG,
Helbrunerstr. 34

Mr. Dušan Robič
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
Odelek za gozdarstvo
Večna pot 83
SLO-61000 LJUBLJANA

Prof. dr. A. Reif
Standorts-und Vegetationskunde
Universität, Waldbau-Institut
Bertoldstrasse 17

Prof. dr. Anton Fischer
Lehrinheit Geobotanik
Forstwissenschaftliche Fakultät
D-8050 Freising-Weihenstephan,
Hohenbachernstr. 22

Dr. Emil Dister
WWF-Auen-Institut
Josefstrasse 1
D – 7750 Rastatt

Dr. Anton Drescher
BOTANISCHES INSTITUT
Holteigasse 6
A – 8010 Graz

Prof. dr. J. Ph. Schütz
INSTITUT FÜR WALDBAU
ETH – Zentrum
CH – 8092 Zurich

Dr. Mitja ZUPANČIČ
Biološki inšt. Hadžija SRC SAZU
SLO – 61001 LJUBLJANA

Prof. dr. LUCIO SUSMEL
I – 35 100 PADOVA
Univesita degli Studi di PADOVA
Istituto di Selvicoltura
VIA GRADENIGO, 6
Italija

Ms. M.E.A. BROEKMEYER
The Institute for Forestry and
Nature Research, P.O. Box 23
NL-6700 Aa Wageningen

BAYERISCHE AKADEMIE
FÜR NATURSCHUTZ UND
LANDSCHAFTSPFLEGE
D – 8229 Laufen/Salzach
Postfach 1261

PROF. DR. W. ERZ
Bundesforschungsanstalt für
Naturschutz und Landschaftsökologie,
Konstantinstrasse 110

Prof. dr. Livio Paldini
REGIONE AUTONOMA
FRULI – VENEZIA GIULIA
DIREZIONE REGIONALE
DELLE FORESTE E DE I
PARCHI
Piazzetta Belloni 14
UDINE



DRAGUTIN PIĆMAN

UTJECAJ KONFIGURACIJE TERENA I HIDROGRAFSKIH PRILIKA NA EKONOMSKU OPRAVDANOST IZGRADNJE OPTIMALNE MREŽE ŠUMSKIH PROMETNICA

ECONOMIC REASONS FOR BUILDING THE OPTIMAL NETWORK OF FOREST ROADS AS INFLUENCED BY THE TERRAIN CONFIGURATION AND HYDROGRAPHIC CONDITIONS

Prispjelo: 14. III. 1994.

Prihvaćeno: 18. IV. 1994.

Prostorni raspored šumskih cesta u izravnoj je vezi s konfiguracijom terena (reljefom), geološkom podlogom, klimatskim prilikama i dr. Na optimalnu otvorenost šuma izgrađenim šumskim prometnicama (cestama i vlakama) od terenskih prilika najizravniji utjecaj ima nagib terena. Šumske ceste imaju utjecaj na otvorenost šuma do poprečnog nagiba terena od 40%, a preko tog nagiba taj utjecaj imaju traktorske vlake i ostali transportni sustavi. Srednja udaljenost privlačenja, troškovi privlačenja, troškovi gradnje i održavanja šumskih cesta ulazni su podaci za obračun ekonomske opravdanosti izgradnje šumskih prometnica.

Primjenom digitalnih modela terena (DTM) izrađenih pomoću osobnih računala, a na osnovi šumskogospodarskih karata cijeli postupak obrade i izračunavanja postaje jednostavni, točniji i brz. Osobna računala omogućavaju izradu nekoliko inačica uz najmanje greške, uz najmanji utrošak vremena, te omogućavaju simuliranje stvarnog stanja na nekoj šumskoj površini.

Određena količina tzv. magistralnih traktorskih vlaka (uzdužni nagib 8 do 12%) predstavlja mogućnost izgradnje vrlo jeftinih šumskih cesta i na taj način opravdati gradnju s obzirom na ekonomsko gledište i potrebom za povećanje otvorenosti šuma, približavajući se optimalnoj.

Ključne riječi: šumske ceste, traktorske vlake, srednja udaljenost privlačenja, optimalna otvorenost, konfiguracija terena, digitalni model terena (DTM).

UVOD – INTRODUCTION

Izgradnja šumskih prometnica traži mnoga znanja iz različitih struka i grana znanosti, kako bioloških tako i tehničkih. Izgraditi dobro prostorno raspoređenu mrežu šumskih prometnica različitih vrsta i kategorija nije nimalo jednostavan posao. U današnje vrijeme sa stanovišta zaštite čovjekova okoliša šumske ceste izvrnute su većoj kritici nego prije i samim time rad na njima opterećen je

»dodatnim faktorom«. Nažalost, poznato je kako se ni jedna šumska cesta ne može izgraditi a da se ne učini barem mala šteta na okolišu. Mislimo da pravilnim rasporedom, količinom, vrstama, kategorijama i položajem šumskih cesta ne činimo ono negativno što iz svega izlazi.

Izgraditi šumsku cestu znači, između ostalog da je ona pravilno položena u prostoru, a prema Krottu (1991) kod dobro položenih šumskih cesta može se uživati u divoti pogleda na okoliš. Osim svoje uporabne vrijednosti s obzirom na iskorišćivanje šuma ceste moramo gledati i iz drugog ugla. Djelovanje šumskih cesta na čovjeka i okoliš u kontekstu njihova pravilnog rasporeda i položaja lijepo je opisao G u n d e r m a n n (1978). Šumska cesta otvaranjem šumskog područja ulazi u tzv. gravitacijska područja, koja će u ovom radu biti osnovica određivanja ekonomske opravdanosti izgradnje. Da bi neko šumsko područje ili gospodarska jedinica bili optimalno otvoreni sa stajališta minimalnih troškova, postoje različita mišljenja i rješenja. »Optimizacija otvorenosti samo sa stajališta minimalnih troškova jedva da u svremenom životu i svijetu ima opravdanje« (S a b a d i 1985).

Smanjivanje troškova privlačenja kao jednog od osnovnih čimbenika koji utječu na optimalnu izgradnju mreže šumskih prometnica i danas ima vrlo važnu ulogu. Naime, dosadašnja izgrađenost šumskih cesta u našoj Republici na određenim područjima ne zadovoljava u potpunosti. Privlačenje drveta odnosno drvnih sortimentata još se izvodi na velikim udaljenostima, na nekim područjima daleko većim od optimalnih. Kako da se duljina privlačenja skрати? Izgradnjom šumskih cesta sigurno se to postiže, a da li optimalno ili ne, to se određuje na osnovi mnogih parametara: vrsti šume, vrsti sječe, reljefu (konfiguraciji terena), hidrografskim prilikama, sredstvima rada, posječenju količini drva i ostalom. Sve te sastavnice moramo imati na umu kada radimo investicijski projekt otvaranja nekog šumskog područja (u makropogledu i mikropogledu).

Danas se koristimo različitim metodama gradnje prilagođenim terenu na kojem se gradi šumska cesta. Sigurno da će se gradnja šumskih cesta u ravničnom dijelu i brdskoplaninskom odnosno gorskom dijelu bitno razlikovati. Pri tome mislimo na primjenu različitih vrsta stabilizacije tla pri građenju šumskih cesta, zatim na djelomično stabilizirana (kritična područja) do potpuno nestabilizirana tla odnosno izgrađena klasičnim načinom.

Kao područje istraživanja ekonomske opravdanosti izgradnje šumskih cesta odabrano je brdsko-planinsko područje s različitim geološkim podlogama, vrstama sastojine, vrstama sječa, reljefnim oblicima i svim onim što je potrebno da se istraži jedno ovako široko i opsežno područje.

»Stabilnost i kontinuitet proizvodnosti racionalnog i intenzivnog gospodarenja šumama zahtijeva takvo oblikovanje šumskih transportnih sustava kojim se postiže najveći gospodarski efekt uređenja prostora u biološkom, tehničkom, ekonomskom i organizacijskom pogledu« Lovrić (1976). Upravo u tome vidimo svu dubinu problema koji se postavlja prilikom izučavanja i obrade optimalne mreže šumskih prometnica.

Pri određivanju gustoće mreže šumskih prometnica potrebno je, kako vidimo, obraditi naročitu pažnju na razlikovanje pojedinih pojmova:

- centralno i paralelno privlačenje,
- srednja udaljenost privlačenja,
- optimalna gustoća šumskih prometnica.

U daljem tekstu potanko će se objasniti razlike u pojedinim terminima, a zatim će biti riječi o istaknutijim autorima koji su se bavili pojedinim dijelovima karakterističnim za ova istraživanja. Osnovni zadatak prostornog rasporeda šumskih prometnica je omogućivanje prijenosa šumskih produkata od svake pojedine sječine do pomoćnog stovarišta i dalje do krajnjeg korisnika. Proces planiranja i projektiranja šumskih cesta izravno je povezan sa osnovnim načelima predviđenim gospodarskom osnovom nekog područja. Kao investicijski trošak planiranja šumskih cesta mora biti racionalno i upravo u okvirima gospodarenja i ono se također mora izvoditi u etapama. Gradnja šumskih cesta u etapama omogućuje jednostavniju provedbu svih osnovnih radova u šumarstvu. Ako šumsku proizvodnju promatramo kao proces koji nastaje sjetvom sjemena i završava isporukom drvnih sortimenata krajnjem korisniku, razumljivo je da se za potrebe različitih radova primjenjuje i raznolika mehanizacija. Transportna sredstva u ovom slučaju kreću se od šumskog bespuća, preko traktorskih vlakova do šumskih cesta.

U ovom uvodnom dijelu prikazan je pregled osnovnih problema koji se pojavljuju pri gradnji optimalne mreže šumskih prometnica sa različitih aspekata (ekonomski, ekološki, proizvodni i ostali). Vrlo se često u razgovoru o šumskim cestama upotrebljavaju termini koji se tumače na različite načine, pa ćemo pokušati na osnovi literaturnih izvoda objasniti neke od osnovnih pojmova koji se često koriste u šumarskoj praksi. Čvrste definicije za pojedine vrste cesta (putova) zapravo na postoje, ali osnovni smisao svih definicija je jedinstven: pokušati predočiti na najjednostavniji način pojedinu vrstu šumskih cesta.

Detalnije o šumskim cestama bit će prikazano u posebnom poglavlju u kojemu ćemo se upoznati s nekim više ili manje poznatim elementima, osnovama i načelima pri pravilnom prostornom planiranju i projektiranju, a poslije i pri gradnji.

Objašnjenja pojmova *meki put* i *tvrdi put* dajemo prema radu Knežević & Pejnović (1978):

- *tvrdi putovi su stalni putovi koji imaju tvrdi, kamenu podlogu (neovisno o tome je li kamena podloga izgrađena ili prirodna) i po kojima se prijevoz šumskih sortimenata i ostalih proizvoda teretnim motornim vozilima obavlja tijekom svih godišnjih doba.*
- *meki putovi su stalni putovi, bez tvrde (kamene) podloge, a prijevoz robe teretnim motornim vozilima po njima moguć je samo po suhom vremenu i u tijeku određenih razdoblja (ljetno, zima i sl.).*

Pri prijevozu drvnih sortimenata vrlo bitno je razlikovati o kojoj se vrsti šumske prometnice radi kada se primjenjuju ovi stručni termini. Prema tomu tvrdi putovi su *stalne*, a meki putovi tzv. *sezonske prometnice*. Privlačenje drvnih sortimenata obavlja se ili po sječini (šumskom tlu) ili po izgrađenim vlakama, a troškovi privlačenja obračunavaju se na bazi srednje duljine privlačenja (izvlačenja). Smanjenjem troškova privlačenja na minimum došli smo do jednog od uvjeta koji nam govori o optimalnoj gustoći šumskih cesta.

Prema »Tehničkim uvjetima za gospodarske ceste« (1989) mrežu gospodarskih cesta u šumarstvu čine ove vrste i kategorije cesta:

- spojne ili povezujuće ceste (SC)
- glavne šumske ceste (GŠC)
- sporedne šumske ceste (SSC)
- prilazne šumske ceste (PŠC)
- ostale prometne površine i prometnice.

U prijevozu drvnih sortimenta iz šume osim šumskih cesta koristimo se i mrežom javnih prometnica kojima se služimo uz određena zakonska ograničenja (prometno opterećenje, brzina kretanja, prilazi i ostalo). Problematiku rješavanja optimalne otvorenosti nekog područja obradit ćemo na osnovi parametara koji su navedeni u uvodnom dijelu.

Reljef nekog područja sa svim svojim karakteristikama omogućava nam da se za svako područje izradi sustav otvaranja, jer nema jedinstvenih modela koji bi zadovoljavali sva šumska područja. Dakako da nije svejedno otvara li se nizinsko ili planinsko područje, koje su sastojine na njemu, koja im je dob, koja vrsta sječe itd. Sve to daje ulazne podatke kojih se moramo držati pri otvaranju nekoga šumskog područja.

PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA RESEARCH ISSUES

U uvodnom dijelu ovog rada navedeni su osnovni elementi koje je potrebno potanko objasniti kako bi se mogao uvidjeti cjeloviti problem oko otvaranja nekoga šumskog područja. U proučavanju problematike otvaranja šuma bit će riječi ponajprije o šumskim cestama. Kao osnovni model za izradu studije otvaranja poslužila nam je već postojeća mreža šumskih cesta i djelomice traktorskih vlakova. Kada kažemo traktorskih vlakova, onda mislimo na one vlakove koje po definiciji tvrdog puta mogu služiti za transport (prijevoz) drvnih sortimenata.

Prema Lovriću (1976) mreža šumskih prometnica može se podijeliti u dva sustava:

- *transportni sustav privlačenja* – pomicanje drva odvija se po šumskim putovima nižih kategorija, traktorskim putovima ili traktorskim vlakovima,
- *transportni sustav prijevoza* koristi šumske ceste kao osnovni element prijevoza.

Utjecaj hidrografskih prilika i reljefa vrlo detaljno su obradili Jurík i dr. (1984). Kao utjecajne čimbenike kod reljefa spominju: *razgranatost, nagib i smjer vodenih tokova, oblik gravitacijskog područja*, što vrlo bitno utječe na tehnička rješenja i gospodarenje šumskim cestama te na njihovu uporabivost.

Gorovitost kao jedan od najvažnijih čimbenika reljefa izravno utječe na prostorni plan šumskih cesta, a nagib kosina zajedno s vodotocima diktiraju nam njihov privilan raspored. Udaljenosti privlačenja, kako ćemo poslije vidjeti, izravno ovise o nagibu kosina i sredstvu rada na izvlačenju drveta iz sastojina. Graničnu vrijednost maksimalnog uspona stroja daje proizvođač strojeva za privlačenje, tako da to imamo uvijek na umu, osobito kod tzv. *»magistralnih traktorskih vlakova«* (Pičman 1986) koje će se u sustavu šumskih prometnica jednog dana preoblikovati i prenamijeniti u šumske ceste.

Izraditi optimalnu mrežu šumskih cesta u određenom području znači prilagoditi šumske ceste svim uvjetima terena, voditi pri tome računa da šumske ceste ne služe samo za prijevoz drvnih sortimenata iz šume. Šumskim cestama se prevoze radnici koji rade na uzgoju i zaštiti šuma, na lovstvu i na ostalim poslovima prijeko potrebnim za normalno i racionalno odvijanje šumske proizvodnje. U našem slučaju

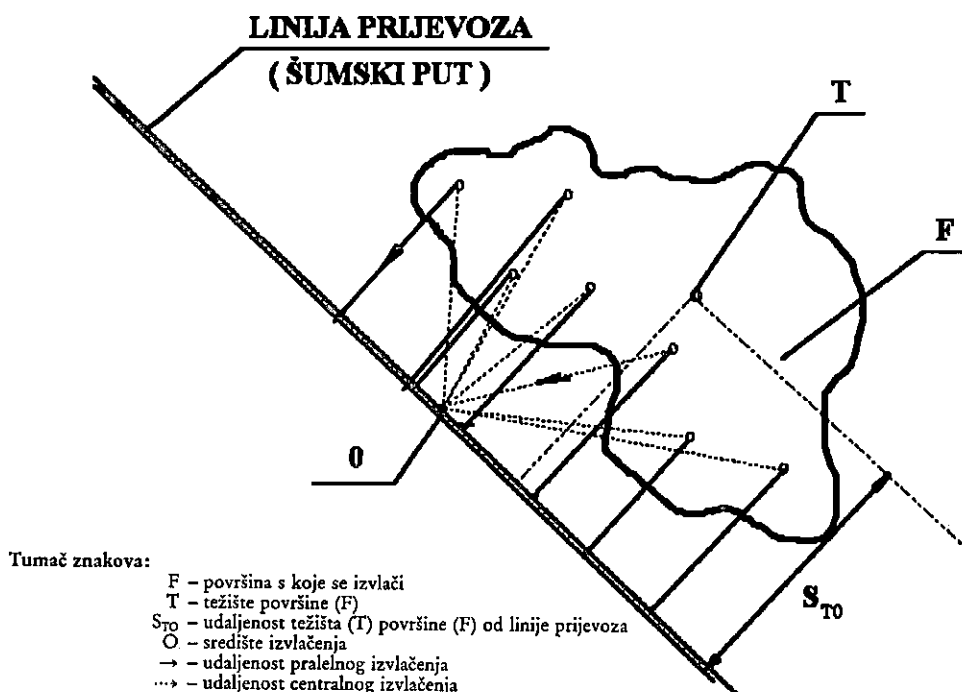
za izučavanje problematike gradnje šumskih prometnica na Zagrebačkoj gori od bitnog značenja je i tzv. turističko-rekreativno vrednovanje šumskih cesta.

CENTRALNO I PARALELNO PRIVLAČENJE CENTRAL AND PARALLEL SKIDDING

Kao jedan od načina privlačenja drvnih sortimenata od sječine do šumske ceste, odnosno linije prijevoza, primjenjuje se *centralno privlačenje*. Ovaj način privlačenja razmatrali su u prošlosti mnogi autori, a s obzirom na problematiku i u današnje vrijeme je aktualan te se primjenjuje i izučava. Naravno da su se metode rada kroz povijest mijenjale i da se danas služimo najmodernijom opremom, sredstvima za rad i transportnim sredstvima. Lovrić (1976) obrađuje centralno izvlačenje kod planiranja i projektiranja šumskih transportnih sustava. U razmatranju ove vrste privlačenja postoje dvije grupe autora:

- autori koji indirektno ili direktno tetiraju pralelno izvlačenje, a centralno samo indirektno;
- autori koji se bave centralnim i pralelnim izvlačenjem.

Sl. - Fig. 1. Prikaz centralnog i paralelnog izvlačenja kod šumskih cesta
Central and parallel skidding on forest roads



Prema Lovriću s teoretskog gledišta pod *centralnim izvlačenjem* razumijevamo prijenos drveta od svake točke u plohi odnosno šumske površine (F) prema jednom središtu (o), a kod *paralelnog izvlačenja* se taj prijenos obavlja u paralelnim pravcima na liniju prijevoza. Srednja udaljenost paralelnog izvlačenja određuje se uz primjenu težišta površine, a kod centralnog privlačenja pomoću polarnoga površinskog momenta površina s obzirom na središte izvlačenja (slika 1).

Pod pojmom privlačenja Brown (1949) razumijeva *mali transport*, pod prijevozom razumijeva *glavni transport* po tlu koji se osim toga može izvoditi i vodenim tokovima.

Hafner (1964) pod šumskim transportom razumijeva sve oblike pomicanja od panja do krajnjeg korisnika, razvrstava ga u *privlačenje i glavni transport*.

Klemenić (1939) razlikuje tri vrste transporta: *transportne žile, proizvodne i mrtve transportne žile*. Transportne žile nalaze se izvan šumskog predjela, proizvodne žile nalaze se u šumi i služe za izvlačenje, mrtve transportne žile služe za prijenos drveta i ne pojeftinjuju transport. Na osnovi najpovoljnijeg položaja proizvodnih žila autor govori i o troškovima izgradnje, održavanja i o ekonomičnosti.

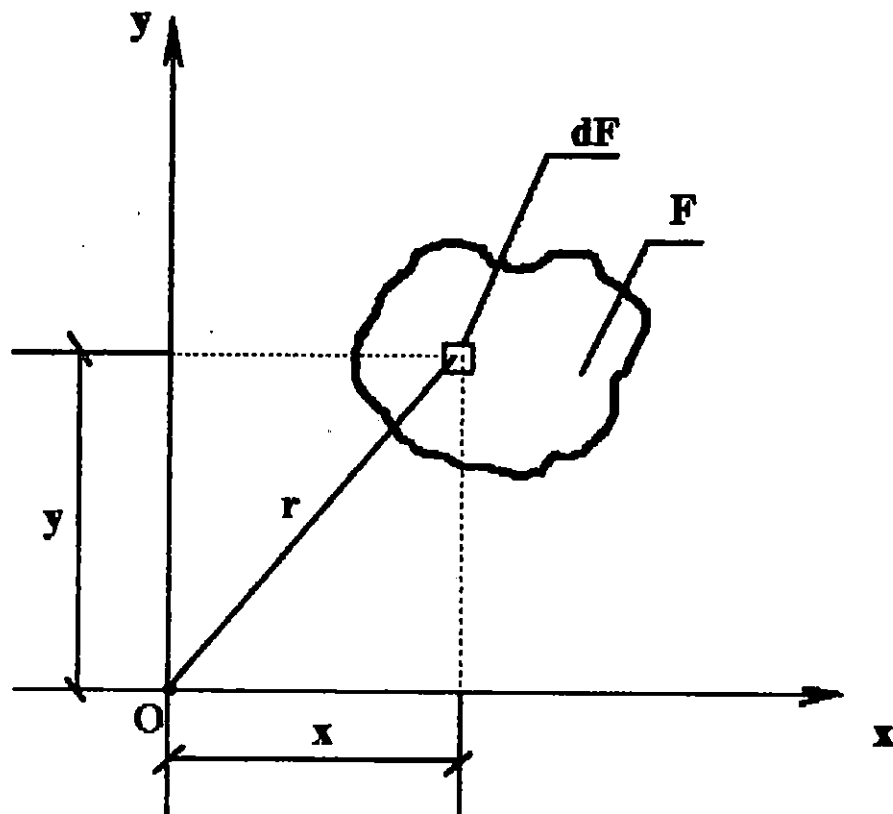
Flögl (1955) naziva šumskim komunikacijama sve prometne površine i sredstva namijenjena potrebama iznošenja šumskih produkata iz šume na temelju osnovne gospodarenja šumama. U pogledu razdiobe šumske prometne mreže autor navodi da se komunikacije dijele na *glavne putove i putove višeg reda, te komunikacije nižeg i najnižeg reda*. Osim tih vrsta spominje i ostale vrste komunikacija, kao što su splavarenje (prirodni vodeni tokovi i umjetni kanali), točila, šumske pruge i ostalo.

Coway (1976) razlikuje šumske transportne sustave kao *primarni i sekundarni transport*. U primarni transport se ubraja privlačenje stabala i pojedinih dijelova do pomoćnog stovarišta uz primjenu različitih sredstava mehanizacije (traktori, forvarderi, žičare, helikopteri, baloni). U sekundarni transport se ubraja svako pomicanje od pomoćnog stovarišta kamionima, željeznicom ili vodenim tokovima.

Pestal (1976) kod otvaranja šumskih površina bavi se problematikom planiranja, projektiranja, izgradnje šumskih prometnica i primjenom mehanizacije.

Osim navedenih autora privlačenje drveta centralnim ili paralelnim načinom obrađuju Jeličić (1969), Knežević (1990), Simonović (1949), Mihač (1970), Hafner & Mihač (1968), Popović & Nikolić (1972), Nikolić (1972), Petrović (1961), Beneš (1979), Samset (1967), Dietz i dr. (1984), Makovnik i dr. (1973), Arnautović (1975), Jurić (1984), Rónay (1982), Bojanin (1983) i mnogi drugi autori koji su citirani i obrađeni u ovom radu.

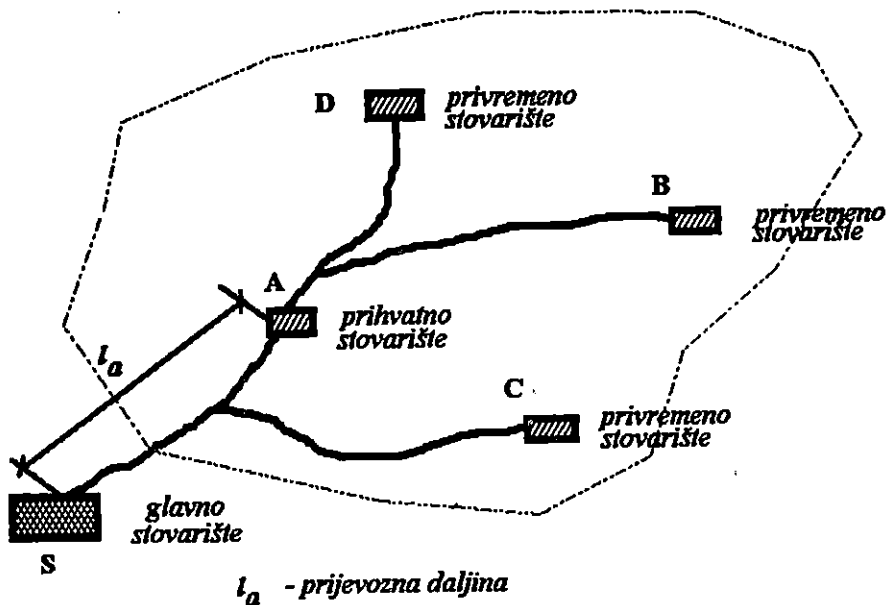
U proučavanju privlačenja uočava se da se sve manje pažnje poklanja mogućnosti primjene centralnog načina privlačenja. Razlog za tu konstataciju leži u tome što je moderna mehanizacija bitno promijenila i nadalje mijenja tehnološki proces rada u iskorišćivanju šuma. Različitost u pojedinim terminima moguće je pratiti iz jednog osnovnog razloga što svi autori razlikuju zapravo dvije osnovne vrste transporta: *transport od panja do pomoćnog stovarišta bespućem ili traktorskim vlakama, što smatramo privlačenjem, i transport drveta od pomoćnog stovarišta do krajnjeg korisnika cestama, što smatramo prijevozom*.



Sl. - Fig. 2. Prikaz površinskog momenta prvog reda prema Saligeru
First order surface moment according to Saliger

U privlačenju drvnih sortimenata ili cijelih stabala upotrebljavamo različite strojeve i alate. Za različite strojeve kojima izvlačimo drvene sortimente potrebno je odrediti neke osnovne tehničke elemente prometnica kojima će se kretati, kao što su: maksimalni nagibi i lomovi nivelete, vertikalne krivine, širina prometnice, minimalni polumjeri horizontalnih lukova (krivina) i ostalo. Ovdje nije ništa rečeno o štetama koje nastaju pri ovoj vrsti rada, jer sama problematika izučavanja nastajanja i otklanjanja šteta na tlu i u sastojini zahtijeva dodatne radove, koji nisu bili predmetom istraživanja.

Istraživanje privlačenja, bez obzira na to radi li se tu o centralnom ili paralelnom, obuhvaća u prvoj fazi rada otvaranje nekoga šumskog područja, dok se na njega poslije nastavlja planiranje i projektiranje šumskih cesta kao osnovnog elementa prijevoza.



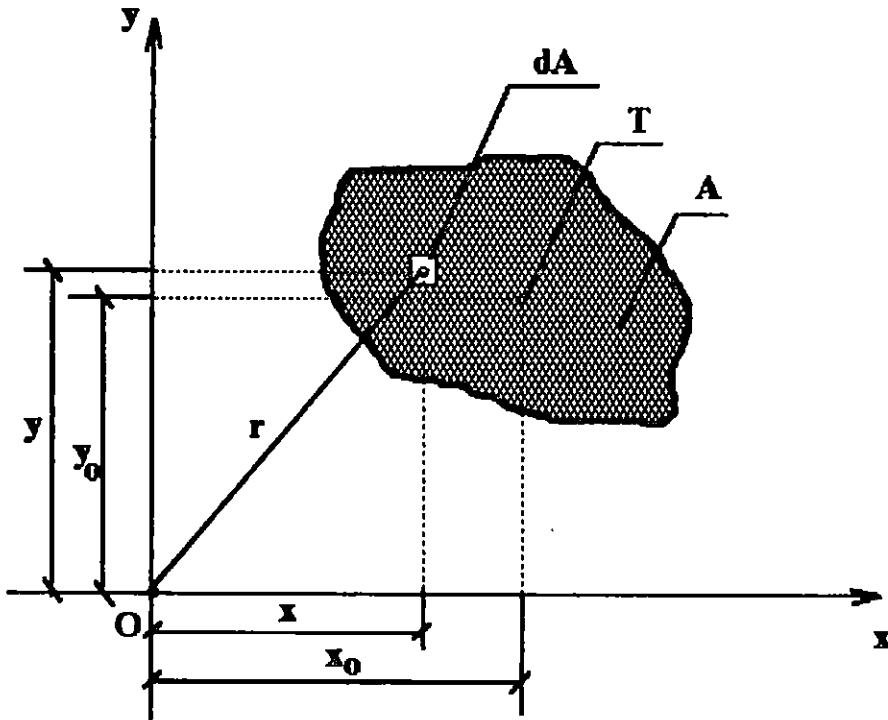
Sl. - Fig. 3. Prikaz šumskog područja s rasporedom stovarišta
A forest area with storage placement

SREDNJA UDALJENOST PRIVLAČENJA MEAN SKIDDING DISTANCE

Razmatranje problema optimizacije izgradnje šumskih cesta ne možemo racionalno i korektno provesti ako ne obratimo dovoljno pažnje na udaljenost privlačenja kao osnovnu veličinu i na bazi nje tzv. *srednju udaljenost privlačenja*. Šumska mreža prometnica mora biti planirana upravo na temelju smanjenja srednje udaljenosti privlačenja na minimalnu, što poslije ima za cilj smanjenje troškova privlačenja (minimizacija).

Pri prostornom planiranju i rasporedu šumskih prometnica srednja udaljenost privlačenja je ovisna o gustoći šumskih prometnica. Također se prilikom izbora prometnih sredstava pri privlačenju primjenjuje metoda određivanja srednje udaljenosti privlačenja.

L o v r i ć (1964) određuje srednju udaljenost prijenosa kod centralnog privlačenja pomoću statičkog momenta površine, odnosno polarnog momenta površine (slika 2). Pri određivanju srednje udaljenosti privlačenja primjenjuje površine pravilnih geometrijskih likova (trokut, pravokutnik, kvadrat, krug, kružni isječak i kružni vijenac). Za izračunavanje troškova pri takvoj metodi privlačenja autor se koristi izoeuforama. To su krivulje oblika ovisnog o raznim utjecajima. U ovom slučaju to su krivulje definirane kao skup točaka jedne krivulje od koje su jednaki troškovi prijenosa jednog m^3 posječenog drveta od nekoga određenog središta.



Sl. - Fig. 4. Prikaz statičkog momenta površine
Static surface moment

Pri objašnjavanju izračunavanja srednje udaljenosti centralnog privlačenja drvnih sortimenata Lovrić (1976) služi se metodom prema Saligeru, na osnovi slike 2. i izraza (površinski moment prvog reda).

$$S_p = \int dF r$$

Tumač znakova:

- S_p – moment površine prvog reda
- F – površina za koju se određuje srednja udaljenost privlačenja
- r – udaljenost od ishodišta (o) do elementarne čestice (dF)

Što se tiče srednje udaljenosti privlačenja, Lovrić (1964) smatra da se takvo privlačenje (prijenos drvene mase) odvija po vodoravnoj površini (F) na kojoj je posječeno drvo jednoliko raspoređeno. Pod pojmom srednje udaljenosti privlačenja razumijeva prosječnu daljinu (S_0) koja zamjenjuje pojedine udaljenosti (r) od svih točaka površine (F) do točke (o).

Pod pojmom srednje udaljenosti privlačenja ili »srednje transportne distance« Simonović (1949) govori o udaljenosti koje se pojavljuju u transportu različita materijala ili količine materijala na različitim udaljenostima (slika 3). Razmatrajući problematiku srednje udaljenosti, autor upotrebljava transportni moment (M_t). U

slučaju prikazanom na slici 3. *transportni momenti* iznose:

$$\begin{aligned}M_A &= q_A \cdot l_A \\M_B &= q_B \cdot l_B \\M_C &= q_C \cdot l_C \\M_D &= q_D \cdot l_D\end{aligned}$$

Suma transportnih momenata srazmjerna radu potrebnom da se izvrši cjelokupan izvoz količine šumskih produkata količine (Q) iznosi:

$$\sum_{i=1}^n M_i = q_A \cdot l_A + q_B \cdot l_B + q_C \cdot l_C + q_D \cdot l_D + \dots$$

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

$$M = Q l_s = l_s \cdot \sum_{i=1}^n q_i$$

Tumač znakova:

- q_i – količina drvnih sortimenata (proizvoda)
- l_i – udaljenost privlačenja (prijevoza)
- A, B, C, D – stovarišta drvnih sortimenata
- M_i – transportni moment
- Q – ukupna količina drvnih sortimenata
- L – ukupna količina šumskih cesta

Srednja udaljenost privlačenja drvne mase s naznačene šumske površine iznosi:

$$l_s = \frac{q_A \cdot l_A + q_B \cdot l_B + q_C \cdot l_C + \dots}{Q}$$

Odnos srednje duljine privlačenja (prijevoza) (l_s) prema ukupnoj duljini puta (L) naziva se *koeficijentom srednje udaljenosti privlačenja* (α):

$$\alpha = \frac{l_s}{L} \Rightarrow l_s = \alpha \cdot L$$

Ukupna duljina puta jest duljina svih putova koje je potrebno izgraditi da se cjelokupno posječeno drvo izveze s pretpostavljene šumske površine. U ovom slučaju možemo govoriti o *otvorenoj šumskoj površini – optimalno otvorenoj šumskoj površini*.

Za utvrđivanje troškova privlačenja Arnautović (1975) koristi *srednju udaljenost privlačenja*. U svojim radovima Arnautović određuje srednju udaljenost privlačenja na osnovi odnosa zbroja stvarne udaljenosti privlačenja pojedinog tereta, njegove mase, troškova za pojedinu udaljenost i zbroja mase pojedinog komada i troškova njihova privlačenja. Na temelju radova tog autora poslije su se istom metodom koristili i drugi autori, primjerice Knežević (1990, 1991), Knežević & Sever (1992), primjenjujući pri obradi osobno računalo.

$$l_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} l_i \cdot m_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^{i=n} m_i \cdot t_i}$$

Tumač znakova:

- l_s – srednja udaljenost privlačenja
- l_i – stvarna udaljenost privlačenja pojedinog tereta
- m_i – masa pojedinog tereta
- t_i – troškovi privlačenja za pojedinu udaljenost

Određivanje statičkih momenata površina i aksijalnih odnosno polarnih momenata inercije (slika 4) izvodi se na isti način kao i kod navedenih autora.

L o v r i ć (1954) govori da je srednja udaljenost privlačenja ona duljina na koju bi se prenijelo cjelokupno drvo uz isti trošak kao da se prenosi pojedino drvo s pojedinih točaka na odgovarajuću udaljenost.

U određivanju stvarne ili teorijske srednje udaljenosti privlačenja u metodološkom smislu možemo se služiti *analitičkim i empirijskim metodama*. Nadalje za srednju udaljenost privlačenja K n e ž e v i ć (1990) navodi da se može odrediti na tri načina:

- određivanje srednje udaljenosti privlačenja analitičkim ili grafoanalitičkim putem iz geometrijskog oblika sječine,
- određivanje srednje udaljenosti privlačenja u ovisnosti o razmaku putova,
- određivanje srednje udaljenosti privlačenja kao funkcije gustoće mreže putova.

S obzirom na reljefnu raznolikost terena na kojima se izgrađuju šumske ceste od ravnice do planina (gora) u određivanju srednje udaljenosti privlačenja potrebno je na nagnutom terenu odrediti kut nagiba (α) kako bi se ta udaljenost korektno odradila. U tu svrhu L o v r i ć (1976) pri određivanju srednje udaljenosti na nagnutim terenima ustanovljava srednji nagib terena (\bar{n}) za neku određenu površinu (F) i kosinu (E) pod određenim kutom nagiba (α).

Drvo se iz sastojine privlači prema prethodno prostorno planiranim i izvedenim traktorskim vlakama, optimiziranim prema postojećoj osnovi gospodarenja i određenim terenskim prilikama.

S a b a d i (1992) navodi da se kratke udaljenosti privlačenja i niski troškovi postižu samo uz velike troškove izgradnje šumskih cesta i obrnuto, minimalna izdvajanja za šumske ceste utječu na udaljenosti privlačenja i troškove.

OTVORENOST ŠUMSKOG PODRUČJA ACCESSIBILITY OF FOREST AREA

Otvaranje nekoga šumskog područja u prvome je redu određeni investicijski trošak, koji se svakom gospodarskom osnovom mora planirati. Učinak otvaranja šuma s obzirom na smanjivanje udaljenosti privlačenja odnosno troškova privlačenja bit će vidljiv tek u budućnosti. Drvo na šumskom terenu nepravilno je raspoređeno bez obzira na vrstu sastojine, zrelost sastojine, tipove vegetacije, vrstu sječice i ostalo.

Kako smo naprijed naveli, šumske ceste se ni u kojem slučaju ne mogu tretirati samo kao sredstvo po kojem se odvija transport drvnih sortimenata.

Govoreći o pojmu otvorenosti šuma, svakako moramo napomenuti da se sa stajališta ekonomičnosti tu radi o *optimalnoj otvorenosti šuma*. Prema gotovo svim autorima koji su se bavili istraživanjima o optimalnoj mreži šumskih prometnica možemo slobodno reći *da je to ona otvorenost kod koje su minimalni troškovi privlačenja i srednje udaljenosti privlačenja optimalni*.

Kod otvorenosti šuma određuje se stupanj otvorenosti, a šumska cesta ima utjecaj na otvaranje šuma samo u slučaju kada se smanjuje udaljenost privlačenja. Prema Tehničkim uvjetima za gospodarske ceste (1989) za izračunavanje stupnja otvorenosti treba primjenjivati ove kriterije:

- prometnica (ili njezin dio) koja ide kroz šumu uzimat će se s ukupnom duljinom (100%),
- prometnica koja prolazi rubom šume ili na udaljenosti od ruba šume do 300 m, a na njoj je moguć utovar, uzimat će se s 50% duljine,
- prometnica koja dolazi okomito na rub šume i tu se zadržava uzimat će se s duljinom od 500 m,
- plovni vodotok koji teče rubom šume, a služi za utovar šumskih sortimenata, uzimat će se s 50%,
- meki (zemljani) putovi koji otvaraju šumu samo relativno (tj. u sušnom razdoblju) neće se uzimati u obzir za obračun stupnja otvorenosti.

Prema prostornom rasporedu i položaju šumskih cesta razlikujemo tri osnovna tipa mreže šumskih cesta: *ravnične, brdske i planinske ceste*. U brdskom području istraživanja raspored šumskih cesta ovisi o konfiguraciji terena (orografske i hidrografske prilike), vodenim tokovima i ostalim čimbenicima koje možemo smatrati *gravitacijska područja*.

Klemenčić (1939) pod optimalnom gustoćom šumskih prometnica razumijeva onu gustoću koja nastaje kad su ukupni troškovi otpreme minimalni.

$$T_o = t_{iz} + (t_g + t_t)$$

Tumač znakova:

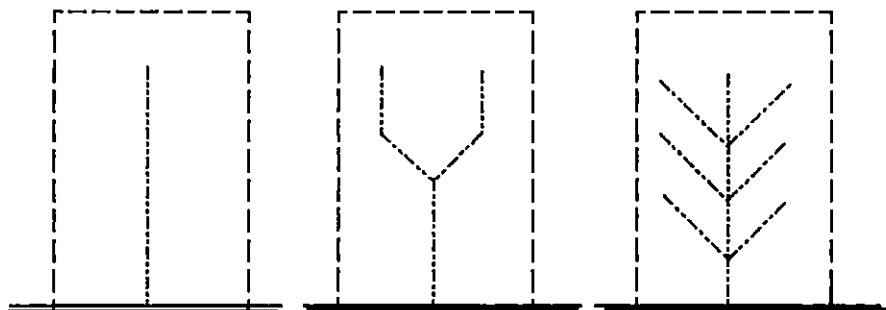
- T_o – trošak otpreme
- t_{iz} – trošak izvlačenja
- t_g – trošak gradnje
- t_t – trošak transporta

Za svaku pojedinu površinu odjela izrađuju se pojedine plohe ili linije i za svaku se određuje položaj težišta i udaljenost težišta od puta. Kao vrlo karakteristično za istraživanja gustoće transportnih naprava autor se koristi određenom šumskom površinom i na njoj izgrađenim proizvodnim šumskim prugama prema ovim formulama:

$$G = dg \rightarrow x = \frac{P}{d} \rightarrow d = \frac{P}{x} \rightarrow G = \frac{Pg}{x}$$

Tumač znakova:

- G – ukupni troškovi gradnje proizvodnih i mrtvih pruga
- g – prosječni trošak gradnje 1 m proizvodnih pruga
- d – dužina proizvodnih pruga u metrima
- P – površina u m^2
- x – pokazatelj kako su gusto izgrađene pruge na plohi (P)



Sl. - Fig. 5. Prikaz osnovnih modela prostornog rasporeda šumskih cesta
Basic models of the spatial organization of forest roads

Gustoća mreže šumskih putova nije trajni pokazatelj otvorenosti šuma jer se ona stalno mijenja s izgradnjom novih putova i uvođenjem novih tehnologija transporta drveta.

Larsson (1959) istražuje načine planiranja i otvaranja šuma optimalnom mrežom šumskih komunikacija primjenom *analitičke metode*. Kao osnovni modeli uzeti su odjeli pravilnoga pravokutnog oblika kod kojih se određuje način i udaljenost privlačenja ovisno o položaju i rasporedu šumskih cesta i traktorskih vlaka. Raspored šumskih cesta ovisi o uvjetima terena i u osnovnim modelima prikazan je na slici 5.

Pri određivanju optimalne gustoće mreže šumskih komunikacija određuju se ovi elementi:

- prosječna udaljenost transporta na šumskoj površini,
- trošak transporta po m^3 na šumskoj površini,
- prosječna udaljenost privlačenja,
- trošak transporta po m^3 do puta,
- ukupni transportni troškovi.

Petrović (1961) utvrđuje optimalnu količinu šumskih prometnica na osnovi ovih elemenata:

- razmak između postojećih prometnica,
- srednja udaljenost među postojećim prometnicama, odnosno srednja udaljenost privlačenja,
- linija privlačenja,
- privlačenje drvnih sortimenata na kamionske putove koje ovisi o konfiguraciji terena, a ovisno o položaju šumske ceste i površini koju ona zahvaća, drvo se može privlačiti na dva načina:
 - na obje strane puta s podjednako širokim pojasima privlačenja,
 - na obje strane puta s nejednako širokim pojasima privlačenja,
- koeficijent za korekciju linije privlačenja,
- kut privlačenja drvnih sortimenata na šumsku prometnicu.

Prema Petroviću (1961) optimalna gustoća mreže šumskih putova (g) jest recipročna vrijednost razmaka putova (d), što se lijepo vidi iz ovih formula:

$$d = \sqrt{\frac{20 \cdot B \cdot \sin \gamma}{q \cdot w \cdot b \cdot \beta}} \Rightarrow g = \sqrt{\frac{q \cdot w \cdot b \cdot \beta}{20 \cdot B \cdot \sin \gamma}}$$

Tumač znakova:

- d – razmak putova za privlačenje s jedne strane
- g – optimalna gustoća putova
- B – godišnji trošak građenja i održavanja po 1 km
- γ – kut pod kojim se drvo privlači na put
- q – drvena masa po 1 ha koja se privlači na put
- w – trošak privlačenja drva po 1 m
- b – koeficijent pravca u jednadžbi potrebnog vremena privlačenja ovisnoga o udaljenosti privlačenja
- β – koeficijent srednje udaljenosti privlačenja

A b e g g (1978) pri određivanju optimalnih obračuna šumske cestovne mreže uzima u obzir ove osnovne elemente:

- troškovi radnih putova i transporta za ceste u sastojini,
- troškovi održavanja finog otvaranja mrežom traktorskih vlaka,
- manjak koji nastaje zbog štete prouzročene sječom i iskorišćivanjem šumskih proizvoda.

Prema istom autoru otvaranje šuma povezano je s utjecajem šumskih putova na korisnike (aktivne i pasivne). Pod tim utjecajem na korisnike detaljno se razređuje: *psihološko, fizičko i rekreativno značenje*. Iz toga izlazi da autor ulazi u problematiku otvaranja šuma na jedan posve drugačiji pristup, odnosno gledajući općekorisnu ulogu šumskih cesta.

Pri razmatranju otvorenosti šuma stajalište slično Abeggovu u smislu složenosti problematike ima G u n d e r m a n n (1978), koji kod otvaranja šuma u planini osim čisto ekonomskih parametara uzima u obzir različite kvalitativne i kvantitativne kriterije. Razmatra djelovanje šumskih cesta na čovjeka i pri tome obrađuje *sociološko-higijenske, estetsko-emocionalne kriterije*. Nadalje šumske ceste promatra kroz prizmu djelovanja direktnih i indirektnih koristi kako na čovjeka tako i na okolicu. Gundermannova istraživanja problematike otvaranja šumskog kompleksa obuhvaćaju široku lepezu problema iz ekologije prostora (šuma).

Popović & Nikolić (1972) za optimalnu gustoću šumskih putova s ekonomskoga gledišta govore da ona nastupa onog trenutka kada su ukupni troškovi transporta drveta od panja do glavnog stovarišta minimalni. U analizu izučavanja problematike optimalne gustoće uzimaju u obzir ove elemente:

- srednja transportna udaljenost,
- prijevoz drveta kamionima,
- srednja udaljenost od panja do kamionskog puta,
- troškovi koji ovise o transportnoj udaljenosti,
- troškovi koji ne ovise o transportnoj udaljenosti.

Optimalna otvorenost računa se po formuli:

$$G_{ok} = \frac{10n \cdot \omega}{B} \dots \text{m/ha}$$

Tumač znakova:

- G_{ok} – optimalna gustoća kamionskih putova (m/ha)
- n – optimalni broj dionica puta
- ω – koeficijent povećanja duljine puta u odnosu na duljinu šume zbog krivine
- B – širina šume

Nikolić (1983) gustoću mreže šumskih putova izražava kao odnos ukupne duljine putova i površine (m/ha, km/1000 ha) za optimalan razmak putova. Optimalna mreža kamionskih putova mora biti postavljena tako da je u direktnoj vezi s optimalnom mrežom taktorskih vlaka. Šumske ceste imaju period amortizacije za koji je potrebno odrediti sječivi obujam drva (m³/ha), Nikolić ga prikazuje slijedećom formulom:

$$M = \frac{B \cdot L}{10000} \cdot i$$

Razmak putova:

$$x = 100 \sqrt{\frac{\text{tik} \cdot 2 \cos \alpha}{b_v \cdot i}}$$

Gustoća mreže kamionskih putova:

$$G = \sqrt{\frac{b_v \cdot i}{\text{tik} \cdot 2 \cos \alpha}}$$

Tumač znakova:

- M – sječiva drva masa u periodu amortizacije puta (m³/ha)
- B – širina sječine (m)
- L – duljina sječine (m)
- x – razmak među kamionskim putovima
- tik – troškovi izgradnje i održavanja puta (N.J./m)
- α – nagib terena
- b_v – troškovi privlačenja traktorom po vlaci (N.J./m³)
- i – intenzitet sječe u periodu amortizacije puta
- G – gustoća mreže kamionskih putova (m/ha)

Bojanin (1983) pri određivanju optimalne međusobne udaljenosti putova odnosno mreže putova uzima u obzir troškove gradnje puta te troškove privlačenja količine drva do puta.

Lovrić (1983) pri određivanju optimalne gustoće mreže šumskih komunikacija koristi se načelima logistike. Ovaj način izračunavanja problema otvorenosti šuma u svakom je slučaju jedan novi pristup i način obrade i prezentacije. Autor na osnovi modela uz primjenu dviju inačica otvaranja ovisno o stvarnoj udaljenosti privlačenja i priključnoj cesti razlikuje dvije vrste otvorenosti:

- *unutrašnja otvorenost šumskih predjela* odvija se transportnim sustavom izvlačenja koje se naziva fino odnosno detaljno otvaranje,
- *vanjska otvorenost šumskih predjela* je transportni sustav prijevoza i poznata je pod nazivom generalno otvaranje.

Arnautović (1975) otvorenost šuma obrađuje kao odnos duljine puta i jedinice otvorene šumske površine. Autor dijeli gustoću na dvije grupe:

- gustoća na osnovi ukupne duljine šumskih putova,
- gustoća na osnovi duljine proizvodnih šumskih putova.

Osim ovog razmatranja prema istom autoru gustoća mreže šumskih putova i razmak putova daju srednju udaljenost privlačenja koja vrijedi kad je:

- površina pravokutnog oblika,
- put prolazi sredinom površine,

- srednja udaljenost privlačenja proporcionalna međusobnoj udaljenosti putova.

Dietz i dr. (1984) optimalnu gustoću mreže šumskih komunikacija određuju prema vrsti i kombinaciji sredstava otvaranja, prostornom rasporedu linija otvaranja i gustoći tih linija. Kao optimalno rješenje upotrebljavaju ono koje za vrijeme posljednjeg razdoblja daje najveću neto iskorištenost odnosno najpogodniji odnos iskorištenosti i troškova. Optimalno otvaranje provode pomoću dviju metoda:

- analitička metoda,
- empirijska metoda.

Postavljanje problema otvaranja šuma mora biti povezano s ovim vrstama troškova:

- troškovi gradnje novih putova (investicije),
- troškovi održavanja putova,
- troškovi izvlačenja,
- troškovi prilaza i izlaska (pješački putovi),
- trajni gubici zbog izgradnje trasa šumskih cesta.

Optimalna mreža šumskih komunikacija promatra se kroz određeno razdoblje amortizacije za koju je uz godine trajanja (n) potrebno odrediti obračunsku kamatnu stopu (p) i rentni faktor (r). Prema istim autorima rentni faktor iznosi:

$$r = \frac{1,0 p^n \cdot 0,0 p}{1,0 p^n - 1}$$

Kod jednakih uvjeta optimalna gustoća putova raste:

- s predajućim troškovima novih gradnji po tekućem metru,
- s rastućim vremenom amortizacije,
- sa smanjujućom kamatnom stopom,
- s padajućim troškovima održavanja po tekućem metru i godini,
- s rastućim troškovima izvlačenja po 1 m³ i po 100 m,
- s rastućim troškovima radnika po satu,
- s rastućim iskorišćivanjem po m³/ha i godini.

Jeličić (1969) analizira optimalnu otvorenost odnosno optimalnu mrežu šumskih putova pod pretpostavkom da su putovi projektirani u istom međusobnom razmaku i da je drvna masa jednoliko raspoređena po površini. Optimum se postiže kod ukupnih minimalnih troškova transporta drva. Pri određivanju optimalne mreže šumskih prometnica Jeličić se koristi matematičkim modelima, a kao osnovne troškove uzima u obzir:

- troškove privlačenja i prijevoz,
- troškove gradnje i održavanja.

Sve troškove treba svesti na sadašnju vrijednost, što znači diskontuirati uz slijedeći rentni faktor:

$$f = \frac{1,0 p^n - 1}{1,0 p^n \cdot 0,0 p}$$

Optimalni razmak putova:

$$e_1 = \sqrt{\frac{A}{m \cdot a \cdot p_o} \cdot m \cdot b \cdot v_o + \frac{g}{f} + o}$$

Tumač znakova:

- f – rentni faktor za određeni broj godina i predviđenu kamatnu stopu
- p – postotak kamatne stope
- n – broj godina
- e_1 – optimalni razmak putova
- A – površina 1 ha = 10000 m²
- m – neto drvena masa za transport u tonama po ha
- a – koeficijent stvarne duljine privlačenja drva do puta
- p_o – troškovi privlačenja ovisni o daljini (din. po toni za 1 m puta) za transportno sredstvo kojim se privlači
- b – faktor promjenljive udaljenosti težišta drvnih masa koncentriranih kraj puta
- v_o – troškovi vožnje ovisni o daljini u din./toni za 1 m puta za vozila kojima se prevozi drvo
- g – troškovi gradnje 1 m puta
- o – troškovi održavanja za 1 m puta godišnje

Herpaly (1984) proučava odnose gustoće putova s različitim udaljenostima privlačenja, gdje stvarnu udaljenost privlačenja izražava na ovaj način:

$$t_o = \frac{t_m}{0,7071} = 1,4142 \cdot \frac{2500}{1} \cdot \frac{100}{E} = \frac{3535,5 \cdot e}{1}$$

Tumač znakova:

- t_o – stvarna udaljenost privlačenja
- t_m – okomita udaljenost privlačenja
- l – gustoća putova
- E – stupanj otvorenosti
- e – koeficijent otvorenosti

Povećanje gustoće mreže šumskih prometnica pridonosi uspjehu jer se smanjuju troškovi privlačenja i investicijskih ulaganja, a povećava se učinkovitost rada. Veličina otvorenosti može se utvrditi samo za konkretne šumske sastojine i konkretne sustave odnosno metode rada.

Knežević (1990) pri određivanju optimalne gustoće mreže šumskih putova u prebornim šumama Gorskog kotara primjenjuje osobno računalo s perifernom jedinicom digitizerom. Površine odjela su nepravilne, odjeli su podijeljeni na sektore kroz koje prolaze šumske prometnice. Za svaku elementarnu površinu određuje se težište sječine, površine i udaljenost privlačenja. Vrlo bitno je napomenuti da se ovom metodom simuliranja može u vrlo kratko vrijeme obraditi nekoliko inačica i usporedbom podataka odabrati najpovoljnija.

Pri određivanju elemenata otvaranja i određivanju optimalne gustoće mreže šumskih cesta određuju se ovi elementi:

- površina odjela,
- površina i koordinate težišta svakog sektora,
- distribucija mase po sektorima proporcionalno njihovoj površini,
- udaljenost težišta od određenog odredišta na vlaki odnosno šumskoj cesti,
- prosječna udaljenost privlačenja po jedinici drvene mase,
- prosječna cijena privlačenja pojedini drvene mase.

Sabadi (1992) kod optimizacije otvorenosti i otvaranja šuma pristupnim putovima navodi da se optimalna otvorenost kod minimiziranja troškova može odrediti za dvosmjerno i jednosmjerno izvlačenje prema sljedećim formulama. S

obzirom na postizanje algebarskog i geometrijskog optimuma postoji nekoliko praktičnih čimbenika:

1. *Optimalna udaljenost 1 km besmislena je uvažimo li da je maksimalan doseg sustava kabela samo 0,4 km.*
2. *Topografija može dopustiti samo određene trase puta, a one nisu jednake teorijskom razmaku.*
3. *Ako je oblik šumske površine nepravilan, postoje djelotvorniji načini polaganja mreže putova od pravokutne.*
4. *U konačnoj širini pravokutne mreže površine šume moguć je samo određen razmak putova, npr. u šumi širine 1,5 km moguće je po sredini izgraditi jedan put, pa bi granica izvlačenja bila u tom slučaju 0,75 km ili dva puta s duljinom izvlačenja 0,375 km.*

Kako je prije rečeno, gustoća putova je optimalna ako su ukupni troškovi minimalni:

$$Z_{\Sigma} + \Gamma_d = \min$$

Godišnji troškovi šumskog puta iznose:

$$T_{\Sigma} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

Tumač znakova:

- T_{Σ} – godišnji troškovi šumskog puta, ne ovise od udaljenosti (d)
- T_1 – troškovi održavanja šumskih putova
- T_2 – troškovi održavanja šumskih puteva:
 - (a) – troškovi tekućeg održavanja
 - (b) – troškovi periodičnih popravaka
- T_3 – troškovi vezani uz zajmove za izgradnju šumskih putova
- T_4 – trošak gubitka prihoda po jedinici površine
- Γ_d – godišnji troškovi privlačenja/izvlačenja

Trošak zbog gubitka prihoda s površine šume koja se siječe može se izraziti:

$$T_4 = \frac{l \cdot b}{10000} \cdot B \cdot \frac{p}{100}$$

Tumač znakova:

- l – duljina putova (m)
- b – širina putova (m)
- B – vrijednost zemljišta koje pokriva šumski put u n.j. po jedinici površine

Osim navedenih troškova putova potrebno je uzeti u obzir moguće troškove koji bi se mogli pojaviti pri izgradnji šumskog puta, kao što su troškovi nastali zbog saniranja kosina nastalih erozijom (usjeka ili nasipa nad potpornim zidovima).

Otvorenost šumskim cestama ili gustoća mreže šumskih cesta je veličina koja se iskazuje najčešće kao m/ha ili km/1000 ha. Međutim proučavajući istraživanja optimizacije otvaranja šumskih površina, vidimo da osim navedenih jedinica neki autori upotrebljavaju i druge mjerne jedinice. Tako Lovrić (1974) kao mjernu jedinicu upotrebljava km/km², gdje se duljina putova iskazuje u (km) i površina umjesto u (ha) u (km²). Također i Sabadi (1992) napominje da kao mogućnost iskazivanja optimalne mreže šumskih putova može primijeniti km/km², kada je riječ o pravilnim površinama.

Postotni odnos otvorene površine i cjelokupne površine gravitacijskog područja

nazivamo postotna otvorenost šume ili jednostavno stupanj otvorenosti koju iskazujemo u (%). Prema Juriku i dr. (1984) na osnovi takve otvorenosti odnosno pristupačnosti terena postoji pet osnovnih kategorija:

- do 65 % – nedovoljna otvorenost (pristupačnost),
- 65 – 70 % – malo zadovoljavajuća otvorenost,
- 70 – 75 % – zadovoljavajuća otvorenost,
- 75 – 80 % – vrlo zadovoljavajuća otvorenost,
- više od 80 % – izvanredno zadovoljavajuća otvorenost.

Kada govorimo o jedinicama kojima iskazujemo otvorenost šuma ili stupanj otvorenosti, potrebno je bilo navesti sve gore prikazane mogućnosti, jer smatramo da svaka od navedenih jedinica ima svoje pozitivno značenje.

NEKI ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA IZGRADNJU MREŽE ŠUMSKIH CESTA FACTORS INFLUENCING THE BUILDING OF FOREST ROAD NETWORK

Izgradnja šumskih cesta obavlja se u različitim terenskim uvjetima, sa stajališta graditeljstva općenito možemo govoriti o terenima na kojima se lagano grade šumske ceste i o terenima na kojima je izgradnja šumskih cesta uvjetovana raznolikim otežavajućim čimbenicima. U pogledu izgradnje šumskih cesta moramo pretpostaviti da se svaka šumska cesta prije nego što je izvedena planira na zemljovidu određenog mjerila. Pri tome je potrebno da se za jednu šumsku cestu izradi nekoliko inačica, pa da se zatim odabere ona koja je najpovoljnija. Naravno da se ovdje u prvom redu misli o tehnički najpovoljnijoj inačici koja će apsolutno zadovoljiti otvaranje određene šumske površine.

Izgraditi šumsku cestu, a pri tome u okolišu učiniti najmanje oštećenja zadatak je svakog tko radi na planiranju i izgradnji šumskih cesta. *Šumarski stručnjaci uz određena znanja iz bioloških i tehničkih disciplina potpuno su sposobni prihvatiti se vrlo odgovornog posla, kao što je izgradnja šumskih cesta.* Kada se u tom dijelu stručnog rada šumska cesta uklopi u okolicu, onda možemo sa sigurnošću reći da su planiranje i gradnja bili maksimalno i korektno izvedeni.

Upravo iz razloga da se omogući što lakše planiranje, projektiranje i izgradnja šumske cestovne mreže potrebno je obratiti pažnju na neke orografske i klimatske čimbenike, sastojinske prilike, šumsko tlo i sve ostalo što je za ovaj dio proizvodnje u šumarstvu od izuzetne važnosti. Dakako da će se neki od čimbenika koji utječu na izgradnju mreže šumskih komunikacija u daljnjem radu potanko obraditi, a pritom moramo kazati da su prethodno naznačeni ekološki problemi vrlo važni jer nastaju kao posljedica izgradnje.

Iz ovo područja istraživanja vrlo korisno je navesti da postoji niz autora koji su se zanimali za navedenu problematiku i koji su više ili manje uspješno obradili pojedine navedene čimbenike, koji utječu na izgradnju šumskih cesta. Različiti autori na sebi svojstvene načine obrađuju probleme utjecaja šumskih cesta i na prirodu i na čovjeka. Već smo prije napomenuli da se G u n d e r m a n n (1978) bavi djelovanjem šumskih cesta na čovjeka i proučava čitavu lepezu problema iz ekologije šuma (prostora). Nadalje A b e g g (1978) navodi da šumske ceste također djeluju na

korisnike i da šumske ceste imaju i druga značenja, a ne samo iskorišćivanje u tehničkom smislu. Vrlo značajne radove o odnosu-cesta-čovjek-okoliš objavio je Lovrić (1978, 1979, 1982, 1984, 1986).

Na prostorni raspored i kvalitetu šumskih cesta svakako utječu ovi osnovni čimbenici:

1. morfologija mikoreljefa (terena)
2. geološki odnosi
3. klimatski odnosi,
4. stanje sastojina i bonitet šumskog tla.

MORFOLOGIJA MIKRORELJEFA (TERENA) MICRORELIEF MORPHOLOGY

Kvaliteta šumskih cesta izravno ovisi o njihovu položaju. Preveliki nagibi padina, izbrazdanost terena, različite karakteristike mikoreljefa onemogućavaju kvalitetnu izgradnju šumskih cesta. Geološka starost i podrijetlo karakteristično za određeni reljef i određene morfološke odnose ima za pretpostavku da će se na nekom drugom terenu iste starosti pojavljivati isti morfološki odnosi Jurík i dr. (1984).

Troškovi građenja šumskih cesta u neposrednoj su vezi s izmjenama nagiba padina brdskih i planinskih šumskih područja. Veliki nagibi padina uzrokuju dodatne troškove gradnje u obliku obložnih i potpornih zidova. Ako znamo da svaki potporni zid mora biti izveden prema statičkom proračunu i uz primjenu najkvalitetnijega građevinskog materijala, to je razumljivo povećanje cijene koštanja buduće šumske ceste. Bez obzira na to što se radi gradnje obložnih i potpornih zidova upotrebljava tzv. lokalni kameni građevinski materijal, cijena takvih tehničkih gradnji je vrlo visoka.

Kao posljedica izgradnje šumskih cesta na vrlo nepovoljnim terenima imamo relativnu stabilnost u pogledu erozijskog djelovanja površinskih (oborinskih) voda.

Osnovna svojstva površinske gorovitosti Basic properties of mountainous surfaces

Ovaj čimbenik koji bismo zapravo mogli nazvati raščlanjenost gravitacijskog područja s obzirom na vodene tokove i postojeće šumske ceste ima izravan utjecaj na troškove gradnje šumskih cesta. Ponajprije od svojstva površinske gorovitosti zavisi pravilno planiranje i raspored šumskih cesta, a poslije u procesu gradnje šumskih cesta tim svojstvima ovisi nagib usječenih i nasipanih kosina, pravilna izrada odvodnje (odvodni jarci), sustavi drenaža i drugo.

Pod pojmom površinske gorovitosti Jurík i dr. (1984) razumijevaju raščlanjenost (člankovitost) terena i određuju *koeficijent raščlanjenosti terena (m)*. On je usko povezan s razvedenošću i gustoćom vodenih tokova. Ovaj se koeficijent kreće od 1,13 do 3,25.

U nas se ovaj koeficijent ne određuje i za njega ne postoje nikakvi pismeni zapisi ni dokumenti kako bi se mogla provesti usporedba.

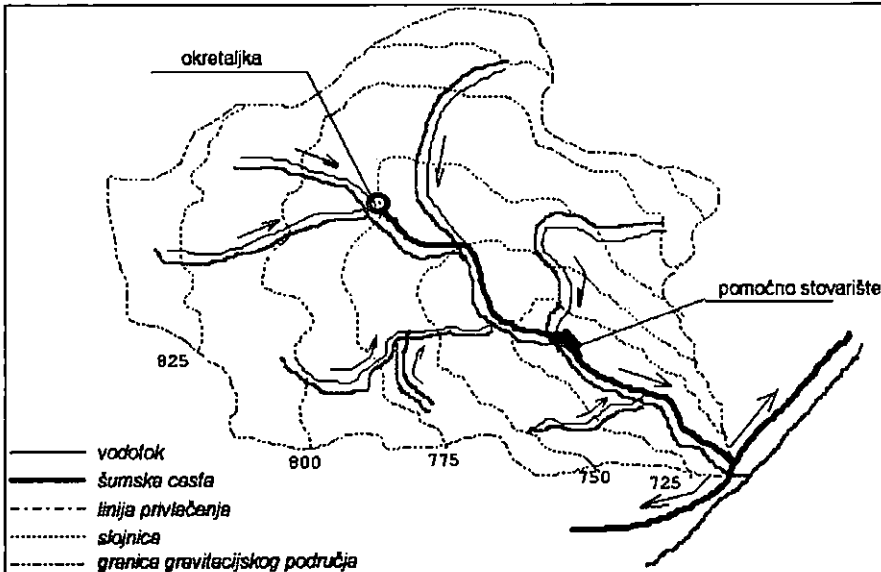
Gustoća mreže vodenih tokova Density of waterways network

Sa stajališta problematike izgradnje šumskih cesta zasigurno jedan od najvažnijih čimbenika je upravo gustoća mreže vodenih tokova. Svaki vodeni tok produžuje dužinu šumskih cesta, otežava privlačenje, produžuje udaljenost privlačenja i općenito možemo reći da otežava proces iskorišćivanja šuma.

Prema rasporedu izgrađenih šumskih cesta na području s vodotocima možemo zaključiti da šumske ceste presijecaju vodotoke na mjestima gdje se najlakše izvode propusti, osim u iznimnim slučajevima kada to nije moguće ili kada raspored šumskih cesta to onemogućava. U pravilu mreža šumskih cesta u teškim terenskim uvjetima s prisutnim vodotocima ima manju gustoću nego u ostalim reljefnim oblicima. U tom slučaju povećava se količina traktorskih vlaka i na taj se način površina otvara uz minimalne troškove privlačenja.

Vodotoci (slivna područja) zauzimaju određenu produktivnu šumsku površinu na kojoj se izgrađuju sve potrebne šumske prometnice kako bi se takvim područjem moglo racionalno gospodariti. Takve šumske površine s određenim obujmom drva za sječu u procesu izrade prostornih planova, zatim same gradnje optimalne mreže šumskih cesta nazivamo *gravitacijska područja*.

Vodotoci prema Gjuroviću (1984) tijekom godine nose određenu količinu vode te s obzirom na intenzitet oborina, količinu, brzinu i protok mogu imati najniži vodostaj, prosječni vodostaj i najviši vodostaj. Upravo zbog moguće maksimalne količine vode u vodotocima, a time i mogućnosti stvaranja oštećenja potrebno je planirati izgradnju propusta, mostova, potpornih zidova i ostalih tehničkih sigurnosnih gradnji kod šumskih cesta.



Sl. - Fig. 6. Prikaz rasporeda gravitacijskog područja s vodotocima i šumskim prometnicama
The placement of the gravitation areas with waterways and forest roads

Svako vođenje terase u gorju s vodenim tokovima produžuje duljne šumskih prometnica i na taj način povećanje investicija potrebnih za njihovu izgradnju. Ukupna gustoća vodotoka u gravitacijskom području može se iskazati kao odnos ukupne duljine vodenih tokova i površine (km/km^2). Prema J u r i k u (1984) taj se odnos kreće između 0,6 i 2,08 km/km^2 .

Za određivanje pravilnog odnosa vodotoka i površine gravitacijskog područja od vrlo velike važnosti je određivanje poprečnog nagiba vodotoka i vododjelnica kako bi se mogla pravilno planirati izgradnja šumskih cesta. Nemožemo kazati da je najjednostavnije graditi šumsku cestu uz vodotok iz razloga što nam je jedan od ograničavajućih uvjeta kod šumskih cesta uzdužni nagib, koji ne bi trebao prelaziti 8% (osim u iznimnim slučajevima). S obzirom na kvalitetu izgrađenih šumskih cesta i njihove pravilne tehničke elemente (širina kolnika, bankina, poprečan nagib, uzdužni nagib, iskrivljavanje i sl.) idealno bi bilo da se presjecanje vodenih tokova izvodi što je moguće više u samom početku nastajanja slivnog područja. Na taj se način smanjuju troškovi izgradnje, veličina zemljorada, a postiže se odgovarajuća kvaliteta.

U ovom dijelu nikako ne smijemo zaboraviti napomenuti da moramo osobitu pažnju posvetiti zaštiti voda i sve radnje koje se izvode u takvim uvjetima zahtijevaju suradnju s vodoprivrednim stručnjacima (erozijsko djelovanje vode, zaštita izvora pitke vode i sl.).

GEOLOŠKI ODNOSI GEOLOGICAL CIRCUMSTANCES

Vezano za navedene odnose vodotoka i reljefa s gledišta pravilne izgradnje šumskih cesta vrlo važni su geološki odnosi nekoga šumskog područja. Kako ćemo u poglavlju »Područje istraživanja« detaljno objasniti osnovne geološke odnose koji vladaju na Zagrebačkoj gori, ovdje ćemo navesti samo nekoliko osnovnih napomena. Geološka karta svakog područja je obveza bez koje nije moguće spoznati cjelokupnu problematiku istraživanja.

U osnovne elemente geoloških odnosa ubrajamo raspored i broj vrhova nekog područja, zatim njihovo pružanje u prostoru i položaj. Potrebno je nadalje utvrditi u koju geološku grupu po postanku, sastavu i ostalim geološko-petrografskim karakteristikama pripada područje na kojem se izvodi gradnja.

Nadalje potrebno je detaljno upoznati sve izmjene i tvorbe geoloških naslaga kako bi izgradnja i položaj šumskih cesta bili optimalni u odnosu na geološke prilike. Ako ne postoji detaljna karta geološkog područja gdje se izvodi istraživanje, tada ga je potrebno na osnovi faktora vjerojatnosti usporediti sa sličnim terenom i uklopiti se maksimalno korektno u stvarne prilike.

Prema H e r a k u (1980) o postanku Zemljine unutrašnjosti postoje različite teorije, koje se vrlo često razlikuju i u vrlo bitnim pitanjima. S toga razloga ovdje ćemo napomenuti samo osnovne površinske odnose koji se mogu pojaviti na terenu. Ono što je za nas najvažnije to je površinski sloj ili *litosfera*, ispod njega dolazi *plašt* i u sredini je *jezgra*. Od strukturnih oblika litosfere najvažniji su slojevi, bore, rasjedi i navlake kao površinski elementi o kojima svakako moramo voditi računa prilikom odabira najpovoljnije trase šumske ceste. Geološke karte nisu detaljno izrađene tako

da na samom terenu moramo uočiti njegove posebnosti. S gledišta izgradnje šumskih cesta (uzdužnog nagiba, usjeka i nasipa) važno je pružanje i pad nagnutih slojeva.

KLIMATSKI ODNOSI CLIMATIC CIRCUMSTANCES

Što se tiče klimatskih odnosa, u ovom dijelu općenito možemo govoriti samo o onim značajkama klime koje imaju izravan utjecaj na izgradnju i održavanje šumskih cesta. Količina oborine koja padne na godinu dana i zatim njezin raspored po godišnjim dobima utječe na dimenzije cijevnih propusta i stoga moraju biti maksimalno dimenzionirani bez obzira na učestalost visokih voda. Velika količina oborina s druge strane negativno utječe na samu kolničku konstrukciju gornjeg stroja šumskih cesta. Oborinska voda odnosi vezni materijal i zbog toga u području gdje je velika količina oborina održavanje šumskih cesta nije jednostavno, ako želimo imati stalno prohodne i provozne ceste. Osim kiše i mraz negativno utječe na razaranje kolničke konstrukcije, a pogotovo je njegova destruktivna snaga izražena kod kolničkih konstrukcija izvedenih od emulzija bitumena ili asfalta.

Za potrebe šumarske prakse koristimo se klasifikacijom klime po Köppenu, jer on smatra biljni svijet indikatorom koji reagira na klimu. Njegova klasifikacija sastoji se od 11 osnovnih klimatskih tipova svrstanih u 5 razreda (Bertović 1980).

U području s izrazitim vjetrovima dolazi do površinskih eolskih erozija i također odnošenja sitnoga veznog materijala. Odroni koji se pojavljuju kod većih usjeka također mogu biti izazvani djelovanjem vjetra. Kod takve deformacije kosina karakteristično je ispadanje pojedinih komada stijena (Pičman 1983). Sa stajališta sanacija oštećenja postoje vrlo jednostavne i kvalitetne metode.

Osim: kiše, vjetra i mraza od ostalih oborina najviše pažnje treba obratiti na snijeg. Snijeg kao oborina traži veće troškove održavanja (čišćenje) i s obzirom na njegovo zadržavanje na kolničkoj konstrukciji smanjeno je vrijeme iskoristivosti šumskih prometnica.

Stabilnost šumskih cesta ovisi među ostalim i o promjenama temperature, pa je potrebno poznavanje minimalnih i maksimalnih temperatura.

STANJE SASTOJINA I BONITET ŠUMSKOG TLA STAND CONDITION AND FOREST SOIL CLASS

Prema autorima Mihajlov & Pranjić (1980) pod bonitetom možemo smatrati mjeru ili stupanj plodnosti nekog tla. Na bonitet nekog staništa utječe više grupa čimbenika, kao što su edafski, klimatski i atmosferski, orografski ili reljefni, biološki.

Kvaliteta šumskog tla od najveće je važnosti za kvalitetu šumskih cesta. Ako sada zanemarimo tla koja su razvijena u nizinskim šumama (sa stajališta graditelja), to su nenosiva tla, promotrimo li tla u brdima, vidimo da su neka podložna većoj ili manjoj eroziji. Utjecaj i količina stjenske mase omogućava gradnju jeftinijih šumskih cesta zbog odgovarajuće kvalitete građevinskog kamena u matičnom supstratu.

Humus kao mrtvu organsku tvar prije početka svake gradnje potrebno je odstraniti i deponirati. Debljina toga sloja utječe poslije pri dimenzioniranju kolničke konstrukcije i kvalitete cesta. Deponirani humusni sloj se treba iskoristiti za prekrivanje novih kosina usjeka ili nasipa. Nekvalitetna šumska cesta na loše izvedenoj podlozi s donjim strojem uvjetovat će propadanje teških vozila i stvaranje kolotraga ispod kotača vozila, a grbina u sredini trupa šumskih cesta.

Podatke o kviliteti i vrstama šumskog tla i bonitetu odnosno kvaliteti i vrsti sastojke potrebno je uzeti iz »Uređajnog elaborata – osnove gospodarenja« ili se koristiti pedološkom kartom određenog predjela.

UTJECAJ KONFIGURACIJE TERENA NA OPTIMALNU OTVORENOST ŠUMA OPTIMAL FOREST ACCESSIBILITY AS INFLUENCED BY TERRAIN CONFIGURATION

Kad smo se upoznali s osnovnim morfološkim i inim karakteristikama terena možemo shvatiti koliko je složeno planiranje i optimalno otvaranje mrežom šumskih cesta u brdskom i planinskom terenu. Kao jedan od mnogih čimbenika koje ćemo detaljnije proučiti, a važan je za postavljanje mreže šumskih prometnica, jest *konfiguracija terena*.

Mnogi strani i domaći autori obradili su ovu problematiku s različitim pristupima, rješenjima i postavkama. Općenito gledano, kod konfiguracije terena postoje dva osnovna načina određivanja nagiba terena: jedan se iskazuje u stupnjevima (α), a drugi u postocima (%).

Mnogi su autori poput H a f n e r a (1964) izvodili klasifikaciju terena i u okviru pojedinih tipova reljefa tražili optimalna rješenja mreže šumskih prometnica, analizirajući pri tome relevantne čimbenike koji utječu na njihovu gustoću. Naravno da je uz takvo istraživanje potrebno i golemo iskustvo.

Na osnovi prosječnog n a g i b a t e r e n a možemo također odrediti optimalnu mrežu šumskih komunikacija razmatrajući pravilan raspored cesta u uzdužnom i vodoravnom smislu.

Vrlo je teško govoriti o točnosti pojedinih načina prikazivanja obrade nagiba terena, no jedno je sigurno točno da jedinstvenog načina nema. Upravo iz tog razloga u različitim zemljama postoje posebne metode klasifikacije šumskih terena glede transportnih sredstava rada, nagiba, količine drvene mase, geološke podloge i ostaloga.

Koristeći se mnogim izvorima domaće i strane literature, možemo razlikovati različite pristupe u rješavanju navedene problematike. Ovaj rad ima za cilj upoznati se s nekim mogućnostima primjene navedenih rješenja. Na taj način rješavanje samog problema postaje jednostavnije i pri tome neke metode se ili odbacuju ili modificiraju prema mogućnostima istraživanja.

S druge strane nedostatna terenska oprema ne omogućava apsolutnu primjenu svih metoda, što je jedan od ograničavajućih čimbenika o kojima se svakako mora voditi računa. Hidrografske prilike imaju vrlo veliko značenje u istraživanju konfiguracije terena i osim površine koju obuhvaćaju vrlo je važan prostorni raspored vodenih tokova i vododjelnica.

Kako je navedeno, gravitacijska područja su jedan od osnovnih elemenata istraživačkog i praktičnog rada u izučavanju problema gradnje šumskih komunikacija u brdskom i planinskom području.

Tičerić (1991) utvrđuje odnos gravitacijskog područja i stupnja utjecaja konfiguracije terena na optimalnu gustoću šumskih putova. Pri određivanju stupnja otvornosti šumskog područja koristi se analitičkom i empirijskom metodom.

Primjenom *analitičke metode* otvaranje šumskog područja izvodi se bez pret hodnog trasiranja, a optimalna mreža šumskih prometnica postavlja se računskim putem. Nakon dobivenih optimalnih gustoća mreže šumskih prometnica na terenu se određuje njihov prostorni razmještaj.

Primjenom *empirijske metode* otvaranje područja izvodi se planiranjem mreže šumskih prometnica optimalne gustoće, zatim usporedbom inačica kao optimalna otvorenost uzima se ona koja ima najnižu cijenu.

Metoda rada zasniva se na projektiranju šumskih cesta na karti, potom njihova obrada s obzirom na stvarne terenske prilike. Pri utjecaju konfiguracije terena na otvorenost nekoga gravitacijskog područja količina drveta za sječu određuje se na osnovi prosječnog etata. Pri tome se pretpostavlja da je cjelokupna količina drveta za sječu jednoliko raspoređena po nepravilnoj površini. Kao ulazni podaci uzeti su: *prosječan etat od 3,40 m³/ha, prosječna cijena gradnje i održavanja 1 km šumske ceste od 18750 DEM, prosječni volumen komada drvnog sortimenta 0,5 m³, prosječna brzina vožnje kamiona bez prokolice iznosila je 25 km/h.*

Ova su istraživanja pokazala da etat po jedinici površine ima odlučujući utjecaj na vrijednost optimalne gustoće mreže šumskih putova. Na osnovi navedenih istraživanja odnosa konfiguracije terena i optimalne mreže šumskih puteva (g.) rezultati su pokazali sljedeće:

- *ravnične šume zahtijevaju najmanju optimalnu otvorenost gustoće šumskih cesta 10,10 m/ha,*
- *šumska područja zatvorenih slivova imaju optimalnu gustoću 10,73 m/ha,*
- *šume na padinama imaju optimalnu gustoću 16,36 m/ha,*
- *šume podbrđa imaju optimalnu gustoću 13,52 m/ha,*
- *šume na visoravni imaju prosječnu vrijednost optimalne gustoće 15,18 m/ha.*

Osim navedenih odnosa Tičerić (1991) pri određivanju optimalne gustoće vezane uz problematiku konfiguracije terena upotrebljava i koeficijente šumovitosti za različite prosječne vrijednosti etata.

Do bre (1990) navodi da količina rada i s njom u svezi cijena gradnje šumskih cesta ovisi o mnogo različitih čimbenika. Između ostaloga autor navodi da se u brdu i planini osobito pažnju treba pokloniti proučavanju ovih dvaju čimbenika:

- *nagibu terena,*
- *kategorizaciji stijena.*

Prema tom autoru nagib terena je moguće relativno točno odrediti, ali pri određivanju kategorije stijena nemogu se isključiti subjektivne ocjene.

Pri određivanju nagiba terena ustanovljene su četiri osnovne grupe i za njih prosječne (granične) vrijednosti nagiba terena, što je vidljivo iz tablice 1.

Oznaka razreda	0 %	20 %	40 %	60 %
Nagnutost terena	0 - 10 %	11 - 30 %	31 - 50 %	51 - 70 %

Tab. 1. Razdioba nagiba terena na razrede
Classified terrain inclination

Kako se smatra da na nagibima većim od 70% ne gradimo šumske ceste velikih duljina, ovi su razredi raspoređeni upravo do navedene granične vrijednosti. Oznake razreda nagiba terena zapravo predstavljaju predjele na kojima su izgrađene šumske ceste odgovarajuće kvalitete (jednako tlo, nagnutost i oblik terena su približno isti ili se nebitno razlikuju, tehnički elementi cesta su jednaki i ostalo).

Pri kategorizaciji stijena umjesto GN 200 koje su se upotrebljavale u Sloveniji od 1981. primjenjuje se klasifikacija stijena prema JUS U. É. 1.010. Taj se standard primjenjuje u graditeljstvu u gradnji javnih cesta, pa se kao takav koristi i u gradnji šumskih cesta.

Lovrić se (1980) u proučavanju klasifikacije šumskih terena koristi mnogim stranim i domaćim autorima (Löf fler, Sam set, Bjer kel und, Carlsson, B o j a n i n i Sever i dr.) i između ostaloga utvrđuje da se u svih autora primjenjuje nagib terena kao izvorna veličina. Na kraju nakon detaljne analize različitih klasifikacija terena autoru se nameće tvrdnja da u nas ne postoji odgovarajuća klasifikacija šumskih terena.

Ako znamo da pri planiranju otvaranja šuma nagib terena ima jednu od odlučujućih uloga, onda rad na klasifikaciji terena treba u potpunosti provesti prema svim do sada poznatim i priznatim metodama istraživanja.

K r p a n se (1990) također bavi klasifikacijom šumskih terena u teškim uvjetima rada u iskorišćivanja šuma. Za određivanje nagiba terena uzima podatke dobivene na osnovi istraživanja provedenih u tri gospodarske jedinice šumarije Zagreb i jednoj šumarije Samobor. Na temelju dobivenih rezultata autor razvrstava nagib terena u 12 klasa (tablica 2).

KLASA	NAGIB (%)	KLASA	NAGIB (%)	KLASA	NAGIB (%)
1	0-10	5	26-30	9	46-50
2	11-15	6	31-35	10	51-55
3	16-20	7	36-40	11	56-60
4	21-25	8	41-45	12	61-70

Tab. 2. Raspored klasa nagiba na Medvednici i Samoborskom gorju
Inclination classes on the Medvednica and Samoborsko Gorje mountains

Prema navedenim klasama za Medvednicu su izrađene karte u dvije varijante. Karte pružaju uvid u zastupljenost pojedinih nagiba, njihovu disperziju, pokrovnost površine odedenim nagibom i površinsku povezanost.

R ó n a y (1982) u proučavanju učinkovitosti racionalizacije rada u tehnologiji iskorišćivanja bukovih sastojina navodi tri grupe nagiba terena:

- 0 – 25 % (20 %)
- 25 – 40 %,
- > 40 %.

Kod strmijih nagiba u gradnji traktorskih vlaka duljine se bitno smanjuju, a duljine šumskih cesta kod takvih nagiba terena također postaju kraće.

K o š i r (1982) raščlanjuje površinu šuma šumskogospodarskog područja Slovenije i pri tome navodi da za klasifikaciju terena postoji dva osnovna skupa čimbenika: *nepromjenljivi i promjenljivi čimbenici*.

Nepromjenljivi čimbenici – nagib terena, geološka podloga, svojstva tla, konfiguracija terena, erodibilnost, nadmorska visina i dr.

Promjenljivi čimbenici – otvorenost šuma sa šumskim prometnicama, prijevozna udaljenost, oblik sastojine, drvena masa, prirast, sječivi etat, vrsta sječe i dr.

Površina šumskog tla s obzirom na nagib terena dijeli se na pet kategorija:

- glatka,
- kamenita 20 – 50 %,
- kamenita iznad 50 %,
- stjenovita 10 – 30 %,
- stjenovita iznad 30 %.

K u l u š i ć (1990) razmatra problematiku klasifikacije šumskih terena na području BiH, gdje s geološko-pedološkog stajališta postoji šest kategorija. Nagib terena razmatra preko faze privlačenja za traktore različitih snaga (kW).

Koristeći se nagibom terena u analizi tehničke dokumentacije za izvedbu šumske cestovne mreže, L o v r i ć (1986) navodi da su trase šumskih cesta vijugave i prilagođene terenu s malim zemljanim i umjetnim radovima. Stoga je mrežu šumskih cesta potrebno prilagoditi morfologiji terena jer ćemo samo na taj način postići odgovarajući učinak.

Promatrajući primarno i sekundarno otvaranje šumskih područja odnosno radove na privlačenju i prijevozu, J e l i ć i ć (1985) nagib terena dijeli na devet grupa, što je prikazano u tablici 3.

Trasiranje i projektiranje šumskih cesta u planinskim predjelima povezano s nagibom terena (time i određivanje veličine nasipa i usjeka) E r l a c h e r (1991) povezuje s geološkim, hidrološkim i ostalim orografskim elementima. S obzirom na nagib terena šumske ceste se trebaju uklopiti u okoliš, jer s velikim nagibom terena nastaju erozijska djelovanja vode.

Vrlo potanko proučavanje i istraživanje klasifikacije terena provodi L ö f f l e r (1991). O svojstvima terena navodi da su to *svojstva koja određuju stupanj težine i mogućnosti i ograničenja šumskih radova, pa stoga služe za označavanje i klasifikaciju terena*. Svojstva terena su trajna ili nepromjenljiva, podložna su sezonskim i srednje do dugoročnim promjenama. Terenska svojstva na nižoj i višoj razini prikazana su u tablicama 4. i 5.

Za klasifikaciju terena preporučuju se predviđanja u dvije klasifikacijske razine:

- makroopis terena ili regijska klasifikacija ili klasifikacija terena na višoj razini;
- mikro opis terena ili lokalna klasifikacija ili klasifikacija terena na nižoj razini.

Napomena uz tablicu: U tablici 3. predznak pred nagibom terena označava:

- (-) vuča u padu
- (+) vuča u usponu

KLASA	VRSTA TERENA	NAGIB TERENA (%)
1	Ravan teren	od - 10 do + 10
2	Blago nagnut u padu	od - 11 do - 20
3	Umjereno nagnut u padu	od - 21 do - 30
4	Strm teren u padu	od - 31 do - 50
5	Vrlo strm teren u padu	preko - 51
6	Blago nagnut u usponu	od + 11 do + 20
7	Umjereno nagnut u usponu	od + 21 do + 30
8	Strm teren u usponu	od + 31 do + 50
9	Vrlo strm u usponu	preko + 50

Tab. 3. Prikaz rasporeda klasa nagiba
Distribution of inclination classes

Gledajući stanje terena, vidimo da je on karakteriziran s dva pokazatelja:

- nagibom kao glavnim i obveznim čimbenikom,
- oblikom ili tipom kosine s dužinom nagiba kao izbornim pokazateljem.

L ö f f l e r (1991) navodi da je moguća vizualna procjena neravnosti terena uz primjenu stereofotografija i drugih postupaka. Prepreke koje se pojavljuju na površinskoj neravnosti mogu se točno utvrditi za površine veličine 100 m².

Pri klasifikaciji nagiba terena pretpostavlja da nagib može biti glavni i obvezatan čimbenik, a s obzirom na oblik ili tip kosine s dužinom nagiba može biti izborni čimbenik. Oblik ili tip nagiba može biti sljedeći: P (pravilan nagib), U (valovit nagib), T (terasast nagib), V (konkavan nagib), X (konveksan nagib).

Duljine nagiba mogu biti neprekinute i prekinute. S obzirom na duljinu nagiba one su svrstane u pet grupa:

- Grupa 1 25 - < 100 m
- Grupa 2 100 - < 200 m
- Grupa 3 200 - < 300 m
- Grupa 4 300 - < 700 m
- Grupa 5 700 m ili više

Osim navedene podjele grupa nagiba prema duljinama L ö f f l e r (1991) prikazuje i grupe nagiba u stupnjevima i postotku (tablica 6).

TERENSKA SVOJSTVA	OBVEZATNO (upotrijebit će se)	IZBORNO (može se upotrijebiti)
1	2	3
MAKROTOPOGRAFIJA		
– udio grupa skupljenih nagiba	x	–
– razvrstanost makrotopografije	–	x
KLIMATSKI UVJETI		
– klimatska zona	x	–
– tip klime	x	–
– srednje godišnje oborine	–	x
– srednja godišnja temperatura	–	x
– broj dana godišnje sa smrzavicom	–	x
– broj dana godišnje sa snježnim pokrovom	–	x
GEOLOGIJA		
– osnovni materijal	–	x
– način oblikovanja	–	x
STANJE TLA		
– prevladavajuće (slojevi) grupe tala	x	–
– prevladavajući uvjeti drenaže (isušivanja)	–	x
INFRASTRUKTURA		
– šumska infrastruktura (gustoća kamionskih cesta unutar šume)	x	–
– javna infrastruktura	–	x

Tab. 4. Terenska svojstva pri utvrđivanju više terenske razine
Terrain characteristics in establishing higher terrain levels

TERENSKA SVOJSTVA	VARIJABILNOST	OBVEZATNA (upotrijebit će se)	IZBORNO (može se upotrijebiti)
1	2	3	4
STANJE TLA			
– tip tla (odgovara čvrstoći tla) odgovarajuće zrnitosti (granulacije) i isušenosti te moguće gustoće	sezonska promjena	x	–
– dubina tla	promjenljiva (stalna)	–	x
– očvršćavajući čimbenici (korijenje i dr.)	srednje trajanje promjene	–	x
– smrznuto	sezonske promjene	–	x
NERAVNOST TERENA			
– grupe neravnosti terena (odgovarajućih veličina i visina stalnih prepreka)	promjenljive (stalne)	x	–
– povremene prepreke (eksploatacijski ostatak, panjevi)	srednje trajanje promjena	–	x
STANJE NAGIBA			
– grupa stupnja nagiba (strmost)	promjenljivo (stalno)	x	–
– oblik ili tip nagiba	promjenljivo (stalno)	–	x
– duljina strmine		–	x
INFRASTRUKTURA			
– klase udaljenosti prometanja izvana putova)	srednje od dugotrajne promjene	(x)	x
SNJEŽNI UVJETI			
– snježni uvjeti	sezonske promjene	–	x

Tab. 5. Terenska svojstva na mikrorazini ili nižoj klasifikaciji
Terrain characteristics at micro-level or lower classification

NAGIB GRUPE	GRADIJENT		OPIS (sa stajališta nagiba)
	POSTOTAK (%)	STUPANJ (°)	
1	0 ... < 10	0 ... < 6	ravnični teren
2	10 ... < 20	6 ... < 11	umjereni teren
3	20 ... < 33	11 ... < 18	srednje povoljni teren
4	33 ... < 50	18 ... < 27	strmi teren
5	50 +	27 +	vrlo strmi teren

Tab. 6. Grupe nagiba prema njihovim veličinama
Inclination groups according to their values

Upoznavši se detaljno s problematikom istraživanja izgradnje optimalne mreže šumskih cesta radi daljeg istraživanja, potrebno je ukratko spomenuti i koje je značenje šumskih cesta (općenito prometnica) na okoliš i na koje se načine moraju planirati i projektirati. Samo poznavanjem svih navedenih parametara možemo postaviti šumsku cestovnu mrežu optimalno položenu s gledišta iskorišćivanja i ekoloških zahtjeva.

ZNAČENJE IZGRADNJE ŠUMSKIH CESTA U ODNOSU NA ŠUMSKU POVRŠINU SIGNIFICANCE OF FOREST ROAD BUILDING AS RELATED TO FOREST SURFACE

U težnji za optimalnim gospodarskim razvojem u posljednje vrijeme potreba za novom izgradnjom šumskih cesta naglo se povećala. Šumarstvo kao grana privrede sa svojim prirodnim bogatstvom, koja treba stalno obnavljati i održavati prema svim poznatim znanstvenim i praktičnim spoznajama, ima i nadalje lijepu budućnost. Intenziviranjem izgradnje šumskih cesta došlo se do spoznaje da je posječeno drvo još uvijek relativno nedostupno, iz čega se može zaključiti da je na nekim područjima Republike Hrvatske *nedovoljna otvorenost šuma*. Razlog su vrlo visoki troškovi privlačenja, a time i prevelika udaljenost privlačenja. Kako smo vidjeli, minimiziranjem troškova privlačenja uz odgovarajuće troškove gradnje i održavanja postiže se *optimalna količina šumskih cesta*.

Nepravilno izgrađena mreža šumskih prometnica kao posljedica može imati negativne učinke na okoliš. Bez obzira na količinu potrebnih šumskih cesta, ako one nisu utemeljene na načelima projektiranja i pravilno odabrane tehnologije gradnje, one će biti »strano tijelo u šumi« i neće se uklopiti u prirodu. Vidjeli smo koje se sve negativne posljedice mogu javiti pri gradnji šumskih cesta na terenima s velikim površinskim nagibom.

Šumske izvozne ceste su osnovna transportna mreža šumskih cesta koja povezuje sve ostale šumske prometnice, kao što su traktorske vlake, sezonski putovi,

meki putovi i ostale vrste. Upravo iz razloga što su šumske ceste »žile kucavice« procesa izvoza drveta s neke šumske površine i racionalizacije rada u iskorišćivanju šuma, to se na kvalitetu njihove izgradnje treba obratiti osobita pažnja.

Gledajući kompleksnost gradnje šumskih cesta, možemo sa sigurnošću kazati da taj posao prati splet tehničko-biološko-ekonomskih problema. Lovrić (1978) još detaljnije luči probleme pri gradnji šumskih cesta u četiri skupine:

- biološki,
- ekonomski,
- organizacijsko-proizvodni,
- eksploatacijsko-tehnički.

Izgradnju šumskih cesta svakako moramo gledati kroz sadašnje stanje šumskog fonda (sirovinska baza), jer uz financiranje izgradnje šumskih cesta na osnovi drvene mase loša kvaliteta ili relativno malena količina ne može zadovoljiti potrebu za povećanom izgradnjom. Iz toga razloga treba tražiti druge načine financiranja izgradnje i održavanja šumskih cesta (banke - kreditiranje izgradnje).

Pri planiranju i gradnji šumskih cesta osim osnovnih terenskih čimbenika, koji su obrađeni u 3. poglavlju ovog rada, osobito je važno poznavanje ovih uvjeta i odnosa:

- geološki i geomorfološki uvjeti,
- proizvodni uvjeti,
- proizvodno-tehničke mogućnosti,
- radna snaga i njihova socijalna sigurnost,
- dobavljački i kupovni uvjeti,
- ekonomski odnosi,
- karakteristike područja s gledišta zaštite prirode i dr.

Kako bi izgradnja šumskih cesta morala biti veza tehničkih i bioloških načela, Lovrić (1983) navodi da se posebna pažnja mora obratiti ekološko-biološkim načelima planiranja i izgradnje šumskih cesta.

S gledišta utjecaja izgradnje šumskih cesta na okoliš, pogotovo u brdovitom terenu, prema Gundermannu (1978) sistematika otvaranja šuma mora voditi računa o ovim kriterijima:

- troškovi građenja,
- područje kvalitativnih kriterija,
- područje kvantitativnih kriterija,
- djelovanje ekoloških kriterija,
- djelovanje cesta na čovjeka i ostali kriteriji.

Prema Horvatu (1986) izgradnju šumske cestovne mreže možemo podijeliti u tri osnovne faze:

- planiranje pristupačnosti šumskog područja,
- tehnički prijedlozi izgradnje šumskih cesta,
- realizacija izgradnje.

Planiranjem i izgradnjom šumskih cesta nastojimo postići optimalna rješenja u odnosu na šumskogospodarski plan. Investicijski plan izgradnje šumskih cesta sastavni je dio osnove gospodarenja i on se izvodi u etapama. Etapno planiranje izgradnje mreže šumskih cesta ima za zadaću postići optimalno rješenje tijekom određenog broja godina. Pravilno planiranje šumskih cesta dat će u određenom trenutku takvo rješenje problema optimalizacije otvaranja šumskog područja pri

kojem će se financijska sredstva u investicijskom smislu trošiti samo za održavanje.

Mrežu šumskih cesta treba vezati s javnim prometnicama i graditi prema odgovarajućim tehničkim metodama primjenljivim u šumarskoj proizvodnji. Veza šumskih s javnim cestama daje u potpunosti jedan zatvoreni transportni sustav prijevoza. Povezivanje šumskih cesta u jednu suvislu cjelinu ujedno djeluje izravno na prirodu i u pozitivnom i u negativnom pogledu.

Budući da šumske ceste ne služe samo za prijevoz drvnih sortimenata iz nekoga šumskog područja, već je njihova uloga višestruka, potrebno je posebnu pažnju obratiti na neke osobitosti, kao što su:

- ustanovljavanje optimalne mreže šumskih cesta (prijevoz i privlačenje),
- razlikovanje privlačenja prema kategoriji šumskog zemljišta i kategoriji šumskih cesta,
- određivanje područja rada s gledišta zaštite prirode i ograničavanje gradnje na onim terenima gdje postoje objektivne opasnosti od stvaranja većih oštećenja.

Kako smo naveli, izgradnju šumskih cesta treba zasnivati na pozitivnim zakonskim propisima i tehničkim uvjetima gradnje, jer će jedino na takav način projektirana i izgrađena šumska cesta u potpunosti zadovoljiti sve potrebne kriterije.

Projektiranje i gradnja šumskih prometnica osim što ima veliku korist za šumarsku privredu, ima i druge uporabne vrijednosti. Ne može se zanemariti ni utjecaj šumskih prometnica na ekologiju prostora. Šumske ceste trajno unište proizvodno zemljište, najviše negdje oko 3 % od ukupne površine gospodarske jedinice. Kod traktorskih vlaka pri optimalnoj izgradnji privremeno se uništi oko 5 % proizvodnog zemljišta uz napomenu da svaka sljedeća godina vrati dio te vrijednosti, tako da je teoretski moguće da između dviju ophodnji nema više neproizvodnog zemljišta pod traktorskim vlakama.

Upravo problematika izučavanja šumskog zemljišta ima zadatak spriječiti nastajanje prevelikih oštećenja, uzurpiranja i uništavanja šumskog tla. Je li optimalno na karti isplanirati i izračunati potrebnu količinu šumskih cesta i to prenijeti na teren? U nekim uvjetima, a pogotovu u ovom slučaju sjevernih obronaka Medvednice sigurno nije. Šumske ceste u ovom šumskom predjelu u većini slučajeva su i javne prometnice. Sama Medvednica kao jedna od zaštićenih prirodnih vrijednosti ne dopušta klasičan način pristupa rješavanju problema izgradnje šumskih cesta optimalne gustoće.

Vidjeli smo da u svijetu mnogi istraživači smatraju da šumske ceste treba graditi i zbog nekih drugih korisnika, u prvom redu čovjeka kao ljubitelja prirode, pješaka, i s tog razloga G u n d e r m a n n (1978) navodi psihološki utjecaj šumskih cesta na čovjeka gledano kroz različite kriterije. Isto tako i A b e g g (1978) govori o šumskim cestama kao objektu koji za čovjeka ima rekreativno, psihološko i fizičko značenje. K r o t t (1991) upozorava na sukob prirode i čovjeka koji nastaje zbog prevelikih oštećenja šumskog tla nakon izgradnje šumskih cesta. On nadalje navodi da u nekim predjelima Austrije polagano dolazi kraj tzv. »šumskoj romantici«, što drugim riječima znači da se neka stara gledanja na izgradnju šumskih cesta trebaju mijenjati. Jedan od osnovnih razloga te tvrdnje je primjena modernih strojeva u iskorišćivanju i prijevozu drvnih sortimenata. I E r l a c h e r (1991) upozorava na svu problematiku koja nastaje zbog nedovoljnog poznavanja osnovnih prirodnih odnosa pa iz toga razloga šumske ceste mogu imati i negativan utjecaj na prirodu, a

samim time i na čovjeka. Lovrić (1981, 1982, 1984) aktivno se bavi šumskim cestama i ekološko-biološkim odnosima, zatim tehničko-ekonomskim i ekonomsko-ekološkim odnosima. U svojim radovima autoru se kao zaključak nameće da šumske ceste trebaju imati zadovoljene sve navedene kriterije, jer jedino tada one postaju optimalno iskorištene i imaju potpunu uporabnu vrijednost.

Nakon svega navedenoga kao zaključak nameće se sljedeće: *šumske ceste proizvodnih šumskih površina treba planirati i proučavati s gledišta zaštite čovjekova okoliša*. U svezi s tim potrebno je učiniti neke osnovne predradnje, kao što su među ostalim:

- ustanoviti kakve su posljedice planiranja, projektiranja, građenja i održavanja šumskih cesta ponajprije na ekološke sustave, naravno uz pretpostavku da se te aktivnosti provode radi tehničko-iskorišćivačkih potreba,
- za vrijeme normalnog odvijanja prometa po šumskim cestama potrebno je nakon obavljena prijevoza cjelokupne drvene mase odrediti eventualna oštećenja kao posljedicu zbog neodgovarajućeg sredstva rada, tereta, nepravilnosti u samoj izgradnji i ostaloga.

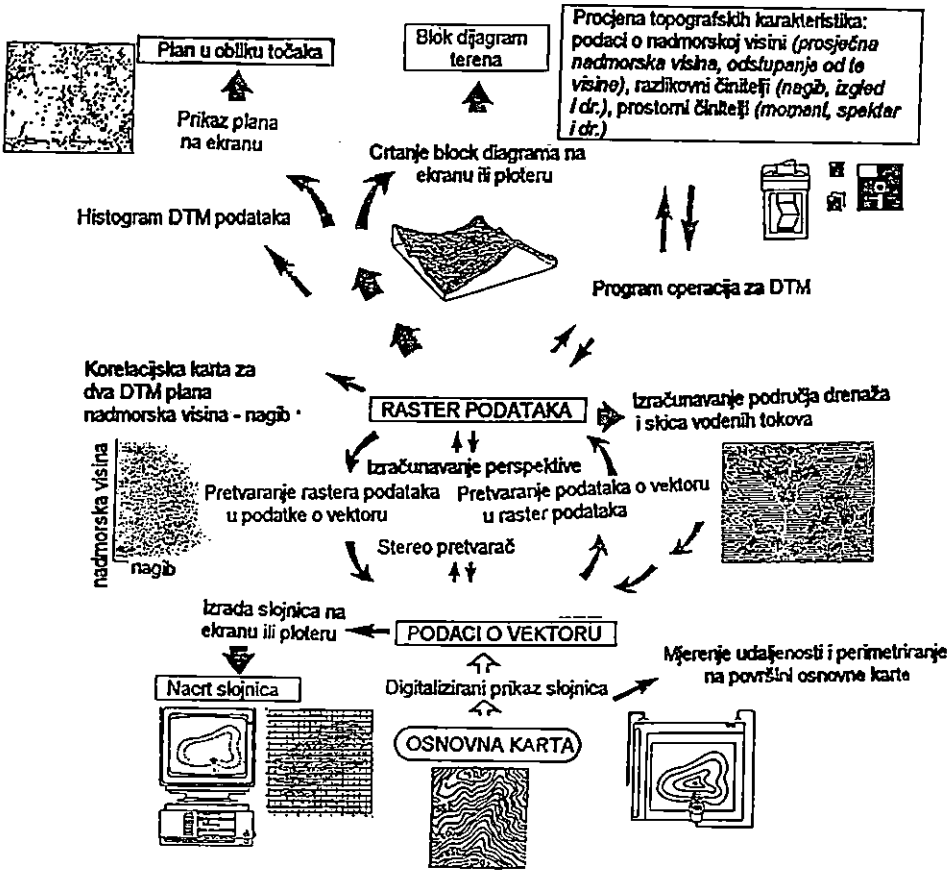
U daljem radu pokušat će se neki od navedenih kriterija detaljnije proučiti, obraditi i opisati na postojećem stanju šumskih cesta. Na temelju ovih istraživanja predočit će se određena zaključna razmatranja vezana uz pravilno projektiranje i prostorni raspored šumskih cesta na ovako zaštićenim prirodnim cjelinama. U svjetlu pravilnoga gospodarenja i očuvanja svih vrsta šuma na ovom području (ekonomskih, zaštićenih, sjemenskih i dr.) potrebno je mrežu šumskih cesta izvoditi upravo tako da ona stvara najmanja moguća oštećenja tla i da najmanje remeti prirodne odnose. Jedino ispunjenjem navedenih uvjeta svaka šumska cesta u određenoj vrsti šume postiže svoj potpuni učinak i neće biti »strano tijelo« u šumi te neće biti potrebe za pretjeranim dokazivanjem nužnosti izgradnje određene šumske ceste.

PRIMJENA OSOBNOG RAČUNALA U PLANIRANJU I IZGRADNJI OPTIMALNE MREŽE ŠUMSKIH PROMETNICA COMPUTER-AIDED PLANNING AND CONSTRUCTION OF OPTIMAL FOREST ROAD NETWORK

Danas je nemoguće govoriti o određivanju optimalne gustoće mreže šumskih komunikacija, projektiranju šumskih cesta i prostornom rasporedu bez primjene osobnih računala. Kao vrlo učinkovito sredstvo rada u projektiranju šumskih cesta osobna računala su se u Europi počela upotrebljavati negdje od 1970. godine.

U početku rada s osobnim računalima ona su služila isključivo kao zamjena klasičnog načina izrade projektne dokumentacije (situacijski nacrt, uzdužni presjek, normalni presjeci, crtani poprečni presjeci, kubatura zemljanih masa i troškovnik). Danas se primjenom nove GIS tehnologije i metoda izrađuju cjelokupna rješenja problematike otvaranja šumskog područja.

U Hrvatskoj primjena osobnih računala pri izradi projekta za šumske ceste počela je prvim programom SILVIA koji su izradili Ećimović & Meštrić 1988. godine za potrebe projektiranja i izgradnje šumskih cesta na području GPŠG Delnice. Ećimović & Meštrović (1989) navode da cijena projekta 1 km

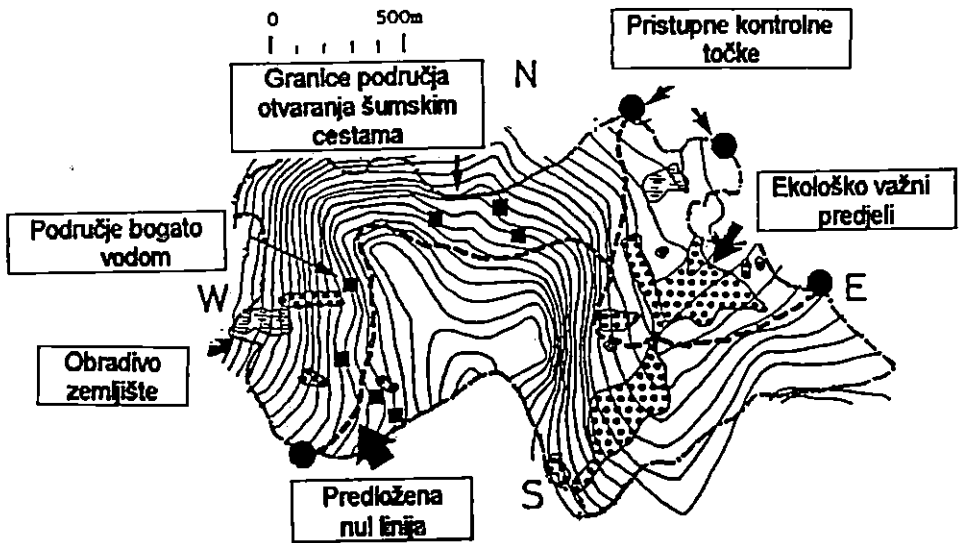


Sl. - Fig. 7. Prikaz blok-dijagrama tijeka sustava, analize mogućnosti obrade podataka koji se odnosi na program TERDAS
 A block-diagram of the system, possible data processing analysis referring to teh TERDAS program

šumske ceste izrađenoga primjenom osobnog računala iznosi oko 1/3 cijene projekta izrađenoga klasičnim načinom. S druge strane ušteda na vremenu u izradi projekta osobnim računalom iznosi oko 47 % od vremena potrebnog za klasični način izrade.

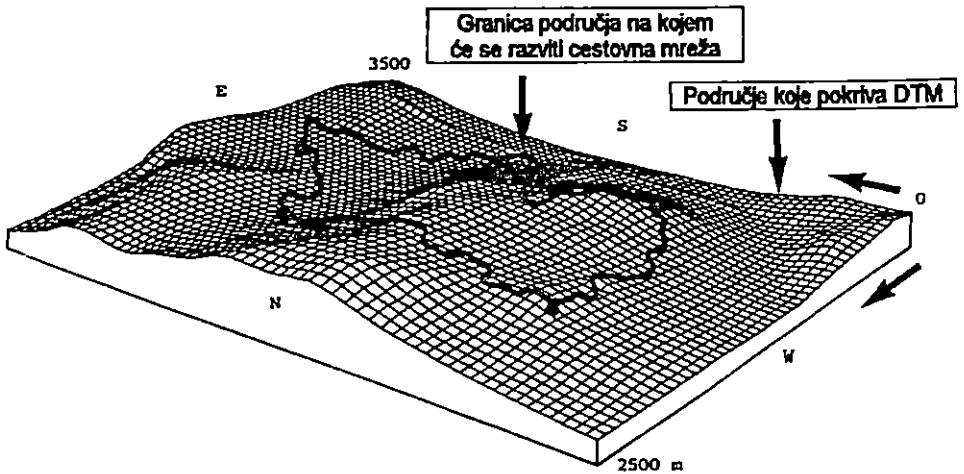
Pri otvaranju šuma i izradi optimalnog rasporeda šumskih cesta L ö f f l e r i dr. (1984) upotrebljavaju kao kartografske podloge i perspektivne prikaze površine šumskog terena *digitalni terenski model (DGM – digitale Geländemodell)*. Također se koriste i simulacijom terenskih prilika primjenom *digitalnog simulatora terena (DGS)*. Topografska karta je digitalizirana sa slojnicama i osnovnim rasporedom šumskih cesta.

Na osnovi tih modela mnogi strani i domaći istraživači obrađuju problematiku optimalnog rasporeda šumskih cesta s različitih stajališta. Tako se Shenglin (1990) u određivanju najpovoljnijeg položaja šumskih cesta i određivanju troškova



Sl. - Fig. 8. Shematski nacrt izrađen na temelju analize tla i terena za područje koje se istraživalo. Razmak slojnica iznosi 5 m

A scheme based on the soil and terrain analysis of the research area. Contour line distance 5 m



Sl. - Fig. 9. Prikaz terena u 3D obliku za studiju površine. Profili crtani sjever-jug i zapad-istok. Označene su granice u kojima će se razviti cestovna mreža.

The 3D terrain for surface study. The profiles are drawn north-south and west-east. Marked are the border-lines of the road network range

cost-benefit metodom služi IBM-xt osobnim računalom s programom izrađenim u programskom jeziku FORTRAN. Obračun određivanja najpovoljnijeg položaja šumske ceste izrađen je za površinu od 740 ha pokusne šume Maoer-Shan. Za sve radove tijekom izrade obračuna osobnim računalom za jednu cestu dužine 200 m potrebno je oko 20 min.

Shiba & Löffler (1990) također u planiranju optimalnog razmještaja šumskih cesta upotrebljavaju *digitalni terenski model (DTM – digital terrain model)*. Program je nazvan TERDAS, a istraživanja su provedena na površini od 210 ha privatnih šuma »Schönsee-Drechselberg« u istočnoj Bavarskoj. Vrlo brzi rad i detaljan program omogućuju u vrlo kratko vrijeme izradu 4 alternative izgradnje mreže šumskih cesta. Na osnovi procjene svih istraživanih karakteristika odabire se najpogodnija.

Knežević (1990) upotrebljava pri izradi optimalnog rasporeda šumskih cesta u prebornim šumama osobno računalo s perifernom jedinicom digitizerom. Autor simulira stvarno stanje u dvije gospodarske jedinice: Belevine i Kupjački vrh. Pri tome uzima ove ulazne podatke:

- površina odjela,
- površina i koordinate težišta svakog sektora,
- distribucija masa po sektorima proporcionalno njihovoj površini,
- udaljenost težišta od određenog odredišta na vlaki odnosno cesti,
- prosječna daljina privlačenja po jedinici posječenog drveta,
- prosječna cijena privlačenja po jedinici posječenog drveta,
- zbroj.

Pri izračunavanju optimalnog odnosa duljine kamionskog puta i traktorskih vlaka za izvlačenje drveta iz sječine koristi kao ulaznu Popovićevu formulu za određivanje optimalne gustoće prilagođenu radu osobnim računalom. Provedbom matematičkih postupaka dobiveni su ovi izrazi koordinata težišta površine:

– veličina ordinate:
$$y = \frac{L_K - L_V + 120(a + b)(A\eta - B\eta)_1 - B \cdot W}{120(A\eta - B\eta)_1}$$

– veličina apscise uzeta je kao nultatočka polinoma četvrtog stupnja:

$$a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$$

Programski jezik je HP Basic transformiran u GW Basic. Za izradu cjelokupnog obračuna jednog odjela potrebno je 5–10 min.

Vrlo je bitno napomenuti da i ovaj program, kao i svi ostali, ima mogućnost da u vrlo kratko vrijeme izradi nekoliko inačica optimalnog rasporeda šumskih cesta.

Za izračunavanje optimalnog rasporeda šumskih cesta Shiba (1992) se služi računalnom simulacijom terena koja je primjenjena u radu Shiba & Löffler (1990). Na isti način određuje 4 alternative otvaranja i optimalne gustoće mreže šumskih prometnica.

Knežević & Sever (1992) koriste se osobnim računalom za određivanje optimalne gustoće traktorskih vlaka. Kao model za obradu podataka uzeli su Arnautovićeve (1975) formule i u potpunosti cjelokupan problem optimalizacije mreže traktorskih vlaka rješavaju na osobnom računalu. Određivanje optimalne gustoće traktorskih vlaka izvršeno je na odjelu čija je površina 10,55 ha, podijeljenom

na 5 sektora. Gustoća traktorskih vlaka izrađena je u 6 inačica i na bazi dobivenih podataka odabrana je najpovoljnija inačica s gustoćom od 63,6 m/ha.

Autori navode potrebne terenske radove:

- utvrđivanje gravitacijskog područja i sektora,
- trasiranje traktorskih vlaka,
- smjerovi privlačenja.

Kada su izvršeni svi potrebni radovi, računalom se odredi:

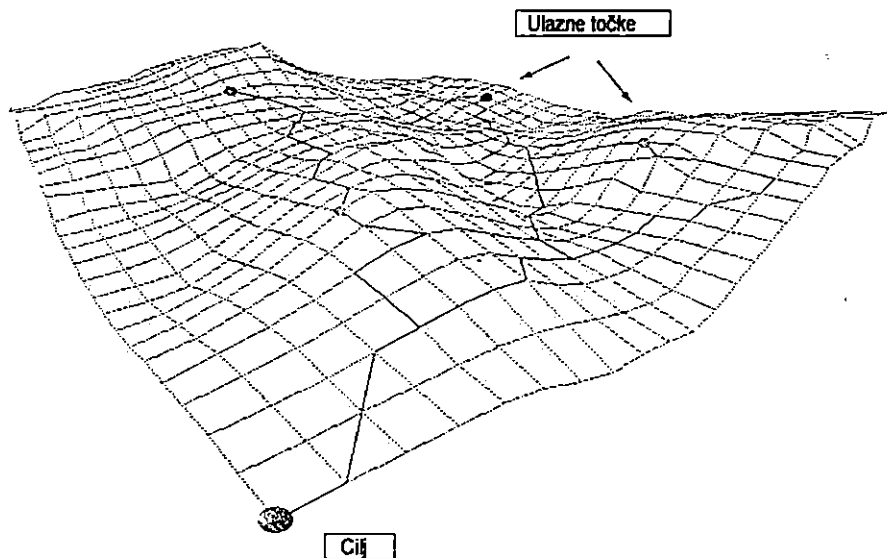
- ploština gravitacijskog područja i sektora,
- udaljenost privlačenja od težišta sektora do vlake,
- udaljenost privlačenja po vlaki do kamionskog puta.

RAZINA OTVARANJA: VELIKA	RAZINA OTVARANJA: MALA
<ul style="list-style-type: none"> - preostalo područje za otvaranje je koncentrirano u planinskoj regiji i razmjerno malim šumskim kompleksom - bez intenzivnog planiranja posljedice su: <ul style="list-style-type: none"> ● nepogodne trase ● nepotreban utjecaj na okoliš ● visoki troškovi = > zahtijeva se pažljivo i trajno planiranje - za vrijeme korištenja radno intenzivnih metoda može se primijeniti tradicijsko planiranje = y zahtijeva se racionalno planiranje 	<ul style="list-style-type: none"> - za vrijeme kontrolnog upravljanja šumom i njezina korištenja otvaranje je jedan od glavnih zadataka u budućnosti = > zahtijeva se pronicljivo planiranje - stanje terena je često vrlo teško = > zahtijeva se pažljivo i trajno planiranje - usprkos intenzivnom obrazovanju i u-vježbavanju, ipak postoji nestašica izučениh šumarskih inženjera = > zahtijeva se racionalno planiranje

Tab. 7. Situacija s različitim razinama otvaranja šuma
Various levels of forest accessibility

Dürstein (1992) razmatra otvaranje šuma primjenom osobnog računala i programa FOREST. Da bi se u potpunosti moglo primijeniti potrebna elektronička oprema i pomagala pri otvaranju šuma, autor kao osnovu razlikuje dvije razine otvaranja šuma: *velika i mala razina otvaranja* (tablica 7).

Pod digitalnim terenskim modelom (DTM) Sessions (1992) razumijeva informacijski sustav koji sadrži zemljopisne podatke koji se zatim mogu povezati u mrežu. DTM je topografski prikaz u obliku mreže četverokuta, gdje svaka točka mreže (x, y, z) predstavlja koordinate na terenu. Autor pomoću programa NETWORKS izračunava minimalni trošak uz najveću vrijednost neke mreže šumskih cesta. Računalo izrađuje mrežu prema određenim pravilima, koja su točno programirana, npr. maksimalni uspon koji transportna vozila mogu svladati, čimbenici okoliša (nesigurne padine koje se moraju izbjegavati), funkcije troškova kako bi se izračunali fiksni i varijabilni troškovi. Veza koja se uspostavlja između točaka omogućava da se na najekonomičniji način projektantu pomogne prilikom polaganja i idejnih trasa šumskih cesta.



Sl. - Fig. 10. Prikaz digitalnog modela terena i idejnog sustava cesta
A digital terrain model and road network design

Osim navedenih autora primjenom osobnih računala pri izučavanju problematike otvaranja šumskih površina bavili su se mnogi autori. Ovdje je potrebno napomenuti da je ovakav pristup i način rješavanja problema optimalne gustoće svakako jedna vrlo velika novina. Zbog toga je većina radova iz ovog područja najnovijeg datuma te se može pretpostaviti da će se kroz dogledno vrijeme stvoriti neke nove metode i načini obrade ovog problema iz šumarske znanosti i prakse. S obzirom na razvoj novih vrsta i generacija osobnih računala velikih jačina sa sigurnošću se može tvrditi da će obrada podataka biti brža i da će omogućiti primjenu novih programa. Ova se tvrdnja nameće na osnovi svakodnevne tehničke inovacije i razvoja osobnih računala.

Austrijska tvrtka TDV koristi se pri izradi digitaliziranih terenskih modela mrežom trokuta poznatih koordinata (x, y, z).

Od ostalih pisanih članaka i djela pripomenut ćemo još najnovije radove Nieuwenhuisa (1987), zatim Hitreca & Dalbello (1992), McGaughey (1992), McCormacka & Douglasa (1992) i drugih.

Prema navedenim radovima, a koristeći se svim poznatim i dostupnim metodama za određivanje optimalnog rasporeda šumskih cesta i ekonomske opravdanosti izgradnje mreže šumskih cesta, za potrebe ovog rada izrađen je digitalni terenski model (DTM) gospodarske jedinice »Bistranska gora«. Digitalni terenski model izrađen je pomoću digitalizatora CalComp 9100 i programa koji je izrađen u AutoCAD-u 10. Detaljniji opis i izračunavanje s DTM prikazan je u poglavlju »Rezultati istraživanja«.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA RESEARCH AREA

Kad bi se na najbolji mogući način mogla istražiti povezanost i utjecaj orografskih i hidrografskih karakteristika terena na optimalnu gustoću šumskih prometnica, za istraživanje je odabrano područje Medvednice.

Najstariji narodni naziv masiva Zagrebačka gora nosi ime Medvednica i obuhvaća čitav njezin masiv. Od 1209, 1242, 1328. godine u šumoposjedovnim odnosima ovo se područje spominje pod nazivom *Mons Ursi* (planina medvjeda). U nacrtima starim oko 180 godina spominje se naziv *Sleme* odnosno poslije *Sljeme*. Samo ime *Zagrebačka gora* staro je oko 120 godina i potječe iz doba apsolutizma. Službeno ime *Medvednica* doneseno je u Službenom listu grada Zagreba, br. 8/63, i to Odlukom o proglašenju šuma Medvednice izletištem.

IMOVINSKO-POSJEDOVNI ODNOSI OWNERSHIP RELATIONS

Medvednica kao gora koja se smjestila u neposrednoj blizini Zagreba ima vrlo interesantne imovinsko-posjedovne odnose. Oni su jedna šarolika lepeza vlasnika koju možemo promatrati preko različitih povijesnih dokumenata i stručnih odnosno znanstvenih radova. U ovom dijelu opisa imovinsko-posjedovnih odnosa korišteni su radovi Anića (1940), Badovinca (1969), Majera (1980), Seletkovića (1984), Vukelića (1989), osnove gospodarenja i drugo. Iz svih dostupnih dokumenata vidljivo je da se šumama ovog područja gospodarilo od plemena Ača, preko zagrebačke biskupije, različitih veleposjednika do sadašnjih vlasnika.

Šume plemena Ača prelazile su u ruke manjih vlasnika i veleposjednika. Ti šumski imovinsko-posjedovni odnosi trajali su nekoliko stoljeća. Među poznatim vlasnicima spominje se Rauch (Lužnica), Kulmer (šume oko Medvedgrada), Steeb i Đurđević (veleposjed G. Stubica), Gorjan (Bistra). Potkraj 16. stoljeća grad Zagreb postaje vlasnik 463 ha šuma koje je dobio parnicom od vlasnika Medvedgrada. Grad Zagreb zadržao je ovaj posjed sve do 20. stoljeća, kad ga između 1903. i 1936. godine povećava na 1640 ha kupnjom od vlastelinstva Šestine, Kulmera, Pongratza, Đurđevića i Gorjana. Ove gradske šume protezale su se iznad Mikulića (Pongratz), u predjelima Pustodol, Sljeme, Kraljičin zdenac, Šupljak i Sv. Jakob (Kulmer), Bistre (Gorjan) i Stubice (Đurđević).

Prema povijesnim dokumentima grad Zagreb dobio je svoj prvi posjed na Medvednici u okviru darovnice Bele IV (1242. godine) veličine 690 ha. Po završetku II. svjetskog rata ova površina nije tretirana kao vlasništvo grada.

Bitno veća površina pod šumom na Medvednici pripadala je tadašnjim zemljišnim zajednicama. Segregacijom provedenom od 1871. do 1873. godine izdovjena su prava bivših kmetova iz matičnih veleposjedničkih šuma te su formirane zemljišne zajednice, u prvom redu u blizini sela na nadmorskoj visini oko 600 m. Površina tih šuma iznosila je 3 741 ha. Ukupno su osnovane 22 zemljišne zajednice na južnoj i sjevernoj strani Medvednice.

Između 1910. i 1925. godine mnogi posjednici parceliraju i rasprodaju svoje posjede okolnim seljacima u parcelama veličine 1-3 jutra, a obavljaju se i međusobne

kupoprodaje. U to se vrijeme provodi najavljena agrarna reforma, a s druge se strane sa šumskim posjedima špekulira. Rasparcelirane i rasprodane šume seljacima i manjim vlasnicima nalaze se i danas u privatnom vlasništvu.

Na sjevernoj strani Medvednice posjedi Raucha, Frölicha i Predovića iznosili su 427 ha. Po završetku II. svjetskog rata ti su posjedi eksproprirani i predani kao ogledno dobro Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Šumski posjed Zagrebačkog kaptola nalazio se u istočnom dijelu Medvednice na 859 ha (Markuševačka gora).

Pred početak II. svjetskog rata na Medvednici je bilo 5 125 ha privatnih šuma koje su bile u vrlo lošem stanju. Zakon o proglašenju šuma imovnih i zemljišnih zajednica općenarodnom imovinom 1947. godine zatekao je na Medvednici ovakvo posjedovno stanje šuma:

Vrsta vlasništva nad šumskim zemljištem	Površina (ha)
Matični posjed grada Zagreba	1 640
Šume bivših zemljišnih zajednica	3 741
Eksproprirane crkvene i veleposjedničke šume	2 574
Veleposjedničke šume predane Fakultetu	427
Sitne privatne šume	5 126
Ukupno	13 508

Tab. 8. Posjedovno stanje šuma na Medvednici
Property relations of the Medvednica forests

Agrarnim zakonom iz 1945. i navedenim Zakonom iz 1947. godine područstvaju se šume zemljišnih zajednica i eksproprirane šume veleposjednika i crkvenih ustanova i stavljaju se pod upravu narodnih odbora kotara Zagreb i Donja Stubica. Od ukupne površine ovih šuma izuzete su bile šume grada Zagreba površine 1 640 ha, suvlasnička šuma »Gora-Kulmerica« površine 231 ha i manji privatni posjedi.

Od 1945. godine *šume na Medvednici su proglašene park-šumom*. Radi njihova upravljanja osniva se samostalna uprava »Sljeme«, dok ostali dio pripada šumariji Donja Stubica. Uprva »Sljeme« djeluje sve do 1960. godine kada šume na Medvednici prelaze u sastav novoosnovanoga Šumskog gospodarstva Zagreb – šumarija Zagreb, a gospodarska jedinica »Gora« u sastav šumarije Donja Stubica. Godine 1963. šume na Medvednici proglašavaju se »izletištem«, a Republički zavod za zaštitu prirode proglašava osam šumskih predjela *specijalnim rezervatom šumske vegetacije* u ukupnoj površini od 974 ha te ih izlučuje iz redovitoga gospodarenja.

Prema Badovincu (1980) ukupna površina medvedničkih šuma iznosi 13 739 ha, a prema vrsti vlasništva imamo ovu raspodjelu:

- društvene šume	7 955 ha
- šume Šumarskog fakulteta u Zagrebu	427 ha
- suvlasnička šuma »Gora-Kulmerica« – Donja Stubica	231 ha
- privatne šume	5 126 ha

Kako je područje Medvednice *park prirode*, ono zahtijeva osobit način gospodarenja njegovim prirodnim bogatstvom. Prema Ra u š u (1991) pod pojmom *park prirode razumijeva se prostorno prirodno ili dijelom kultivirano područje s naglašenim ekološkim i estetskim, turističkim i rekreativnim vrijednostima*. U parku prirode dopuštene su djelatnosti kojima se ne ugrožava njegovo bitno obilježje i funkcija.

Iz navedenoga je vidljivo da se gospodarenje šumama ovog područja mora provoditi i pridržavati osnove bez negativnog utjecaja na okoliš i sa što je moguće manje oštećenja.

Medvedničkim šumama gospodare dvije šumarije: šumarija Zagreb, s gospodarskim jedinicama: »Bistranska gora«, »Markuševačka gora« i »Sljeme-Medvedgradske šume«, dok na sjevernom dijelu gospodarskom jedinicom »Gora« gospodari šumarija Donja Stubica. Na sjeveroistočnoj strani nalazi se NPŠO Sljeme Šumarskog fakulteta u Zagrebu.

Za potrebe istraživanja optimalnog rasporeda šumskih cesta i utjecaja osnovnih orografskih i hidrografskih elemenata odabrana je gospodarska jedinica »Bistranska gora«.

POVRŠINA GOSPODARSKE JEDINICE »BISTRANSKA GORA« THE AREA OF THE BISTRANSKA GORA MANAGEMENT AREA

U pogledu gospodarenja od ukupne površine od 1 264,89 ha na obraslo šumsko tlo otpada 1 328,99 ha, dok neobraslo tlo zauzima 35,90 ha. Kao osnovna veličina površine u osnovi gospodarenja koristi se ukupno obrasla površina od 1 328,99 ha. Prema raspodjeli šumske površine na gospodarske, namjenske i zaštitne šume vidimo da gotovi 90% ukupne površine pripada gospodarskim šumama. U tablici 9. prikazani su raspodjela i udio pojedinih vrsta šume.

Vrsta šume	Površina	
	ha	%
Gospodarske šume	1 199,44	90,2
Namjenske šume: park-šuma	113,06	8,5
sjemenske sastojine jele	7,69	0,6
Zaštitne šume	8,80	0,7
Neproductivna površina	35,90	
Ukupno	1 364,89	100

Tab. 9. Prikaz razdiobe obrasle površine šumskog tla u gospodarskoj jedinici »Bistranska gora«

The division of the forested areas in the Bistranska Gora management unit

Cijelom površinom gospodarske jedinice »Bistranska gora« ne gospodari se jednako, jer je dio od 242 ha sačuvanih bivših gradskih šuma izdvojen u *specijalni rezervat šumske vegetacije* prema Zakonu o zaštiti prirode iz 1963. godine. Na ostalom dijelu gospodari se prema osnovi gospodarenja.

Ova gospodarska jedinica formirana je 1952. godine dijelom od gradskih šuma (Šupljak-Markovčak) i bivših zemljišnih zajednica s površinom od 792 ha. Godine 1961. gospodarskoj jedinici »Britanska gora« pripojen je dio gradskih šuma gospodarske jedinice »Sljeme« površine 575 ha što ukupno iznosi 1 367,35 ha.

U neproizvodnu površinu šuma ove gospodarske jedinice ulaze skijaške staze (crveni, zeleni, bijeli i plavi spust), jednosjedalna i trosjedalna žičara, javne i šumske ceste i ostale druge namjenske površine.

POLOŽAJ GOSPODARSKE JEDINICE POSITION OF THE MANAGEMENT UNIT

Gospodarska jedinica »Bistranska gora« prostire se na sjeverozapadnim obroncima Medvednice u jednoj većoj cjelini i nekoliko manjih odvojenih šumskih predjela (Dubrava, Klanjska gora i Kameni svatovi).

Sjeverna strana ove gospodarske jedinice graniči s privatnim šumama i šumama gospodarske jedinice »Gora« šumarije Donja Stubica.

Južna strana graniči s privatnim šumama.

Istočna strana graniči sa šumama gospodarske jedinice »Medvedgradske šume« šumarije Zagreb.

Sjeveroistočna strana graniči sa šumama Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (NPŠO Sljeme).

S obzirom na nadmorsku visinu visinske razlike su jako velike. Najviša visina kota ove gospodarske jedinice nalazi se na visini od 1 035 m (Sljeme – vrh Medvednice), a najniža kota se nalazi na visini oko 150 m u odjelu 1. šumskog predjela »Dubrava«. Kako vidimo, visinska razlika između tih točaka iznosi 885 m.

OROGRAFSKI ODNOSI OROGRAPHIC CIRCUMSTANCES

Na ovom području prevladavaju sjeverne, sjeverozapadne i sjeveroistočne ekspozicije.

S obzirom na smještaj gospodarske jedinice prosječni nagib terena je različitih vrijednosti. Prosječni nagib cijele gospodarske jedinice kreće se u ovim intervalima:

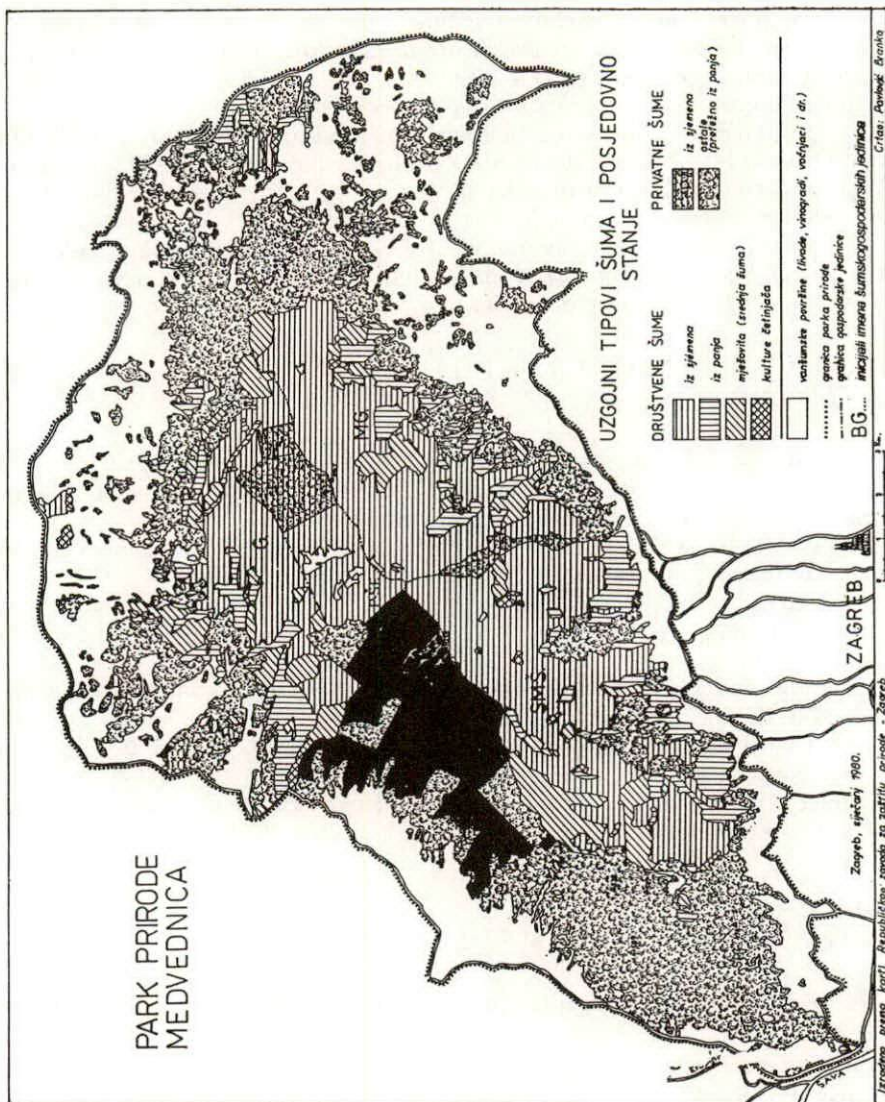
- 5–15° (*vrlo blagi nagib*) nalazi se samo u donjim dijelovima gospodarske jedinice,

- 15–25° (*umjereno strm nagib*),

- 25–40° (*jako strm nagib*)

- 45° (*vrletni nagib*) nalazi se samo na pojedinačnim mjestima.

U tablici 10. prikazan je raspored prosječnoga poprečnog nagiba terena koji je izmjereno na terenu i poslije uspoređen sa podacima iz »Osnove gospodarenja«, pri čemu nisu ustanovljene razlike, te je ova tablica istovjetna s tablicom iz »Osnove gospodarenja šumama gospodarske jedinice »Bistranska gora«.



Sl. - Fig. 11. Karte parka prirode Medvednice s položajem g.j. »Bistranska gora«.

Republički zavod za zaštitu prirode

Maps of the Medvednica nature park with the Bistranska Gora position. The Republic institute of nature protection Zagreb

Na osnovi podataka prosječnog nagiba terena gospodarske jedinice »Bistranska gora« K r p a n (1990) izrađuje tablicu postotnog udjela klasa nagiba i dijeli prosječan nagib terena na osam klasa (tablica 11).

Odsjek	Nagib terena (°)	Odsjek	Nagib terena (°)	Odsjek	Nagib terena (°)
1 a	5	12 e	10	22 a	20-30
1 b	0	12 f	20	22 b	15-28
1 c	10	13 a	25	22 c	5-7
1 d	5	13 b	20	22 d	15-25
2 a	5-15	14 a	25	22 e	20-30
3 a	15	14 b	45	22 f	20-35
3 b	5-10	14 c	10	22 g	15
4 a	5-20	15 a	30	23 a	20-35
4 b	5-15	15 b	30	23 b	15-30
5 a	10	16 a	25	23 c	15-20
5 b	20	16 b	32	23 d	5-8
6 a	5-25	16 c	20	23 e	20-30
6 b	30	16 d	25	24 a	20-35
6 c	7	17 a	20	24 b	15-25
6 d	35	17 b	30	24 c	25-40
6 e	15-35	17 c	25	24 d	15-20
6 f	10-15	17 d	20	24 e	20-25
6 g	20	17 e	15	24 f	15
6 h	20	17 f	25	25 a	15-20
7 a	15-35	18 a	32	25 b	10-25
7 b	15-25	18 b	35	26 a	15-25
8 a	20-35	18 c	30	26 b	15-20
8 b	10-35	18 d	35	26 c	15-35
8 c	20	19 a	25	27 a	15-30
9 a	10-25	19 b	25	27 b	25
9 b	15-35	19 c	25	27 c	25-35
9 c	20	19 d	25	27 d	15-25
9 d	25	20 a	30	27 e	30
10 a	35	20 b	30	28 a	20
10 b	35	20 c	30	28 b	15-25
10 c	30	20 d	18	29 a	5-10
11 a	20	20 e	35	29 b	15-20
11 b	20	20 f	25	29 c	15-28
11 c	25	20 g	15	30 a	5-10
12 a	10	21 a	15-30	30 b	15-25
12 b	25	21 b	25	30 c	15
12 c	40	21 c	25-30	31 a	30
12 d	20	21 d	24-35	32 a	20

Tab. 10. Prosječan nagib terena g.j. »Bistranska gora« okomit na slojnice
Average terrain inclination in the Bistranska Gora management unit, perpendicular to the contour lines

Upravo zbog svojeg oblika reljefa Medvednica je nazvana gorom i kao takva je sastavni dio panonsko-rodopskoga gorja.

Oblik glavnog trupa Medvednice je sploštena elipsa, dok je teren glavnog bila izlomljen, nepravilan, vrlo razvijen i obiluje različitim inklinacijama i ekspozicijama. Sjeverna strana ove gospodarske jedinice strmo se pruža prema Hrvatskom zagorju s manje poprečnih hrptova koji se protežu u smjeru sjeverozapad-jugoistok.

Klasa nagiba	Površina	Postotno udio
%	ha	%
0-10	117,13	8,8
11-15	90,05	6,8
16-20	392,15	29,5
21-25	405,82	30,5
26-30	222,45	16,7
31-35	92,94	7,0
36-40	3,63	0,3
41-45	4,82	0,4

Tab. 11. Postotni udio klasa nagiba terena na slojnice
The proportion of the terrain inclination classes on the contour lines

GEOLOŠKA PODLOGA GEOLOGICAL FOUNDATION

Središnja, sljemenska jezgra ove gore izgrađena je od staropaleozojskih zelenih škriljevaca. Na njih se nadovezuje litostratografski paleozojski kompleks glinenih škriljevaca, brusilovaca, filita, vapnenaca i rjeđe pješčenjaka. Ovaj dio karakteriziraju strme padine, a predio škriljevaca bogat je brojnim izvorima.

Srednji niži dio izgrađen je od krednih naslaga (lapori, vapnenci, pješčenjaci, konglomerati). Veći dio tih naslaga u uskoj je vezi s eruptivima (dijabazi i melofiri).

Donji najniži dio izgrađen je od kvartarnih naslaga (pleistocenske ilovine).

Matični supstrat je raznovrsan i bitno se razlikuje po mineralnom sastavu, sadržaju CaCO_3 , uvjetima kemijskog i fizikalnog transformiranja i drugim svojstvima.

Matični supstrat	Dominantno tlo
Nekarbonatne ilovine i gline	Pseudoglej obronačni, lesivirano tlo
Lapori i laporoviti vapnenci	Rendzina, eutrično smeđe tlo
Zeleni škriljevac	Distrično smeđe tlo tipično, lesivirano i humozno
Glineni škriljevac i filiti	Distrično smeđe tlo, lesivirano tlo
Kremeni konglomerati i pješčenjaci	Distrično smeđe tlo, ranker

Tab. 12. Odnos matičnog supstrata i dominantnog tla
The relation between the parent material and the dominant soil

Prosječan nagib terena uvjetuje rasprostranjenost tala. Tla ove gospodarske jedinice su pjeskovito-ilovasta, bogata ili siromašna humusom, što izravno ovisi o njihovu položaju. Od vrsta tala zastupljene su rendzine, eutrično smeđa tla, distrično smeđa tla, lesivirana tla i pseudoglej.

KLIMATSKE PRILIKE – CLIMATE

Za poznavanje klimatskih prilika u gospodarskoj jedinici »Bistranska gora« služe podaci s triju meteoroloških stanica: Sljeme (1 007 m n.v.), Stubička gora (620 m n.v.) i Stubičke Toplice (168 m n.v.). Klimatski podaci odnose se na razdoblje 1931–1960. godine.

Prosječna godišnja temperatura zraka na meteorološkoj stanici Sljeme iznosi + 6,4°C. Najveće mjesečne temperaturne amplitude nalazimo u siječnju, ožujku, srpnju i kolovozu.

Srednje dnevne temperature zraka od + 15°C su važan pokazatelj trajanja vegetacijskog razdoblja. Vegetacijsko razdoblje na Sljemenu vrlo je kratko i traje 56 dana.

Srednja godišnja temperatura zraka za meteorološku stanicu Sljeme iznosi + 6,5°C, srednja minimalna temperatura zraka iznosi – 5,0°C, apsolutna maksimalna temperatura zraka + 31,6°C, apsolutna minimalna temperatura zraka iznosi – 23,5°C.

Zbog malog broja mraznih dana duže traje snježni pokrivač.

Srednja godišnja relativna vlažnost zraka za meteorološke stanice Sljeme i Stubičke Toplice iznosi 80–84%, a za Stubičku goru 75–79%. Vrijednost relativne vlažnosti zraka opada prema toplijem dijelu godine i obratno.

U ovoj gospodarskoj jedinici u vegetacijskom razdoblju padne više od 50% ukupne srednje višegodišnje količine oborina (godišnje 1238 mm). Na Sljemenu srednji kišni broj dana godišnje je 122, tako da kiša pada prosječno svaki treći dan. Najmanje oborinskih dana je u siječnju. Pojava snijega u ovom području moguća je još u travnju.

Naoblaka je klimatski čimbenik koji utječe na temperaturno stanje te o njoj ovisi niz temperaturnih promjena i stanja. Srednja godišnja naoblaka na Sljemenu iznosi 5,7. Srednji godišnji broj oblačnih dana s naoblakom $\geq 2/10$, a srednji broj vedrih dana s naoblakom $\leq 2/10$ iznosi 59 dana.

Na Sljemenu dominiraju vjetrovi južnog (18,5%) i jugoistočnog smjera (15%). Srednji broj dana s vjetrom jačine 6 bofora iznosi 109,9 dana i pojavljuje se zimi. Pojava olujnih vjetrova (8 bofora) moguća je 18 dana (zima–proljeće).

Prema klasifikaciji klime po Köppenu na ovom području vlada »Dfwbx« tip klime. Prema Langovu kišnom faktoru i indexu suše po De Maronneu ovo područje obilježava perhumidna klima za vršni dio, a toplo-umjerena kišna klima u donjem dijelu Medvednice.

HIDROGRAFSKI ODNOSI HYDROGRAPHIC RELATIONS

Reljef, geološka podloga i klima razlogom su što Medvednica obiluje vodoto-

cima i potocima izrazito gorskog tipa. Njihov je gornji tok strm, a u donjim dijelovima manje-više položen i sklon naplavinama. Ovdje se surećemo uglavnom s linearnom erozijom dna jer dolinu potoka čine šume dobrog sklopa i obrasta, izuzev mjesta gdje je zbog izgradnje ceste i kamenoloma vidljiva površinska erozija.

Svi podaci ove gospodarske jedinice pripadaju sjevernom gravitacijskom području. Sliv potoka Bistre je najveći i vodom najbogatiji potok. Vodu dobiva iz jakog izvora Mrzla voda. Na brdsko-planinski dio sliva otpada 3,2 km (ukupna dužina 11 km) i obuhvaća površinu od 558,10 ha.

Sjeveroistočni dio gospodarske jedinice pripada slivu Jelenje vode – Markovčak površine 317,40 ha.

Zapadni dio pripada slivu potoka Poljanica površine 279,84 ha, dok slivu potoka Dedin pripada 209,55 ha.

Iz ovih podataka vidljivo je da je u ovoj gospodarskoj jedinici velik dio šuma na slivnim područjima različitih potoka. Osim toga reljef ispresijecan čestim i dubokim vodotocima predstavlja specifičan problem pri projektiranju i građenju šumskih komunikacija.

Potok (sliv)	Odjeli	Površina (ha)
Bistra	8, 9, 17-24	558,10
Jelenje vode – Markovčak	10-16	317,40
Poljanica	25-32	279,84
Dedin	1-7	209,55
Ukupno		1364,89

Tab. 13. Prikaz odnosa slivnog područja i površine gospodarske jedinice »Bistranska gora« (po odjelima)
The Bistranska Gora sections area as related to the river basin region

ŠUMSKE ZAJEDNICE – ŠUMSKA VEGETACIJA FOREST ASSOCIATIONS – FOREST VEGETATION

U gospodarskoj jedinici »Bistranska gora« prema »Osnovi gospodarenja 1988-1997. godine« šumske zajednice su podijeljene u sedam ekološko-gospodarskih tipova šuma.

Ekološko-gospodarski tip EGT-II-C-10 Ecological management type EGT II-C-10

Karakteristična zajednica je jelovo-bukova šuma (*Abieti-Fagetum panonicum*). Optimalni sastojinski oblik je jednodobna mješovita sjemenjača, normalnog stanja. U doba sječne zrelosti ima 60% jele i 40% bukve, a ophodnja za jelu i bukvu iznosi 100 godina. Kod optimalnog sastojinskog oblika optimalna otvorenost je 16,1 m/ha,

a srednje udaljenost privlačenja 310 m. EGT II-C-10 zauzima 517,02 ha gospodarskih šuma, 91,34 ha park-šume, 8,45 ha zaštitnih šuma i 7,69 ha sjemenskih jelovih sastojina.

Ekološko-gospodarski tip EGT II-D-10 Ecological management type EGT II-D-10

Karakteristična zajednica je bukova šuma s lazarkinjom (*Asperulo-Fagetum*). Optimalni sastojinski oblik je jednodobna mješovita jednolična sjemenjača, normalnog stanja. U doba sječne zrelosti najpovoljniji omjer smjese je 80% bukve i 20% kitnjaka. Ophodnja za bukvu i kitnjak iznosi 100 godina. Kod normalnog sastojinskog oblika optimalna otvorenost je 12,5 m/ha, a srednja udaljenost privlačenja 400 m. Ovaj EGT zauzima 107,05 ha gospodarskih šuma i 4,63 park-šuma.

Ekološko-gospodarski tip EGT II-D-40 Ecological management type EGT II-D-40

Karakteristična zajednica ovog tipa je šuma gorskog javora i jasena (*Aceri-Fraxinetum illyricum*). Najpovoljniji omjer smjese je 40% javora, 40% jasena i 20% bukve. Prirodna obnova je u starosti od 70 godina. Gospodarskih šuma u ovom tipu nema, već je on zastupljen u park-šumi sa 17,09 ha površine.

Ekološko-gospodarski tip EGT II-E-10 Ecological management type EGT II-E-10

Karakteristična zajednica je tipična šuma kitnjaka i običnoga graba (*Quercopetraeae-Carpinetum illyricum typicum*) i kitnjakova šuma sa šašem (*Carici sylvaticae-Quercetum petraeae*). Optimalni sastojinski oblik je jednodobna mješovita jednolična sjemenjača, normalnog stanja. Omjer smjese u doba sječne zrelosti je 70% kitnjaka, 30% bukve i pojedinačno obični grab. Kod normalnoga sastojinskog oblika optimalna otvorenost je 13,5 m/ha, srednja udaljenost privlačenja 370 m. Površina gospodarskih šuma ovog EGT iznosi 98,76 ha i zaštitnih šuma 0,35 ha.

Ekološko-gospodarski tip EGT II-E-11 Ecological management type EGT II-E-11

Karakteristična zajednica je šuma kitnjaka i običnoga graba, varijanta s bukvom (*Quercopetraeae - Carpinetum illyricum var. Fagus sylvatica*). Najpovoljniji omjer smjese u doba sječne zrelosti je 50% kitnjaka i 50% bukve. Ophodnja u ovom tipu iznosi 120 godina. Kod normalnog stanja sastojine optimalna otvorenost šumskim cestama iznosi 14,1 m/ha, a srednja udaljenost privlačenja je 350 m. Pod ovim tipom šume nalazi se ukupno 405,62 ha gospodarskih šuma.

Ekološko-gospodarski tip EGT II-E-20 Ecological management type EGT II-E-20

Karakteristična zajednica ovog tipa je kitnjakova šuma s bekicom (*Luzulo – Quercetum petraeae*) i kitnjakova šuma sa žutilovkom (*Genisto tinctoriae – Guercetum petraeae*). Najpovoljniji omjer smjese u doba sječne zrelosti iznosi 80% kitnjaka i 20% ostalih listača. Ophodnja iznosi 100 godina. Kod normalnoga sastojinskog oblika optimalna otvorenost je 12,3 m/ha, a srednja udaljenost privlačenja iznosi 400 m. Ukupna površina gospodarskih šuma ovog tipa iznosi 19,43 ha.

Ekološko-gospodarski tip EGT II-G-20 Ecological management type EGT II-G-20

Karakteristična zajednica je šuma običnoga graba i lužnjaka (*Carpino betuli – Quercetum roboris typicum*). Najpovoljniji sastojinski oblik isti je kao kod prethodnih tipova. Omjer smjese u nadstojnoj etaži je 100% lužnjaka, a u podstojnoj 20% ostalih listača. Ophodnja za lužnjak je 140 godina, a za bukvu i grab 80 godina. Kod normalnoga sastojinskog oblika optimalna otvorenost je 15,6 m/ha, a srednja udaljenost privlačenja 320 m. Ukupna površina gospodarskih šuma ovog tipa je 18,86 ha.

Ukupna površina gospodarskih šuma prema zastupljenosti ekološko-gospodarskih tipova iznosi 1 199,44 ha.

Ukupna površina namjenskih šuma prema zastupljenosti ekološko-gospodarskih tipova iznosi: park-šume 113,06 ha i sjemenske sastojine 7,69 ha.

Površina zaštitnih šuma prema udjelu ekološko-gospodarskih tipova iznosi 8,80 ha.

Optimalna otvorenost šuma prema gospodarskim tipovima i srednja udaljenost privlačenja određuju količinu potrebnih cesta za sljedeće 10-godišnje razdoblje gospodarenja za sve one EGT gdje ona nije dosada postignuta.

EGT	Optimalna otvorenost (m/ha)	Srednja udaljenost privlačenja (m)
II-C-10	16,1	310
II-D-10	12,5	400
II-E-10	13,5	370
II-E-11	14,1	350
II-E-20	12,3	400
II-G-10	15,6	320

Tab. 14. Optimalna otvorenost i srednja udaljenost privlačenja prema EGT
Optimal accessibility and mean skidding distance according to the EGT

Ukupna količina drva za površinu gospodarskih šuma iznosi 348 781 m³, ukupni prirast je 10 419 m³, prosječni prirast iznosi 8,68 m³/ha, postotak prirasta je 3,00% i srednja starost 72 godine.

Prema »Osnovi gospodarenja 1988-1997. godine« optimalna otvorenost treba iznositi 14,8 m/ha, a srednja udaljenost privlačenja 340 m za navedene EGT u gospodarskim šumama.

KOLIČINA DRVA - WOOD VOLUME

Količinu drva u gospodarskoj jedinici »Bistranska gora« moramo promatrati prema podjeli šumske površine na kategorije šuma: gospodarske, namjenske i zaštitne šume. Ukupna drvna zaliha u gospodarskoj jedinici za posljednjih 26 godina stalno polagano raste, osim za jelu gdje je ustanovljen pad drvne mase od 8,6% uzrokovane sušenjem. Stalni porast drvne mase u šumama »Parka prirode Medvednica« potječe iz pravilne primjene i strogog pridržavanja smjernica iz »Osnova gospodarenja«. Ukupna količina drva prikazana je u tablici 15.

Kategorija šume	Površina	Količina drva	
	ha	m ³	m ³ /ha
Gospodarska šuma	1 199,44	348 781	291
Park-šuma	113,06	52 985	468
Sjemenska sastojina jele	7,69	5 480	713
Zaštitna šuma	8,80	1 656	188
Ukupno	1 328,99	408 902	307,6

Tab. 15. Količina drva u gospodarskoj jedinici »Bistranska gora« prema kategorijama šuma

Tab. 15. Wood quantity according to forest categories in the management unit of Bistranska Gora

Ukupni prosječni godišnji tečajni prirast po hektaru obrasle površine iznosi 8,79%. Prirast cijele gospodarske jedinice veći je za 7% od prirasta u prošlom razdoblju gospodarenja.

Problem gospodarske jedinice je relativno velik postotak zrelih šuma V, VI i VII dobnog razreda, koje zauzimaju 38% ukupne obrasle površine gospodarskih šuma ili 44% svih kategorija šuma.

Drvna pričuva za cijelu gospodarsku jedinicu iznosi 308 m³/ha.

CILJ I NAČIN GOSPODARENJA AIM AND METHOD OF MANAGEMENT

Specifičnost gospodarenja šumama gospodarske jedinice »Bistranska gora« leži u zahtjevu za ostvarivanje rekreativne, estetske, zaštitne i ostalih općekorisnih funkcija šuma. Osim toga ove šume moraju biti produktivne i sposobne za prirodnu obnovu i optimalizaciju stabilnosti ekosustava. Velik broj izletnika, osobnih automobila, agresivno djelovanje štetnih polutanata i ostali negativni utjecaji štetno djeluju na ove šume.

Najviše pažnje poklanja se gospodarenju autohtonim šumskim cenozama, koje dobro njegovane daju stabilnost i potrajnost šuma. Zbog toga se u procesu stvaranja i održavanja šumskog fonda osobita briga mora voditi o uzgojnim zahvatima u ovim šumama.

Prema »Osnovi gospodarenja« da bi se postiglo normalno stanje ovih sastojina, potrebno je održavati prijeko potrebnu ophodnju za pojedine uređajne razrede:

Jela	130 godina
Bukva	130
Bukva iz panja	100
Kitnjak iz panja	100
Lužnjak iz panja	100
Joha iz panja	70
Obični bor	80
Smreka	80

Pomlađivanje ovih sastojina je prirodno pod zastorom krošanja starijih stabala, oplodnom ili postupačnom sječom na malim površinama ili okruzima, te prebornom sječom grupimične strukture.

Panjače se obnavljaju konverzijom u viši uzgojni oblik bilo posredno bilo neposredno.

Pri gospodarenju treba posvetiti osobitu pažnju ovim specifičnim smjernicama:

- maksimalno sačuvati sve prirodne karakteristike parka prirode,
- intervencije u prirodi izvoditi isključivo na osnovi uređajnih planova,
- unošenje sadržaja uskladiti s osnovnom funkcijom područja u cjelini i posebno pojedinih dijelova; objekti koji se planiraju graditi nesmiju narušiti estetske vrijednosti i osobitost područja,
- gospodarenje šumama mogu obavljati isključivo šumarski stručnjaci, i to temeljem osnove gospodarenja i godišnjih planova na koje suglasnost daje Republički zavod za zaštitu prirode.

Način gospodarenja za svaku kategoriju šuma propisuje: vrste i način sječe, njege, izvlačenja i druge radnje.

ETAT - FELLING VOLUME

Na osnovi cilja i načina gospodarenja šumama ove gospodarske jedinice i osobitosti šuma na Medvednici etat glavnog i prethodnog prihoda propisan je za I/1

polurazdoblje (1988-1997) i orijentacijski I/2 polurazdoblje. Prosječna drvena pričuva sastojina u kojima se siječe glavni prihod je 432 m³/ha. Od ukupne drvene pričuve za glavni prihod siječe se 43% ili s prirpastom 40%.

Ukupni 10-godišnji prirast gospodarskih šuma je 104 190 m³, a planirana sječiva količina drva za isto razdoblje iznosi 31 056 m³, vidimo da je to 29,8%. Taj podatak govori o brizi za očuvanjem šuma ovog područja. Prema etatu koji je moguće sjeći, po Klepčevoj formuli, a on iznosi 58 075 m³ vidimo da propisani etat glavnog prihoda iznosi 53,4% mogućeg etata.

Etat prethodnog prihoda (količina drva u proredama) iznosi 20 696 m³, što ukupno sa glavnim prihodom iznosi 51 752 m³.

Za 10-godišnje razdoblje siječe se:

- glavni prihod 18,84 m³/ha
- prethodni prihod 2,17 m³/ha
- ukupno 6,64 m³/ha godišnje

VRSTA SORTIMENTA	E T A T	
	m ³	%
Trupci	23 195	45
Tanko tehničko drvo	1 456	3
Drvo za preradu	3 288	6
Drvo za ogrijev	16 736	32
Otpad	7 077	14
UKUPNO	51 752	100

Tab. 16. Podjela ukupnog etata po sortimentima
The division of the total felling volume according to the assortments

Prema udjelu tehničkog drveta (trupaca) (45%) vidimo da se gospodarske šume nalaze u dobrom stanju i da se sa njima pravilno gospodari prema smjernicama iz »Osnove gospodarenja«.

PROMETNICE NA MEDVEDNICI ROADS OF THE MEDVEDNICA AREA

OPĆENITO O CESTAMA NA MEDVEDNICI MEDVEDNICA ROADS

Prema generalnom urbanističkom planu (GUP) izrađena je 1970. godine idejna studija putne mreže na Medvednici. Tom je studijom izrađeno cjelovito rješenje

prometnog povezivanja masiva Medvednice s gradskim područjem, kao i mogućnost tranzitnog prometa iz grada preko Medvednice u Hrvatsko zagorje. Tranzitni promet odvija se cestom: Bliznec, Rauchova lugarnica, Rakove noge, Pile do Stubičkih Toplica.

Kao park prirode Medvednica treba imati jako dobro razvijenu i položenu mrežu prometnica kako bi se moglo nesmetano prometovati na cijeloj njezinoj površini.

Kada se govori o cestovnoj mreži na Medvednici, onda se ovdje u prvom redu misli na javnu cestovnu mrežu (zbog velikog broja motornih vozila), a tek poslije u drugom je planu izgradnja šumskih cesta. Studijom iz 1970. godine nije predviđena izgradnja prijeko potrebnih šumskih cesta. Javna cestovna mreža izgrađena je kao jednosmjerni kružni tok starom cestom od Blizneca do vrha Medvednice. Kako je dalje izgrađena tranzitna cesta, za tu vrstu prijevoza nije potrebno izgraditi nove prometnice. Ova tranzitna cesta omogućava povezivanje svih lokaliteta na Medvednici (prirodne ljepote, turistički, planinarski i sportski objekti) sa svim ostalim sadržajima parka prirode.

Podnožjem masiva Medvednice od Podsuseda do Kašine izgrađen je s prigorske i zagorske strane zatvoreni cestovni prsten, po kojem je i projektirana granica parka prirode. Ova kružna prometnica u dužini oko 85 km ne zadovoljava u potpunosti potrebe modernog prometa, pa su na nekim mjestima izvedene ili se izvode izmjene u smislu promjena tehničkih karakteristika. Prema stanju iz 1979. godine na području parka prirode Medvednice izgrađeno je 139,9 km javnih cesta.

Sve javne prometnice služe i za potrebe šumarske privrede ili kao sredstvo po kojem se odvija prijevoz drvnih sortimenata ili za neke druge djelatnosti u šumarstvu. *Dobro i dovoljno razvijene, pravilno raspoređene i zasnovane na stvarnim potrebama gospodarenja šumama, šumske ceste su osnovni preduvjet racionalnoga gospodarenja gospodarskim šumama ovog područja.* Takva mreža šumskih cesta treba biti razvijena pogotovo u mladim ili degradiranim šumama Medvednice, koje treba uskladiti s postavkama uređajne osnove, njegovati, prorjeđivati i drugim uzgojnim mjerama privoditi optimalnom stanju i strukturi.

Kako su gotovo sve javne ceste u prošlosti bile šumske ceste, njihova se trasa uklapa u krajolik i one zapravo predstavljaju tipične planinske ceste vijugavih trasa s mnogo serpentina i kratkih pravaca. One su se na kritičnim mjestima (nedovoljna širina kolnika, nepravilna izmjena nivelete i sl.) trebale obnoviti da bi danas bile potpuno u funkciji odvijanja ukupnog prometa.

Postojeća mreža šumskih cesta i izgrađenih traktorskih vlaka povezana je s javnim cestama u jedan jedinstveni cestovni prsten odnosno cestovnu mrežu. Šumske ceste treba graditi prema svim načelima modernoga graditeljstva i u tu svrhu koristiti sva pozitivna iskustva iz područja gradnje šumskih gospodarskih cesta.

Sve buduće ceste moraju biti građene prema planu investicija iz osnova gospodarenja za gospodarske šume i moraju biti potpuno u funkciji racionalizacije rada i ekonomičnosti poslovanja. *Šumske ceste treba i nadalje uklapati u okoliš, slijediti što je više moguće postojeće tvrde putove i traktorske vlake i na taj način smanjiti mogućnost nastojanja raznih oštećenja šumskog zemljišta (izbjegavati mjesta velikih usjeka i nasipa).* Prilikom gradnje treba koristiti tzv. matični građevinski materijal.

Loše izvedene šumske i javne ceste na Medvednici zbog geološke podloge i hidrografskih prilika stvaraju veća ili manja oštećenja koja traže dodatna materijalna sredstva i veliku količinu dodatnog rada, a osim toga negativno utječu na stanje tla i sastojina.

ŠUMSKE CESTE GOSPODARSKE JEDINICE » BISTRANSKA GORA « BISTRANSKA GORA FOREST ROADS

Kao većina ostalih šumskih cesta na Medvednici, tako se i u ovoj gospodarskoj jedinici gradnja šumskih cesta odvijala prema potrebama bivših vlasnika šuma i ona nije bila planirana za dulje razdoblje. U novije vrijeme kada je počela izrada cjelovitih osnova gospodarenja šumama ovog masiva, počela je planska gradnja šumskih cesta. Drugim riječima to znači da optimalna gustoća mreže šumskih cesta nije postignuta, već je ona planirana kroz jedno dulje razdoblje gospodarenja.

Na Medvednici kao sredstvo prometa osim šumskih cesta u prošlosti javljale su se i šumske željeznice, istina u neznatnoj količini. Određeni dio šumskih cesta izgrađen je upravo na zeljanom trupu bivših šumskih željeznica. Dio nekadašnjih šumskih cesta s čvrstom kolničkom konstrukcijom je asfaltiran; to su one ceste koje prolaze južnom granicom gospodarske jedinice odnosno cestom koja spaja planinarske domove (Dom izviđača, Tomislavov dom, Đački dom i Grafičar). Budući da jednim manjim dijelom dodiruju gospodarsku jedinicu, šumske ceste što se tiče obračuna otvorenosti gospodarske jedinice, nemaju neku odlučujuću ulogu.

Karakteristika ove gospodarske jedinice s gledišta otvorenosti je potreba za izgradnjom novih šumskih cesta u gospodarskim šumama, dok u namjenskim i zaštitnim šumama građevinske radove treba svesti na najmanju moguću mjeru.

Šumske ceste prema osnovama gospodarenja Forest roads according to the Management plan

Kako bismo u potpunosti mogli upoznati problem dosadašnje izgradnje šumskih cesta i otvorenost šuma ovog područja, prikazat ćemo stanje šumskih cesta u tri prethodna razdoblja gospodarenja.

1. Na osnovi »Uređenje osnove šuma Medvednice za razdoblje 1967-1976.« imamo stanje iz 1967. godine:

a – kamionske ceste	5 700 m
b – kolni putovi	10 600 m

Površina šuma kojimá se gospodarilo u navedenom razdoblju iznosila je 1 343 ha, pa prema navedenim podacima imamo ovu otvorenost:

$$O = \frac{5\,700}{1\,343} = 4,24 \text{ m/ha} \Rightarrow 4,24 \text{ km/1 000 ha}$$

Iz tog podatka vidljivo je da je u tom razdoblju gospodarenja otvorenost šuma ove gospodarske jedinice bila malena i da je stvarala goleme teškoće u gospodarenju.

Posljedica takva stanja je velika udaljenost privlačenja i visoki troškovi privlačenja, što je bilo, drugim riječima, neekonomično gospodarenje.

Ako uzmemo kao mogućnost prijevoza kolne putove u pogodno godišnje doba (ljetno razdoblje) kada je nosivost tih putova dostatna, onda *periodična otvorenost* za navedeno razdoblje iznosi 12,14 m/ha. S obzirom na kratkoću razdoblja pogodnoga za prijevoz vidimo da se on morao izvršiti u vrlo kratko vrijeme, što je tražilo odgovorajuću organizaciju rada i na sječini i na pomoćnim stovarištima.

2. Prema »*Osnovi gospodarenja za gospodarsku jedinicu »Bistranska gora« za razdoblje 1977-1986.*« sa stanjem iz 1976. godine ukupna duljina šumskih cesta iznosila je 9 200 m, a površina gospodarske jedinice iznosila je 1 367,58 ha. Otvorenost šumskim cestama iznosila je:

$$O = \frac{9\,200}{1\,367,58} = 7,7 \text{ m/ha}$$

Prema istoj »*Osnovi gospodarenja*« planirana je izgradnja šumske ceste u ukupnoj duljini oko 8 km. Tako bi prema predviđenoj izgradnji otvorenost šumskim cestama na kraju razdoblja gospodarenja 1977-1986. godine iznosila 12,5 m/ha.

3. Stanje otvorenosti šuma gospodarske jedinice »*Bistranska gora*« temeljem »*Osnove gospodarenja za razdoblje 1988-1997. godine*« sa stanjem iz 1987. godine iznosi:

a) *Javne ceste (asfaltirane):*

1. Gornja Bistra (3a, b) – Kraljev vrh	620
2. Novaki – Poljanica (29a)	150

ukupno: 750 m

b) *Šumske ceste (makadam):*

1. Gornja Bistra (24a) – Sljemenska cesta (19c)	8 680
2. Lugarnica Oštrica (17a) – Markov travnik (14c)	4 000
3. Brest (17e) – Fakultetske šume (14a)	2 260
4. Prva rampa (9c) – Šupljak (20a)	2 250
5. Rasuha (22a) – Drukve (21a)	1 030
6. Drukve (23a) – Selec (24b)	1 500
7. Poljanica (29a) – Vikendica (29a)	140
8. Poljanica (29a) – Stare jame (28a, b)	1 200

ukupno: 21 360

sveukupno šumske i javne ceste: 22 130 m

Gospodarska jedinica »*Bistranska gora*« s površinom 1 364,89 ha i ukupnom količinom cesta koje otvaraju šumsko područje ima otvorenost:

$$O = \frac{22\,130}{1\,364,89} = 16,2 \text{ m/ha}$$

U razdoblju 1988-1997. godine planirana je izgradnja slijedećih cesta:

1. Drukve (22b) – Jelovi brijeg (27a)	2 820
2. Stare jame (28a, b) – odjel 28b	600

ukupno: 3 00 m

Prema tim podacima ukupna produktivna dužina prometnica povećat će se s 22 130 m na 25 550 m i time će se otvorenost gospodarske jedinice povećati od 16,2 m/ha na planiranih 18,7 m/ha.

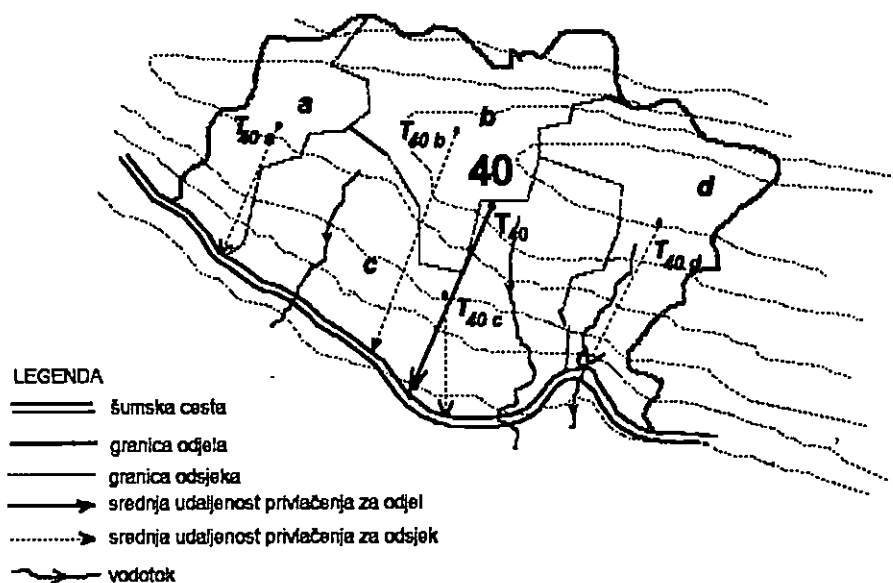
IZRAČUNAVANJE OPTIMALNE OTVORENOSTI ŠUMA GOSPODARSKE JEDINICE »BISTRANSKA GORA« CALCULATING THE OPTIMAL FOREST ACCESSIBILITY OF THE BISTRANSKA GORA MANAGEMENT UNIT

Otvorenost šuma ove gospodarske jedinice izračunata je na temelju izmjere na terenu i podataka iz važeće »Osnove gospodarenja« i šumskogospodarske karte. Sami rezultati istraživanja obrađeni su na temelju dosada poznatih i primijenjenih metoda rada ovih autora: Knežević (1990), Knežević, Pičman, Jakovac (1991), Knežević & Sever (1992), Arnautović (1975) i Simonović (1949).

Prilikom izračunavanja i analize podataka korišteno je osobno računalo AT 450 s izrađenim programima, a sve površine i različite duljine (šumske ceste, traktorske vlake, srednje udaljenosti privlačenja i dr.) određene su na *digitalnom modelu terena* (DTM). Digitalizacija šumskogospodarske karte gospodarske jedinice izvedena je na digitalizatoru CalComp 9100 (za format papira A0).

Na slici 12 prikazan je način određivanja srednjih udaljenosti privlačenja potrebnih za dalju obradu podataka.

Pri određivanju osnovnih elemenata potrebnih za utvrđivanje utjecaja orografskih i hidrografskih prilika na optimalnu gustoću šumskih cesta, kako smo naprijed naveli, koristili smo se digitalnim terenskim modelima (DTM). Da bismo u potpunosti mogli odrediti elemente potrebne za određivanje srednjih udaljenosti privlačenja,

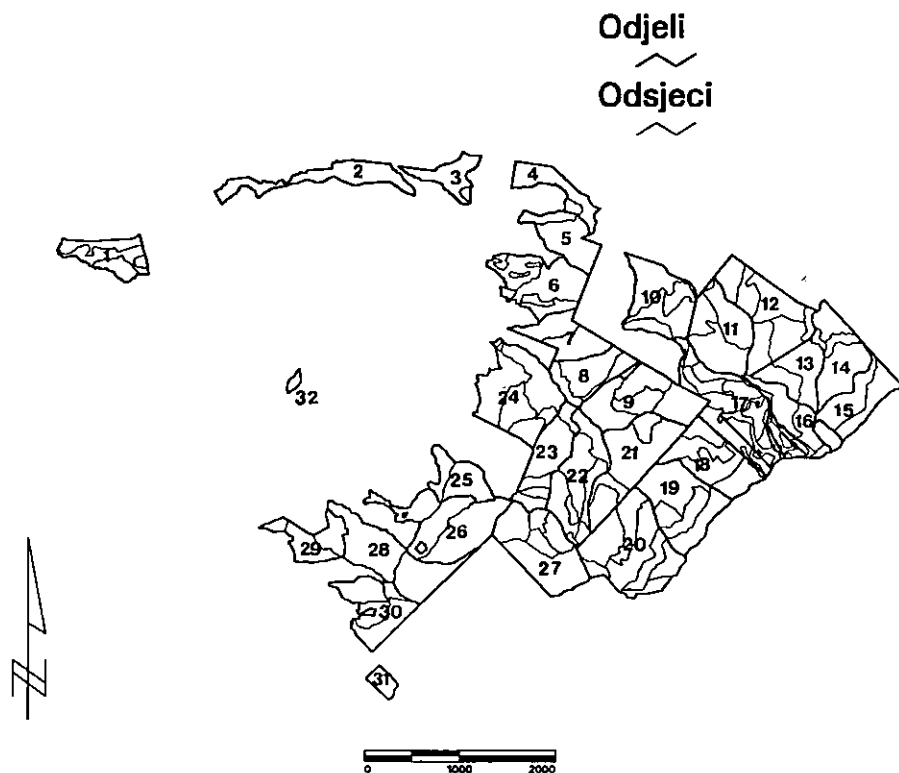


Sl. - Fig. 12. Prikaz određivanja srednje udaljenosti privlačenja za odjel s odsjecima bez izgrađenih traktorskih vlaka

Mean skidding distance determination in department section without built skidding tracks

GOSPODARSKA JEDINICA

"BISTRANSKA GORA"



Sl. - Fig. 13. Karta gospodarske jedinice »Bistranska gora« izrađena digitalizacijom na temelju šumskogospodarske karte (bez šumskih cesta i vlakova)

A map of the Bistranska Gora management unit made by digitalization and according to the management map (without forest roads and tracks)

pretpostavka je da se količina drva nalazi jednakomjerno raspoređena po površini.

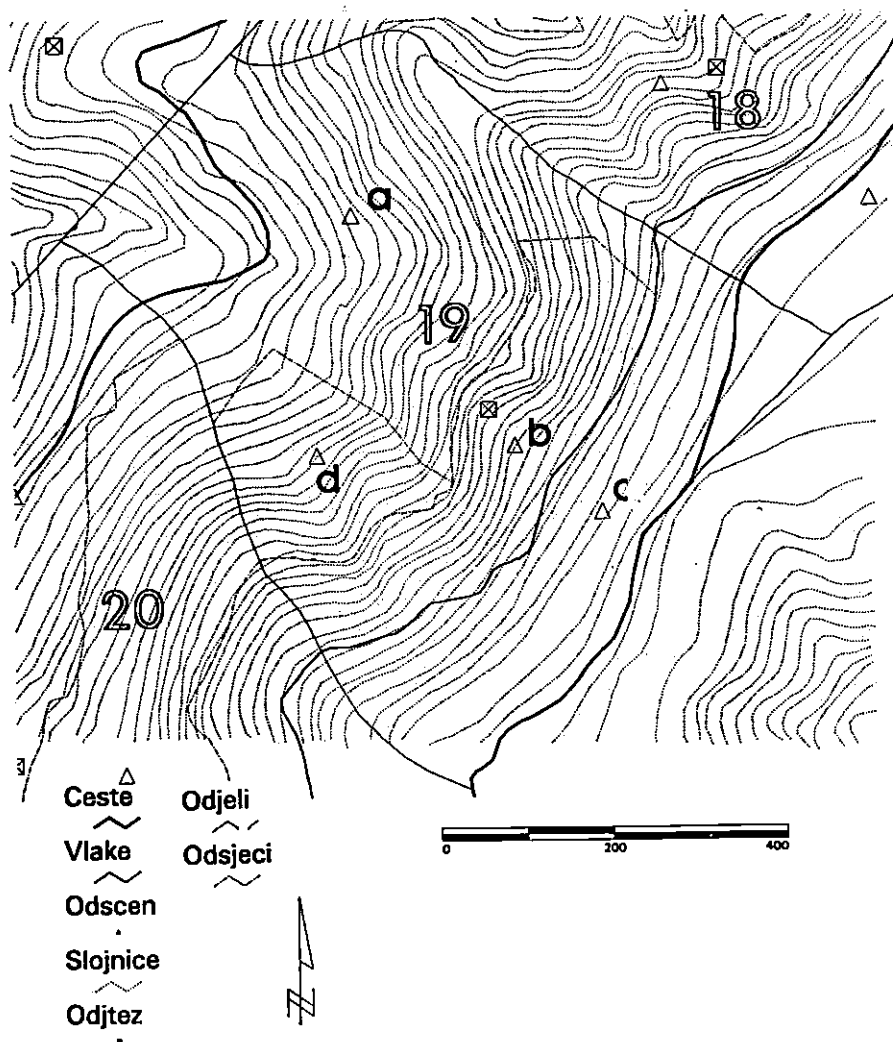
Za potrebu izračunavanja udaljenosti privlačenja u kompjutorskom programu određeni su položaji težišta površina, kako slijedi:

- težište odsjeka ima oznaku (Odsčen)
- težišta odjela ima oznaku (Odjtež)

Težišta površina odsjeka i odjela izračunata su na osnovi formula koje u svom radu primjenjuje Knežević (1990). Svako težište odjela ili odsjeka ima svoje koordinate (x i y) koje točno određuju njegov položaj na zemljovidu (slika 14).

GOSPODARSKA JEDINICA

"BISTRANSKA GORA"



Sl. - Fig. 14. Prikaz DTM odjela 19 sa slojnicama razmaka 10 m
The DTM section 19 with contour lines 10 m apart

O D J E L	O D S J E K	OČITANJE UDALJENOSTI PRIVLAČENJA S DIGITALNOGA TERENSKOG MODELA			
		I	II	III	SREDNJA VRIJEDNOST
		m			
	a	26,55	160,00	194,89	127,15
	b	79,88	152,41	176,71	136,33
	c	154,91	435,08	285,66	291,88
	d	73,48	76,19	80,91	76,86
1				199,20	
2				310,86	
	a	115,89	249,45	248,48	204,61
	b	65,03	75,75	65,08	68,62
3				193,17	
	a	49,31	299,59	189,49	179,46
	b	93,59	121,25	97,27	104,04
4				403,92	
	a	45,08	310,59	179,15	178,27
	b	382,88	663,78	414,02	486,89
5				305,45	
	a	586,06	614,87	737,80	646,24
	b	797,84	782,38	819,61	799,94
	c	498,96	919,59	795,72	738,16
	d	479,91	472,46	473,82	475,40
	e	558,23	718,63	571,64	616,17
	f	493,41	494,56	745,74	571,24
	g	582,57	593,01	719,26	651,61
	h	514,94	514,94	514,94	514,94
6				770,19	

Izračunavanje udaljenosti privlačenja prikazano je u tablici 17.

O D J E L	O D S J E K	OČITANJE UDALJENOSTI PRIVLAČENJA S DIGITALNOGA TERENSKOG MODELA			
		I	II	III	SREDNJA VRIJEDNOST
		m			
	a	332,09	481,35	345,89	386,84
	b	471,27	463,35	475,78	470,12
7					405,65
	a	62,10	214,04	140,62	138,92
	b	243,73	302,91	348,99	298,54
	c	47,14	224,12	167,76	146,34
8					235,90
	a	67,61	65,51	142,58	95,23
	b	126,79	163,51	148,82	146,37
	c	86,64	153,78	161,07	133,83
	d	57,05	154,38	101,44	104,29
9					250,70
	a	97,44	98,53	165,10	120,36
	b	103,63	129,09	85,35	106,02
	c	123,05	147,11	117,96	129,37
10					196,15
	a	285,06	256,65	343,94	295,01
	b	132,72	182,12	186,51	167,12
	c	107,96	96,18	138,28	112,47
11					346,69
	a	52,55	113,08	98,07	87,90
	b	19,26	96,33	157,28	90,96
	c	63,58	108,72	93,79	88,70
	d	48,52	204,96	189,46	147,65

O D J E L	O D S J E K	OČITANJE UDALJENOSTI PRIVLAČENJA S DIGITALNOGA TERENSKOG MODELA			
		I	II	III	SREDNJA VRIJEDNOST
		m			
	e	129,42	134,36	167,60	143,79
	f	92,37	308,68	95,15	165,40
12					144,15
	a	84,70	257,53	133,55	158,59
	b	43,86	200,71	146,73	130,43
13					183,37
	a	136,23	355,54	262,07	251,28
	b	204,62	196,50	197,13	199,42
	c	152,02	142,72	128,01	140,92
14					378,21
	a	95,63	144,69	182,09	140,80
	b	159,00	134,65	151,19	148,28
15					160,61
	a	104,39	100,21	132,90	112,50
	b	50,28	50,96	51,43	50,59
	c	110,28	365,60	198,07	224,65
	d	89,65	91,96	71,84	84,48
16					272,29
	a	37,58	54,44	23,64	38,55
	b	194,28	211,33	220,62	208,74
	c	95,21	102,37	88,08	95,22
	d	27,21	68,89	133,42	76,51
	e	54,44	73,08	126,34	84,64
	f	50,21	133,42	85,67	89,77
17					324,85

O D J E L	O D S J E K	OČITANJE UDALJENOSTI PRIVLAČENJA S DIGITALNOGA TERENSKOG MODELA			
		I	II	III	SREDNJA VRIJEDNOST
		m			
	a	101,54	117,62	169,07	129,41
	b	163,12	187,63	170,08	173,61
	c	37,47	154,31	118,42	103,40
	d	180,97	266,76	207,83	218,58
18				270,64	
	a	132,10	115,51	212,99	153,53
	b	61,02	203,95	216,89	160,50
	c	79,29	75,10	106,49	86,96
	d	283,40	322,45	282,21	296,02
19				284,61	
	a	179,88	101,31	147,94	143,04
	b	198,60	253,17	247,44	233,07
	c	102,57	99,91	150,61	117,70
	d	92,99	111,56	100,29	101,61
	e	77,99	81,21	157,76	105,65
	f	285,16	104,92	308,37	232,82
	g	104,93	115,52	106,96	109,14
20				307,77	
	a	189,80	337,41	282,90	270,04
	b	135,56	204,71	128,31	156,19
	c	104,37	135,89	52,51	97,59
	d	109,37	106,23	138,43	118,02
21				237,79	

O D J E L	O D S J E K	OČITANJE UDALJENOSTI PRIVLAČENJA S DIGITALNOGA TERENSKOG MODELA			
		I	II	III	SREDNJA VRIJEDNOST
		m			
	a	50,33	45,63	57,38	51,11
	b	11,26	180,37	190,98	127,54
	c	27,06	61,10	35,56	41,24
	d	123,84	111,91	149,40	128,38
	e	83,88	102,45	91,58	92,64
	f	42,44	135,87	38,67	72,33
	g	28,56	96,81	59,31	61,56
22					208,02
	a	85,49	141,26	181,31	136,02
	b	210,40	177,86	266,78	218,35
	c	69,78	93,96	105,30	89,68
	d	88,29	98,21	103,43	96,64
	e	58,35	37,14	65,63	53,71
23					132,42
	a	124,68	151,74	98,65	125,02
	b	74,68	110,30	215,36	133,45
	c	36,42	39,10	45,14	41,22
	d	181,82	177,45	251,62	203,96
	e	103,96	65,62	98,28	89,27
	f	148,32	186,40	164,89	166,54
24					381,11
	a	278,57	287,50	369,46	311,84
	b	144,07	233,81	284,69	220,86
25					170,86

O D J E L	O D S J E K	OČITANJE UDALJENOSTI PRIVLAČENJA S DIGITALNOGA TERENSKOG MODELA			
		I	II	III	SREDNJA VRIJEDNOST
		m			
26	a	295,45	224,54	209,19	243,06
	b	56,08	268,72	169,94	164,91
	c	83,82	163,90	443,87	230,53
					455,26
	a	143,37	183,62	226,23	184,41
	b	107,64	101,06	141,66	116,79
	c	108,08	299,28	312,69	240,02
	d	113,61	188,81	126,93	143,12
	e	66,02	159,73	127,76	117,84
27				296,70	
28	a	82,96	255,19	247,09	195,35
	b	136,51	200,69	202,88	180,07
					166,81
	a	49,84	83,88	66,21	66,64
	b	148,06	128,76	165,51	147,44
	c	126,26	201,82	165,18	164,42
29				215,46	
	a	33,16	59,96	82,02	58,38
	b	213,56	137,98	242,06	197,87
	c	62,91	216,36	152,74	144,00
30				229,58	
31				174,11	
32				76,85	

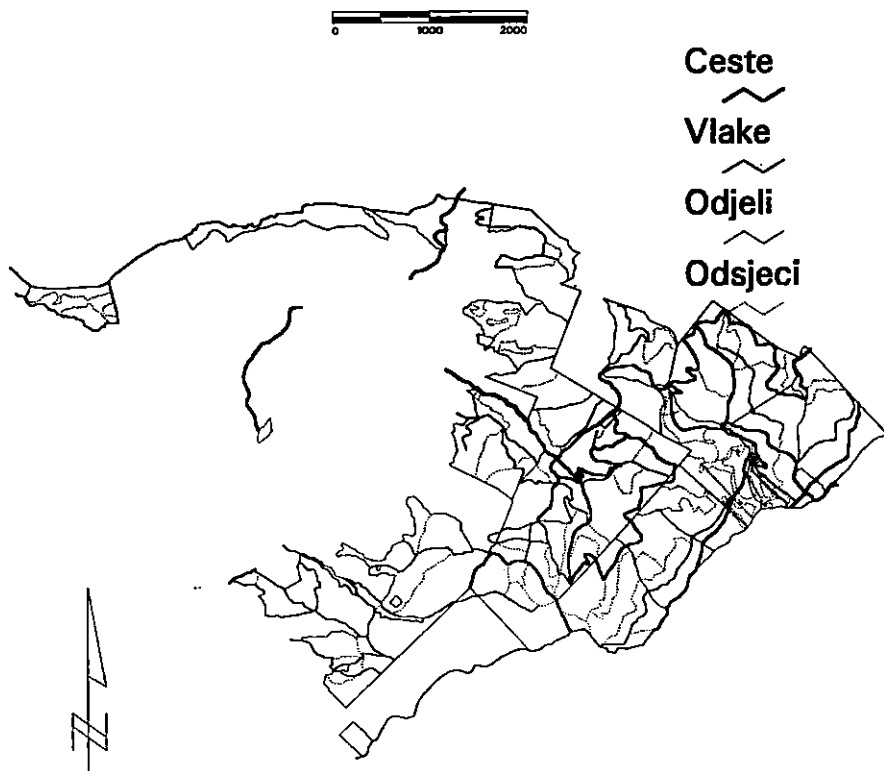
Tab. 17. Izračunavanje udaljenosti privlačenja pomoću osobnog računala i na osnovi izrađenog DTM
Calculation of the skidding distance using PC and the created DTM

Mogućnost primjene osobnog računala u ovom dijelu istraživanja vrlo je velika. Za određivanje nekoliko inačica udaljenosti privlačenja za pojedini odjel ili odsjek potrebno je svega nekoliko minuta. Trajanje procesa rada ovisi u prvom redu o obučenosti i brzini onoga koji mjeri. Što to drugim riječima znači? Znači da se obrada ovog problema za cijelu jednu gospodarsku jedinicu obavi za nekoliko sati u usporedbi s klasičnim načinom kada je potrošeno mnogo više radnih sati.

Radi točnosti obračuna udaljenosti privlačenja za pojedine odsjeke i odjele kao korekcijski čimbenik upotrijebljen je *koeficijent nagiba terena (cosa)* i na taj smo se način maksimalno približili stvarnim terenskim udaljenostima (prilikama).

GOSPODARSKA JEDINICA

"BISTRANSKA GORA"



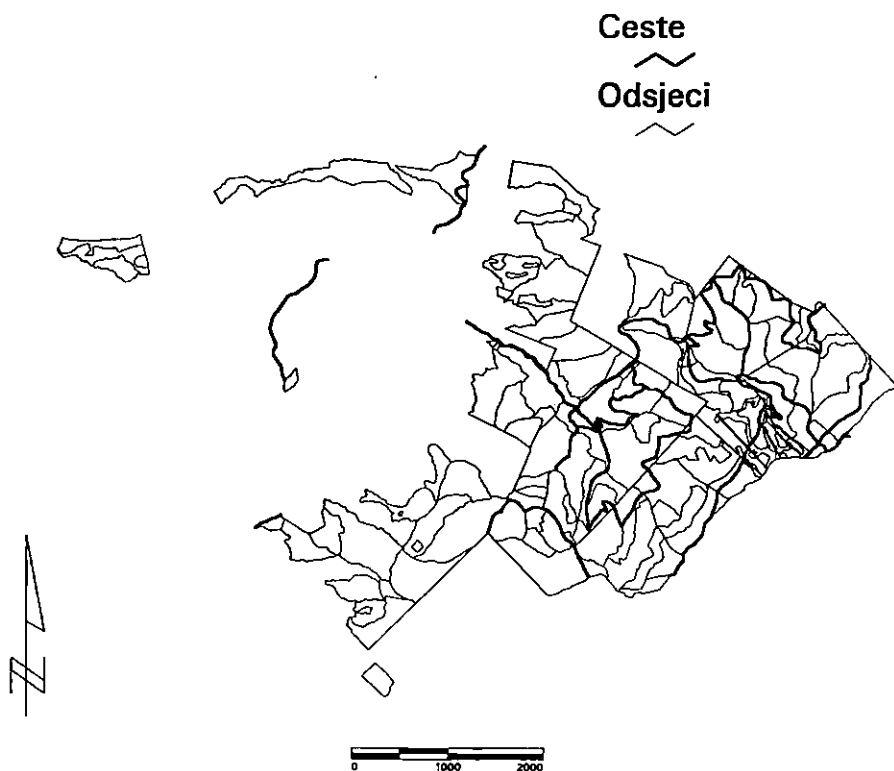
Sl. - Fig. 15. Raspored šumskih cesta i traktorskih vlaka
Distribution of forest roads and skidding tracks

Na slikama 14, 15, 16, 17. i 18. prikazana je izrada digitalnog modela šumsko gospodarske karte u određenom razmjeru (posebno za svaku sliku) i s pojedinim elementima potrebnim za dalju obradu. Ti su modeli poslužili za detaljnu izmjeru i određivanje udaljenosti privlačenja posebice za svaki odsjek i odjel, ukupne udaljenosti šumskih cesta i traktorskih vlaka i ostalo.

Kako je vidljivo iz tablice 17, udaljenosti privlačenja odnosno njezine srednje vrijednosti određene su na dvije decimale (npr. *udaljenost privlačenja za $1a = 127,15 m$*), što smatramo dovoljnom točnošću u obradi ove problematike primjenom osobnih računala.

GOSPODARSKA JEDINICA

"BISTRANSKA GORA"



Sl. - Fig. 16. Raspored šumskih cesta
Forest road distribution

O D J E L.	O D S J E K	POVRŠINA	DULJINA PRIVLAČENJA PREMA OSNOVI GOSPODARENJA	DULJINA PRIVLAČENJA IZMJERENA NA DTM	SJEČIVI DESETGODIŠNJI ETAT (GLAVNI I PRETHODNI PRIHOD)
		ha	m	m	m ³
	a	8,16	1100	127,15	1222
	b	7,00	900	136,33	190
	c	11,86	1200	291,88	145
	d	1,57	1400	76,86	15
1		28,59			1572
2		31,74	1000	310,86	290
	a	15,61	350	204,61	140
	b	1,68	60	68,62	10
3		17,29			150
	a	16,74	1130	179,46	240
	b	2,21	1200	10,04	20
4		18,95			260
	a	7,14	950	178,27	75
	b	26,91	950	486,89	475
5		34,05			550
	a	14,88	740	646,24	190
	b	21,35	900	799,94	275
	c	1,59	510	738,16	341
	d	2,78	400	475,40	30
	e	5,77	320	616,61	140
	f	1,71	280	571,24	40
	g	0,87	460	631,61	5
	h	0,59		514,59	1

O D J E L	O D S J E K	POVRŠINA	DULJINA PRIVLAČENJA PREMA OSNOVI GOSPODARENJA	DULJINA PRIVLAČENJA IZMJERENA NA DTM	SJEČIVI DESETGODIŠNJI ETAT (GLAVNI I PRETHODNI PRIHOD)
		ha	m	m	m ³
6		49,54			1052
	a	12,45	520	386,44	200
	b	16,03	720	470,12	350
7		28,48			550
	a	5,91	50	138,92	185
	b	18,68	600	298,54	490
	c	5,34	150	146,34	180
8		29,93			855
	a	20,05	130	95,23	420
	b	14,41	50	146,37	360
	c	11,41	100	133,83	200
	d	10,25	70	104,29	225
9		56,12			1225
	a	25,10	170	120,36	1070
	b	17,54	1140	106,02	200
	c	7,19	950	129,37	1730
10		49,83			3000
	a	21,25	350	295,01	3400
	b	19,08	150	167,12	580
	c	7,88	100	112,47	2622
11		48,21			6602
	a	10,46	150	87,90	250
	b	12,56	70	90,96	300

O D J E L.	O D S J E K	POVRŠINA	DULJINA PRIVLAČENJA PREMA OSNOVI GOSPODARENJA	DULJINA PRIVLAČENJA IZMJERENA NA DTM	SJEČIVI DESETGODIŠNJI ETAT (GLAVNI I PRETHODNI PRIHOD)
		ha	m	m	m ³
	c	3,63	80	88,70	
	d	18,60	200	147,65	2500
	e	8,37	60	90,96	300
	f	11,65	540	165,40	
12		65,27			7210
	a	21,36	210	158,59	3200
	b	10,90	110	130,43	190
13		32,24			3390
	a	26,93	350	251,28	4500
	b	4,82	270	199,42	
	c	9,79	130	140,92	1940
14		41,54			6440
	a	15,76	520	140,80	
	b	18,42	110	148,28	
15		34,18			
	a	12,47	200	112,50	
	b	1,70	250	50,89	
	c	2,92	350	224,65	
	d	17,03	200	84,48	
16		34,12			
	a	1,78	40	38,55	60
	b	7,50	200	208,74	
	c	23,03	400	95,22	

O D J E L.	O D S J E K	POVRŠINA	DULJINA PRIVLAČENJA PREMA OSNOVI GOSPODARENJA	DULJINA PRIVLAČENJA IZMJERENA NA DTM	SJEČIVI DESETGODIŠNJI ETAT (GLAVNI I PRETHODNI PRIHOD)
		ha	m	m	m ³
	d	7,69	50	76,51	
	e	6,07	70	84,62	
	f	7,03	130	89,77	
17		47,10			60
	a	7,30	180	129,41	
	b	13,60	350	173,61	4150
	c	10,54	170	103,40	
	d	14,81	1250	218,52	370
18		46,25			4520
	a	26,00	250	153,53	500
	b	10,49	1000	160,59	400
	c	13,32	100	86,96	
	d	5,59	300	296,02	
19		55,40			900
	a	13,88	70	143,04	300
	b	25,19	680	233,07	700
	c	9,24	650	117,70	
	d	4,36	380	101,61	
	e	9,76	600	105,65	280
	f	17,98	450	232,82	
	g	3,57	600	109,14	
20		83,98			1410
	a	35,50	500	270,04	950

O D J E L	O D S J E K	POVRŠINA	DULJINA PRIVLAČENJA PREMA OSNOVI GOSPODARENJA	DULJINA PRIVLAČENJA IZMJERENA NA DTM	SJEČIVI DESETGODIŠNJI ETAT (GLAVNI I PRETHODNI PRIHOD)
		ha	m	m	m ³
	b	66,25	200	156,19	200
	c	9,31	200	97,59	1291
	d	5,42	200	118,02	120
21		56,48			2561
	a	6,54	70	51,11	117
	b	16,35	500	127,54	400
	c	0,94	1500	41,24	20
	d	12,90	500	128,38	280
	e	3,54	400	92,64	70
	f	7,34	280	72,33	130
	g	2,46	600	61,56	
22		50,07			2070
	a	3,98	80	136,02	60
	b	23,38	450	218,35	480
	c	3,40	1120	89,68	70
	d	4,28	1500	96,64	100
	e	5,23	100	53,71	140
23		40,27			850
	a	21,77	100	125,02	575
	b	20,06	250	133,45	280
	c	0,35	40	40,22	
	d	7,02	300	203,96	140
	e	2,21	80	89,27	38

O D J E L	O D S J E K	POVRŠINA	DULJINA PRIVLAČENJA PREMA OSNOVI GOSPODARENJA	DULJINA PRIVLAČENJA IZMJERENA NA DTM	SJEČIVI DESETGODIŠNJI ETAT (GLAVNI I PRETHODNI PRIHOD)
		ha	m	m	m ³
24	f	12,95	150	166,54	240
		64,36			1273
	a	7,27	2300	311,84	140
	b	17,33	2500	220,86	450
25		24,60			590
	a	33,46	1400	243,06	820
	b	12,17	700	164,91	250
	c	17,86	1300	230,53	420
26		63,49			1490
27	a	13,77	2200	184,41	370
	b	4,20	1600	116,79	75
	c	28,36	1200	240,02	780
	d	8,40	1300	143,12	
	e	5,60	1400	117,84	120
		60,33			1345
	a	34,74	150	195,35	730
	b	22,90	200	180,07	580
28		57,64			1310
	a	2,71	70	66,64	
	b	15,30	650	147,44	235
29		25,82			315
	a	7,63	2100	58,38	180
	b	15,26	1600	197,58	300

O D J E L	O D S J E K	POVRŠINA	DULJINA PRIVLAČENJA PREMA OSNOVI GOSPODARENJA	DULJINA PRIVLAČENJA IZMJERENA NA DTM	SJEČIVI DESETGODIŠNJI ETAT (GLAVNI I PRETHODNI PRIHOD)
		ha	m	m	m ³
	c	16,06	2300	144,00	300
30		38,95			780
31		5,39	3500	174,11	88
32		2,25	2000	76,85	45

Tab. 18. Uspoređivanje podataka s duljinama privlačenja izračunatih klasičnim načinom i uz primjenu osobnog računala (DTM)

Comparison of the skidding distance data as calculated by classical method and by using PC (DTM)

Obzirom da su se u ovom radu uspoređivali podaci dobiveni klasičnim načinom i podaci dobiveni primjenom osobnih računala uz određene programe, smatramo da određivanje privlačenja primjenom novih metoda određivanja daje vrlo veliku točnost (klasičnim načinom određuje se udaljenost privlačenja na najmanje 10m).

Otvorenost gospodarske jedinice »Bistranska gora« promatrana je kao otvorenost šumskim cestama i otvorenost vlakama (traktorskim vlakama). Podaci su sljedeći:

- *otvorenost šumskim kamionskim cestama određena je za ukupnu površinu gospodarske jedinice od 1364,89 ha i ukupnu duljinu šumskih cesta koja iznosi 29647,40 m:*

$$O_c = \frac{29647,40}{1364,89} = 22,39 \text{ m/ha}$$

- *otvorenost traktorskim vlakama određena je također za ukupnu površinu i ukupnu duljinu traktorskih vlaka od 45413,87 m:*

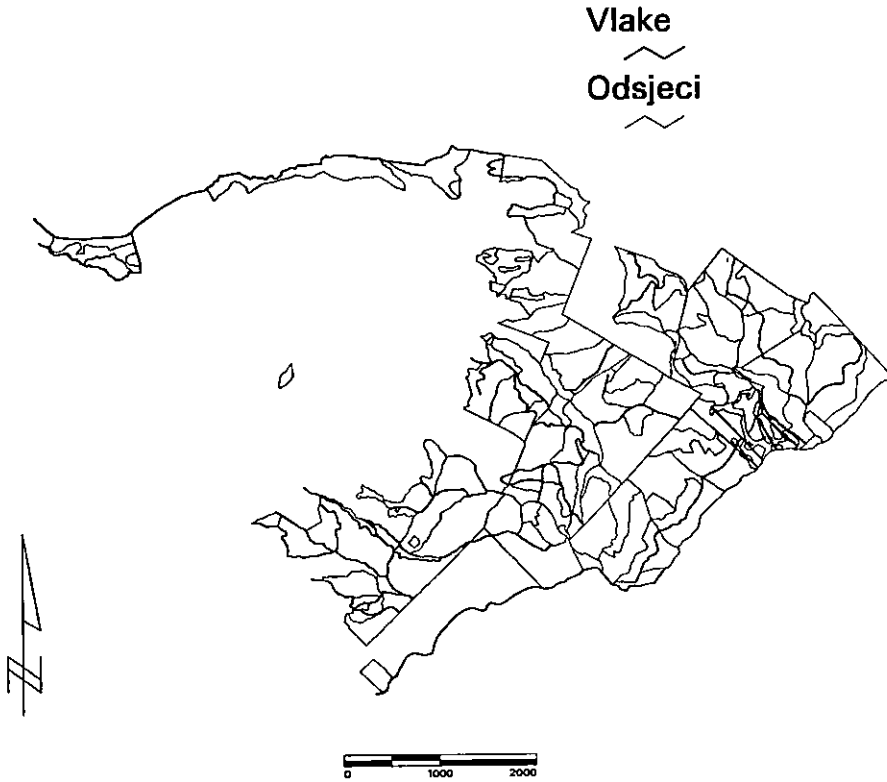
$$O_{tv} = \frac{45413,87}{1364,89} = 33,27 \text{ m/ha}$$

Otvorenost svakoga pojedinog odjela određena je također po istom kriteriju, ali samo za traktorske vlake iz razloga što se na taj način može promatrati smanjenje udaljenosti privlačenja drvnih sortimeana na optimalnu veličinu.

Kao primjer određivanja otvorenosti odjela šumskim vlakama poslužili smo se odjelom 27. Ovaj odjel ima ukupnu površinu 60,33 ha i sastoji se od 5 odsjeka (a, b, c, d, e). U odsjeku c (28,36 ha) i odsjeku d (8,40 ha), odnosno na 36,76 ha potrebno je posjeći stabla u ukupnoj količini drva od 424,01 m³. Postojeća mreža traktorskih vlaka iznosi 1825 m i prema kriteriju o određivanju otvorenosti odjela,

GOSPODARSKA JEDINICA

"BISTRANSKA GORA"



Sl. - Fig. 17. Raspored traktorskih vlaka
Skidding track distribution

otvorenost odjela 27 prema postojećoj mreži traktorskih vlaka iznosi:

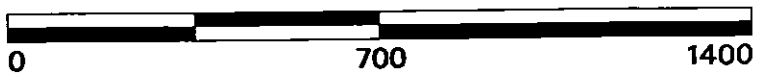
$$O_{VPS} = \frac{D_V}{P^O} = \frac{1825}{60,33} = 30,25 \text{ m/ha}$$

Tumač znakova:

- O_{VPS} - otvorenost odjela vlakama-postojeće stanje (m/ha)
- D_V - ukupna duljina vlaka (m)
- P^O - površina odjela (ha)

GOSPODARSKA JEDINICA

"BISTRANSKA GORA"



Sl. - Fig. 18. Digitalni način prikazivanja slojnica
A digital method in presenting the contour lines

Prema ovim podacima vidimo da je otvorenost odjela 27 malena i da su prema određivanju pomoću DTM srednje udaljenosti privlačenja za odsjek c ($l_{up} = 240,02$ m) i za odsjek d ($l_{up} = 316,21$ m). S obzirom na sječü stabala u ta dva odsjeka i u ostala tri odsjeka ovog odjela planirana je i izgrađena traktorska vlaka ukupne dužine 1367 m koja prolazi granicom 27 a/c - 27 e/c. Izgradnjom te traktorske vlake ukupna duljina svih vlaka koje otvaraju ovaj odjel iznosi 3192 m, pa prema tomu otvorenost odjela nakon izgradnje traktorske vlake iznosi:

$$O_{V_{ni}} = \frac{3192}{60,33} = 52,92 \text{ m/ha}$$

Tumač znakova: $O_{V_{ni}}$ - otvorenost odjela nakon izgradnje novih vlaka

Vidimo da je otvorenost odjela poslije izgradnje traktorske vlake povećana s 30,25 m/ha na novih 52,92 m/ha, što je povećanje otvorenosti za 74,9 % od dosadašnje.

Nakon izgradnje traktorske vlake smanjuje se udaljenost privlačenja, i to za odsjek 27 c ona iznosi 100 m (prema »Osnovi gospodarenja« 1200 m), a za odsjek 27 d ona iznosi 110 m (prema »Osnovi gospodarenja« 1300 m). Razlike u udaljenosti privlačenja su velike, prema tomu s obzirom na veliko smanjenje udaljenosti privlačenja postoji ekonomska opravdanost izgradnje ove traktorske vlake.

Ukupni troškovi izgradnje 1367 m traktorske vlake su iznosili 374 144 800 HRD ili 27 370 HRD/m (preračunato na tečaj DEM s 22.09.1993. godine iznosi 8 DEM/m ili 10936 DEM za 1367 m).

Troškovi privlačenja iznose 8 DEM/m³ i s obzirom na ukupnu količinu posječene drvne mase (424,01 m³) ukupni troškovi privlačenja iznose:

$$424,01 \times 8 = 3\,392,08 \text{ DEM}$$

Troškovi privlačenja ovise izravno o udaljenostima privlačenja. Dakle svakom izgradnjom novih traktorskih vlaka ili šumskih cesta u navedenom odjelu i cijeloj gospodarskoj jedinici smanjujemo troškove privlačenja koji su trenutačno izuzetno visoki. Smanjenjem udaljenosti privlačenja na optimalnu postićemo optimalnu otvorenost uz minimalne troškove.

Prema izmjerenim udaljenostima privlačenja vidjeli smo da se u nekim odjelima postigla optimalna otvorenost odnosno optimalna srednja udaljenost privlačenja na temelju podataka o EGT iz »Osnove gospodarenja«. Ovaj zaključak ima za pretpostavku daljnje smanjenje troškova privlačenja odnosno same šumske proizvodnje.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA CONCLUSIONS

ŠUMSKE CESTE - FOREST ROADS

Utjecaj konfiguracije terena na otvorenost gospodarske jedinice »Bistranska gora« je vrlo velik. Tu tvrdnju možemo obrazložiti položajem šumskih cesta u odjelima 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 i 24. Zbog izrazito bogatoga vodotoka i većih poprečnih nagiba padina 30-40% šumske ceste su vrlo

vijugave s vrlo mnogo naizmjeničnih krivina, serpentina i kratkim pravcima. Šumske ceste moramo raditi tako da svi tehnički elementi budu izvedeni prema »Tehničkim uvjetima za gospodarske ceste« i da se prijevoz kamionima TAM 260-T-26 s prikolicom »GORICA« može nesmetano odvijati tijekom cijele godine.

U otpremi drvnih sortimenata od pomoćnog do glavnog stovarišta odnosno krajnjeg korisnika ti se kamioni koriste za oko 95% svih vrsta drvnih sortimenata.

Za postizanje optimalne otvorenosti šuma ove gospodarske jedinice utvrđeno je da je upravo koncentracija šumskih cesta najveća u središnjem dijelu ove gospodarske jedinice.

Uzdužni nagibi šumskih cesta karakteristični su upravo za ovakve tipove šuma i na osnovi istraživanja provedenih u ovoj gospodarskoj jedinici oni se kreću u granicama od 3,85 % do 12,14% (14,58% za vrlo kratke dionice). Oni su u izravnoj vezi s poprečnim nagibom terena.

Šumske ceste u odjelima 17, 18, 19, 20 predstavljaju upravo idealan primjer otvaranja odjela s obzirom na način privlačenja (uzbrdo ili nizbrdo).

U izravnoj vezi s uzdužnim nagibom šumskih cesta nalazi se i veličina vodotoka i dubina njihovih korita.

Prosjekna međusobna udaljenost šumskih cesta je vrlo velika, osim položaja šumskih cesta br. 1 i 2 između kojih se nalazi pravilno postavljena šumska vlaka na koju se privlače drveni sortimenati uz najmanju udaljenost privlačenja, a time i troškove privlačenja.

Razlog velikom broju šumskih cesta u središnjem dijelu ove gospodarske jedinice leži u tome što one osim za prijevoz drvnih sortimenata služe za povezivanje vrha Medvednice (Sljeme) s Hrvatskim zagorjem. Zbog toga se transport drveta jednim dijelom obavlja za područje Hrvatskog Zagorja, a drugim se dijelom odnosi na potrošačko područje grada Zagreba.

U dijelovima gospodarske jedinice za odjele 8-24 ukupne površine od 875,50 ha imamo duljinu šumskih cesta 27 144,41 m. To je ujedno područje s najvećim vodotokom (nepovoljne hidrografske prilike) i otvorenošću od 31,00 m/ha.

U ostalim dijelovima gospodarske jedinice »Bistranska gora« s površinom od 471,39 ha imamo izgrađenih 2502,99 m, što daje otvorenost od 5,31 m/ha.

Velika koncentracija izgrađenih šumskih cesta u središnjem dijelu gospodarske jedinice ima za posljedicu vrlo malu otvorenost u ostalim dijelovima (5,31 m/ha). Tako malena količina šumskih cesta uvjetovana je nepristupačnošću šumskog terena i izrazitim promjenama poprečnoga nagiba uz velik broj vodenih tokova.

S obzirom na ukupnu količinu šumskih cesta utvrdili smo da je otvorenost šuma ove gospodarske jedinice 22,39 m/ha i da je ona već sada viša od planirane (»Osnova gospodarenja«). Prema vrsti šume možemo utvrditi da se u prebornim sastojinama ove gospodarske jedinice približavamo optimalnoj otvorenosti šuma u srednjoj i zapadnoj Europi (25-30 m/ha).

Velika otvorenost središnjeg dijela gospodarske jedinice osim u naprijed navedenim zaključcima leži i u potrebi za razvojem turizma (zimski i izletnički), pa se može pretpostaviti da će se i nadalje u ovom dijelu izgrađivati veća količina šumskih cesta.

TRAKTORSKE VLAKE - KIDDING TRACKS

Suprotno od udjela šumskih cesta u postizanju optimalne otvorenosti šuma ove gospodarske jedinice, traktorske vlake izgrađene su upravo na najnepristupačnijim

dijelovima i njihova količina zadovoljava trenutačne potrebe u iskorišćivanju šuma.

Uzdužni nagib traktorskih vlaka u gospodarskoj jedinici »Bistranska gora« kreće se od minimalnih oko 1% do maksimalnih 32,5% u dijelu gospodarske jedinice s najvišom nadmorskom visinom.

Kao važan zaključak utjecaja konfiguracije terena i vodenih tokova nameće se pitanje prosječnoga uzdužnog nagiba traktorskih vlaka. Određivanje uzdužnog nagiba traktorskih vlaka od osobitog je značenja za buduću izgradnju šumskih cesta. Naime, dio traktorskih vlaka u klasi uzdužnog nagiba između 8–12% možemo preoblikovati u nove šumske ceste uz najmanji trošak izgradnje.

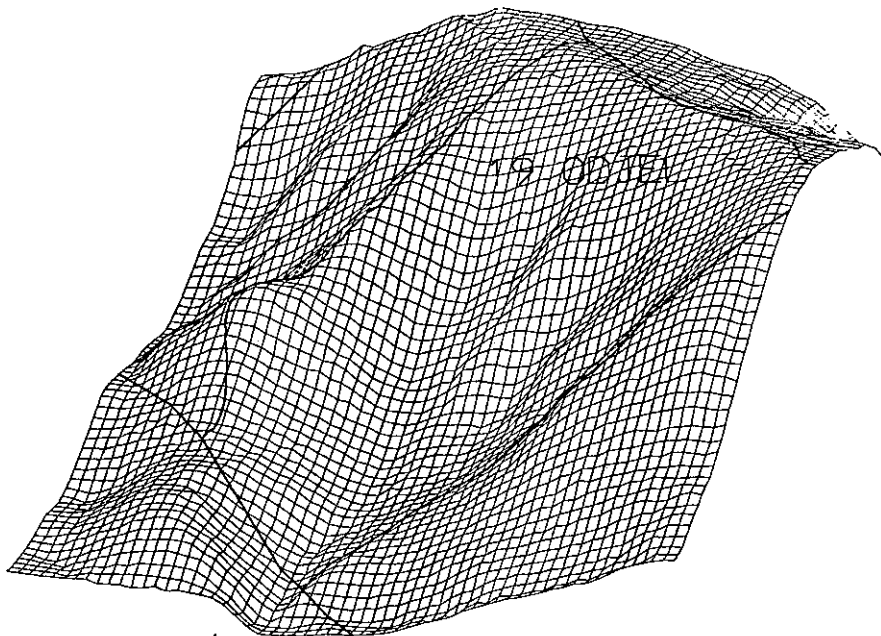
Iz navedenog razloga ustanovili smo četiri osnovne klase prosječnoga uzdužnog nagiba traktorskih vlaka, što je prikazano u tablici 19. Kako smo naveli, dio traktorskih vlaka ove gospodarske jedinice može poslužiti kao tzv. magistralne vlake (Pičman 1980) i one omogućavaju da uz određenu preinaku nekih tehničkih elemenata (širina kolnika, vertikalni lomovi nivelete, poprečni nagib kolnika i dr.) izgradimo vrlo kvalitetne šumske ceste.

PROSJEČAN UZDUŽNI NAGIB	UKUPNA DULJINA TRAKTORSKIH VLAKA	POSTOTNI UDIO
%	m	%
0–4,0	14688,12	32,34
4,1–8,0	11212,23	24,69
8,1–12,0	6640,21	14,62
12,1–32,5	12873,31	28,35
UKUPNO	45413,87	100

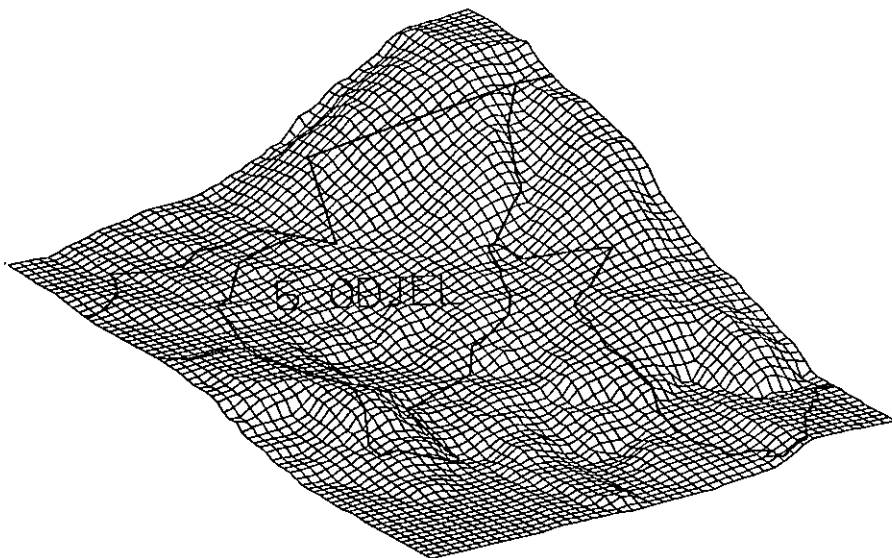
Tab. 19. Raspored prosječnog uzdužnog nagiba traktorskih vlaka u gospodarskoj jedinici »Bistranska gora«
The placement of the average longitudinal skidding track inclinations in the management unit of Bistranska Gora

Gradnja budućih šumskih cesta u izravnoj je vezi s uzdužnim nagibom traktorskih vlaka. Vidimo da od ukupne duljine izmjerenih traktorskih vlaka 6640,21 m ili oko 14,62% može poslužiti kao osnovica za izgradnju budućih šumskih cesta. Ovdje moramo napomenuti da je kao teoretska pretpostavka preinake traktorskih vlaka u šumske ceste uzet nagib od 12% kao maksimalan, a da se kao logičan zaključak nameće da se i dio traktorskih vlaka manjega uzdužnog nagiba može prevesti u šumske ceste.

Na temelju ovih zaključaka o šumskim cestama i traktorskim vlakama u područjima bogatim vodotocima i velikim izmjenama poprečnog nagiba terena možemo zaključiti da izgradnja šumskih cesta, a time i otvorenost šuma ima neposredne veze s navedenim terenskim karakteristikama. Zbog nedovoljne količine



Sl. - Fig. 19. Odjel 19 izrađen na osnovi DTM u 3D obliku
Section 19 made by means of the DTM in the 3D form



Sl. - Fig. 20. Odjel s izrađen na osnovi DTM u 3D obliku
Section 5 made by means of the DTM in the 3D form

šumskih cesta i njihova nepravilnoga prostornog rasporeda (najveća koncentracija izgrađenih šumskih cesta 90,78% nalazi se na 875,50 ha – 64,14% šumske površine) manji dio ove gospodarske jedinice je nedovoljno otvoren.

Korištenjem osobnih računala uz odgovarajuću programsku podršku u ovom smo slučaju usporedili rezultate s klasičnim načinom određivanja prosječnih udaljenosti privlačenja, udaljenosti šumskih cesta i traktorskih vlaka. Kako smo prikazali, točnost rada ovom metodom je mogućnost očitavanja na 6 decimala. Naravno da je takva točnost nepotrebna i da s praktične strane nije primjenjiva. No, dovoljno je reći da se točnost određuje na jedan metar pa da se shvati koliko se na takav način može simulirati stvarno stanje.

Primjenom nove tehnike i metodologije obračunavanja različitih udaljenosti uz porabu osobnih računala i u ovu svrhu izrađenih digitalnih terenskih modela (DTM) možemo zaključiti da su mogućnosti rada uz vrlo veliku točnost mnogo veće nego kod klasičnog rada.

U ovom radu koristili smo se usporedbom podataka dobivenih iz važeće »Osnove gospodarenja« i stvarnih mjerenja na terenu odnosno na šumskogospodarskoj karti izrađenoj na temelju najnovijih spoznaja iz GIS tehnologije rada.

Izračunavanjem svih potrebnih elemenata za postizanje optimizacije izrade šumskih cesta i traktorskih vlaka na ovakav način i polaganja nekoliko inačica na DTM daju nam mogućnost odabira najpovoljnijeg rasporeda i položaja šumskih komunikacija. Koliko su ovi DTM točni, ovisi o veličini mjerila svake šumskogospodarske karte (u ovom slučaju 1:10000), o korektnosti ucrtanih podataka odnosno njihovu stvarnom položaju na terenu, o koordinatama točaka (x, y, z) i ostalim detaljima vezanima uz podlogu (kartu).

Prema iskustvu onoga koji mjeri te opremi korištenoj pri izradi ovog rada greška pri očitavanju odnosno unosu podataka s karte u računalni program, prema proizvođaču opreme CalComp, iznosi $\pm 0,254$ mm.

Na slikama 19. i 20. prikazani su DTM za odjele 19 i 5 koji zorno prikazuju stvaran oblik terena izrađenoga u tzv. 3 D projekciji. Ovakvi 3 D modeli mogu poslužiti osnova za projektiranja budućih šumskih cesta kod kojih će se vođenje trase obaviti na osnovi izrađenog programa. Na takav način projektiranja moguće je vrlo brzo odrediti položaj šumske ceste s najmanjim troškovima zemljanih radova.

Na osnovi svega navedenoga možemo između ostalog zaključiti *da budućnost projektiranja šumskih cesta, odnosno određivanja stvarne i optimalne otvorenosti nekoga šumskog predjela (odjela ili gravitacijskog područja), prosječne odnosno srednje udaljenosti privlačenja leži upravo u primjeni osobnih računala uz odgovarajuće programe i tehnička pomagala.*

Kada je riječ o otvorenosti gospodarske jedinice »Bistranska gora«, ne smije se zaboraviti činjenica da je ova gospodarska jedinica sastavni dio parka prirode Medvednica kojem se u načinu gospodarenja drugačije pristupa negoli ostalim gospodarskim šumama. Pri otvaranju sastojine treba pažljivo čuvati od oštećenja kako bi zadržale svoj prvobitni prirodni izgled i time *u potpunosti obavile svoju zaštitnu, ali i rekreativnu ulogu na zadovoljstvo velikog broja posjetitelja.*

LITERATURA – LITERATURE

- Abegg, B., 1978: Die Schätzung der optimalen Dichte von Waldstraßen im traktorfuhrbaren Gelände. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Mitteilungen 54/2.
- Anić, M., (1940): Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori. Disertacija (skraćena), Glasnik za šumske pokuse 7/40: 104-2, Zagreb.
- Arnautović, R., 1975: Određivanje srednje daljine privlačenja. Narodni šumar 4-6: 137-151, Sarajevo.
- Arnautović, R., 1975: Prilog istraživanju metoda određivanja optimalne gustoće šumskih komunikacija. Narodni šumar 10-12: 344-362, Sarajevo.
- Arnautović, R., 1975: O gustoći mreže šumskih puteva. Narodni šumar 4-9: 193-211, Sarajevo.
- Badovinac, Z., 1969: Medvednica u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Priroda 4, Zagreb.
- Beneš, J., 1979: Lesnické stavby. Státní pedagogické nakladateství, Praha, ČSSR.
- Bertović, S., 1980: Klima i klimatologija. Šumarska enciklopedija 1: 260-266, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb.
- Bojanin, S., 1983: Faktori optimalne otvorenosti šuma kod sekundarnog otvaranja. Mehanizacija šumarstva 8 (11-12): 322-325, Zagreb.
- Brown, N. C., 1949: Logging. The principles and methods of harvesting timber in the United States and Canada. John Wiley & Sons, INC, New York, Chapman & Hall, Limited, London.
- Conway, S., 1976: Logging practices. Principles of timber harvesting system, Miller Freeman Publications Inc. USA.
- Dietz, P., H. Löffler, & W. Knigge, 1984: Walderschließung, Eine Lehrbuch für Studium und Praxis unter besonderer Berücksichtigung des Waldwegebau. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, s. 1-196.
- Dobre, A., 1990: Količina dela in stroški gradnje gozdnih cest v odvisnosti od naklona terena in kategorije hribine. Zbornik gozdarstva in lesarstva 35: 83-118, Ljubljana.
- Dürstein, H., 1992: Detailed road planning using microcomputers. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planning of Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 57-66.
- Ecimović, T., & B. Meštrić, 1989: Projektiranje šumskih kamionskih cesta korištenjem osobnog računala. Mehanizacija šumarstva 14 (1-2): 33-38, Zagreb.
- Erlacher, G., 1991: Geotechnik im Forststraßenbau. Österreichische Forstzeitung 4: 5-7, Wien.
- Erlacher, G., 1991: Trassierung und Projektierung mit der Straßenachse, Österreichische Forstzeitung 4: 7-9, Wien.
- Flögl, S., 1955: Gradnja šumskih puteva i pruga. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
- Gjurović, M., 1967: Regulacija rijeka. Tehnička knjiga, Zagreb, s. 335-338.
- Gundermann, E., 1978: Die Beurteilung der Umwelteinwirkungen von Forststraßen im Hochgebirge, Eine Delphi-Studie, Forschungsberichte Nr. 41, Forstliche Forschungsanstalt, München.
- Hafner, F., 1964: Der Holztransport. Österreichischer Agrarverlag in Wien, Mally, A., & Co.
- Hafner, F., & B. Mihaić, 1968: Mehanizovani transport drveta. Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar, Beograd.
- Herak, M., 1980: Geologija. Šumarska enciklopedija 1: 674-680, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb.
- Herpay, I., 1984: Mehr walderschließung, effektivere bewirtschaftung (Veća otvorenost šuma, uspješnije gospodarenje). Mehanizacija šumarstva 9 (9-10): 225-232, Zagreb.
- Hitrec, V., & B. Dalbello, 1992: Computer-aided opening of forest stands by stand partition. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planning of Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 42-47.
- Jeličić, V., 1985: Mreže i tipovi šumskih komunikacija za izvođenje proreda u uslovima mehanizacija radova. Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar, Beograd.
- Jurík, L., i dr. 1984: Lesné cesty. Priroda, Bratislava, ČSSR.
- Klemenić, I., 1939: Optimalna gustoća šumskih prometala. Naklada šumskoindustrijskog preduzeća »ŠIPAD« A.D., Sarajevo.
- Knežević, I., 1990: Utjecaj gospodarenja i vrste sječe na ekonomičan raspored šumskih prometnica u prebornim šumama. Disertacija, Šumarski fakultet, Zagreb, s. 1-199.
- Knežević, K., D. Pičman, & H. Jakovac 1991: Utjecaj načina gospodarenja na optimalnu gustoću šumskih prometnica u prebornim šumama Gorskog kotara. Mehanizacija šumarstva 16 (1-4): 16-19, Zagreb.
- Knežević, I., & S. Sever, 1992: Računalom podržano određivanje optimalne gustoće traktorskih vlaka pri stalnoj gustoći kamionskih cesta. Mehanizacija šumarstva 17 (3-4): 41-51, Zagreb.

- Košir, B., 1982: Informacija o klasifikaciji terena za organizacijsko-tehnološke potrebe procesa šumarstva. *Mehanizacija šumarstva* 7 (5-6): 146-148, Zagreb.
- Krott, M., 1991: Konfliktsteckbrief zur Entflechtung ökologischer Forststraßenkritik. *Österreichische Forstzeitung*, Wien, s. 12-15.
- Krpan, A., 1990: Prilog klasifikaciji šumskih terena u svijetlu eksploatacije šuma u teškim uvjetima. *Mehanizacija šumarstva* 15 (5-6): 107-110, Zagreb.
- Kulušić, B., 1990: Karakteristike šumskih terena kao indikatori izbora tehnologije privlačenja drva. *Mehanizacija šumarstva* 15 (3-4): 63-68, Zagreb.
- Larsson, G., 1959: Studies on Forest Road Planning, Kungl. tekniska högskolans handlingar, Transactions of the Royal Institute of Technology, Nr. 147: 1-23, Stockholm.
- Löffler, H. J., 1991: Klasifikacija terena za šumarstvo. *Mehanizacija šumarstva* 16 (1-4): 25-44, Zagreb.
- Lovrić, N., 1964: Određivanje srednje daljine prijenosa kod centralnog privlačenja pomoću težišta. *Šumarski list* 11-12: 496-506, Zagreb.
- Lovrić, N., 1976: Mogućnost primjene centralnog izvlačenja kod planiranja i projektiranja šumskih transportnih sustava. *Disertacija*, Šumarski fakultet, Zagreb, s. 1-200.
- Lovrić, N., 1978: Prilog problematici planiranja i izgradnje šumskih transportnih sistema. Referat na X kongresu saveza društava za puteve Jugoslavije u Arandelovcu, *Mehanizacija šumarstva* 3 (11-12): 304-311, Zagreb.
- Lovrić, N., 1979: Prostorno planiranje šumskih prometnica s aspekta zaštite čovjekove okoline. Drugi kongres ekologa Jugoslavije, Zbornik radova, Zagreb, s. 253-259.
- Lovrić, N., 1982: Mogućnost primjene ekološko-bioloških stajališta u izgradnji šumskih transportnih sistema. *Šumarski list* 9-10: 392-402, Zagreb.
- Lovrić, N., 1983: Primjena logistike kod otvaranja šumskih predjela cestovnim prometnicama. *Mehanizacija šumarstva* 8 (9-10): 254-260, Zagreb.
- Lovrić, N., 1984: Utjecaj gradnje šumske cestovne mreže odnosno cestovnih pravaca na ekološki sustav okoline. *Bilten društva ekologa Bosne i Hercegovine*, Sarajevo, s. 447-450.
- Lovrić, N., 1986: Problematika planiranja i projektiranja šumskih cestovnih prometnica sa stajališta zaštite čovjekove okoline. *Mehanizacija šumarstva* 11 (0-10): 137-140, Zagreb.
- Majer, D., 1980: Šume Medvednice kao rekreacijsko područje. *Šumarski list* 7-8: 299-338, Zagreb.
- Makovnik, Š., i dr. 1973: Inžinierske stavby lesnicke. *Priroda*, Bratislava.
- McCormack, R., & R. Douglas, 1992: Truck Performance Simulation on Forest Roads. *Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planning of Roads and Harvesting*, Feldafing, Germany, p. 165-173.
- McGaughey, R., 1992: An overview of plans: preliminary logging analysis system. *Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planning of Roads and Harvesting*, Feldafing, Germany, p. 291-300.
- Mihač, B., 1970: *Mehanizovani utovar i istovar drveta*. Sarajevo.
- Mihajlov, I., & A. Pranjić, 1980: Bonitet. *Šumarska enciklopedija* 1: 140-142, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb.
- Nieuwenhuis, M. A., 1987: A forest road network location procedure as an integral part of a map-based information system. *Proceedings of IUFRO Subject Group 3:04, Miscellaneous Report* 317, p. 111-122.
- Nikolić, S., 1972: Teorijska osnova ustanovljavanja optimalne gustine mreže šumskih komunikacija. *Šumarstvo* 5-6, Beograd.
- Nikolić, S., 1983: Optimalna gustina mreže i opšta problematika gradnje puteva za prvu fazu transporta drveta - privlačenje. *Mehanizacija šumarstva* 8 (9-10): 261-265, Zagreb.
- Pestal, E., 1976: Walderschließung als Optimierungsaufgabe. *Allgemeine Forstzeitschrift*, München.
- Petrović, Lj., 1961: Optimalna gustina šumskih transportnih sredstava. *Disertacija*, Univerzitet u Beogradu.
- Pičman, D., 1983: Tehničko-biološka sanacija šumske putne mreže. *Magistarski rad*, Šumarski fakultet, Zagreb, s. 1-68.
- Pičman, D., 1986: Problematika izgradnje šumskih cesta i vlaka u bukovim sastojinama. *Zbornik radova kolokvij o bukvi Velika*, Zagreb, s. 89-92.
- Popović, V., & S. Nikolić, 1972: *Iskorišćavanje šuma*. Priručnik. *Privredni pregled*, Beograd.
- Rauš, Đ., 1991: *Zaštita prirode i čovjekova okoliša*. Skripta. Zagreb.
- Rónay, E., 1982: *Technologia vyroby a zhodnotenia bukového drva*. *Vysoka škola lesnicka a drevarska*, Zvolen, ČSSR.
- Sabadi, R., 1992: *Ekonomika šumarstva*. Skripta, Školska knjiga, Zagreb, s. 197-225.
- Samset, I., 1967: *Terrein Classification of Forest Areas in the Greek mountains*. *Meddr norske Skogfor* Ves. 22.

- Seletković, Z., 1984: Šumsko uzgojno značenje temperaturne inverzije u kitnjakovim i bukovim šumama Medvednice. Glasnik za šumske pokuse 22: 305-332, Zagreb.
- Sessions, J., 1992: Using network analysis for roads and harvest planning. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planning og Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, P. 36-41.
- Shenglin, X., 1990: Locating Forest Road by Use of Microcomputer. Proceedings XIX IUFRO World Congress, Montreal, Canada, p. 208-213.
- Shiba, M., & H. D., Löffler, 1990: Computer Application for Environmental Impact Evaluation in the Opening-up Planning process. Proceedings XIX IUFRO World Congress, Montreal, Canada, p. 214-225.
- Shiba, M., 1992: Optimization of road layout in opening of forest. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planning of Road and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 1-12.
- Simonović, M., 1949: Šumska transportna sredstva, I deo. Naučna knjiga, Beograd.
- Šikić, D., B. Babić, D. Topolnik, I. Knežević, D. Božičević, Z. Švabe, I. Piria, & S. Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet JAZU, Zagreb.
- Tičerić, D., 1991: Konfiguracija terena kao faktor optimalne gustine mreže šumskih puteva. Šumarstvo 3-4: 33-43 Beograd.
- Vukelić, J., 1989: Šumske zajednice i staništa hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) u gorju sjeverozapadne Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet, Zagreb.
- XXXXXXX (1993) TDV, Technische Datenverarbeitung. Gesellschaft M.G.H., Heinz Pricher und Partner, Graz.
- XXXXXXX (1967) Uredajna osnova šuma Medvednice, stanje 1966. god, važnost 1967-1976. Šumsko gospodarstvo Zagreb, Šumarija Zagreb i Donja Stubica.
- XXXXXXX (1977) Osnova gospodarenja za šume Medvednice, gospodarska jedinica »Bistranska gora«, važnost 1977-1986. Šumsko gospodarstvo Zagreb, Šumarija Zagreb.
- XXXXXXX (1988) Osnova gospodarenja za gospodarsku jedinicu »Bistranska gora«, važnost 1988-1997. Šumsko gospodarstvo Zagreb, Šumarija Zagreb.

ECONOMIC REASONS FOR BUILDING THE OPTIMAL NETWORK OF FOREST ROADS AS INFLUENCED BY THE TERRAIN CONFIGURATION AND HYDROGRAPHIC CONDITIONS

Summary

The most significant factors in determining how accessible a forest is, in view of forest road-building, are the timber hauling (central and parallel), mean skidding distance, its costs and forest road building & maintenance. The density of the forest road network is one among the many factors influencing the transportation costs.

The significance of dealing with this issue has been considered through two basic transportation systems: hauling and transport. The studies of the problem included the use of the known models: Arnautović (1975), Lovrić (1976), A begga (1978), Dietz et al. (1984), Knežević (1990), Sabadi (1992) and others. The mean skidding distance is a significant calculative element in the economic worthiness of forest road building.

The terrain morphology, watercourses, hydrological and geological relations all directly influence the spatial distribution of forest roads and thus also the forest accessibility, which is in this paper expressed by m/ha. The terrain configuration with more than 40% inclination requires other solutions: tractor skidding tracks and other hauling systems for wood assortments.

Since forest roads do not serve only for the transportation of wood assortments, attention should be paid to some special features:

- optimal forest road network
- skidding as to the categories of forest land and roads,
- field of work (gravitation areas) in terms of environmental protection.

Field data have been computer-processed using available programmes; computer processing was based on the adequate studies by Shiba & Löffler (1990), Shiba (1992), Dürstein (1992), Session (1992) and others. The basic digital terrain models (DTM) were made according to the forest management map at the scale of 1:10,000.

The research area is the management unit »Bistranska gora« of the Medvednica nature park range, area 1364.98 ha. Considering the inclination classification, 7.7% of this management unit area is more than 31% inclined, while 8.8% of the whole area has an inclination of only 10%. In studying the accessibility, the available documents for three management periods (30 years) were used, according to the management plan.

The 4.24 m/ha forest accessibility has now increased to 16.2 m/ha. The skidding distances, costs and maintenance have all decreased; forest roads have become more economical, the management more rational. The AT 450-computer-aided calculation of all measurement units and the use of the digital terrain models enable the making of several variants in a short time, which will depend on the experience and operator's promptness.

Considering the specificity of this management unit (economic forests, protection forests and park forests) the calculated accessibility ranges from the highest 31.00 m/ha to 5.1 m/ha. The greatest accessibility is established in the central part of the nature park of Medvednica (tourism, recreation and sports areas). Accordingly, more attention will be in future paid to the accessibility of other part of the region.

As to the skidding tracks in view of their transformation into forest roads, out of the total network only 14.62% have a longitudinal inclination ranging between 8% and 12%. The spatial distribution of skidding tracks, particularly their transformation, will depend on the management plan, which has to be carried out in phases.

The use of the DTM and its 3D projection opens the possibility of simulation needed for designing future forest roads. The routes of the future forest roads are to be planned on the forest-management maps and their DTM using the PC, in order to avoid large costs of the required earthworks. This kind of work is a novelty and a great contribution to the economic approach to forest road building.

Focused on the optimal accessibility and lasting protective and recreative role of the nature park forests, a very special approach to road building is required.

Author's address:
Dragutin Pičman,
Faculty of Forestry,
41000 Zagreb,
P.O.Box 178, Croatia

IVAN PENTEK

PEJZAŽNE ZNAČAJKE PAZINSKE JAME S GLEDIŠTA OBLIKOVANJA VEGETACIJE OKOLIŠA PAZINA

THE SCENERY OF THE PAZINSKA JAMA CAVE IN VIEW OF LANDSCAPE ARCHITECTURE OF THE PAZIN SURROUNDINGS

Prispjelo: 14. III. 1994.

Prihvaćeno: 18. IV. 1994.

U okviru planske valorizacije vrijednosti krajolika ova je rasprava dala idejna rješenja temeljena na osjetljivosti i privlačnosti jamskoga prostora. Ispitivanja su obavljena na osnovi prostornih čimbenika dobivenih izučavanjem značajnih dokumenata o prostoru, na osnovi stručnih podataka, specijalističkih projekata i znanstvenih publikacija te usporedbom već riješenoga prostora u sličnim prirodnim objektima u Hrvatskoj (Zeleni vir u Skrardu, Komačnik u Vrbovskom).

Na osnovi istraživanja došao sam do spoznaje da se u Pazinu još ne naziru ograničavajući elementi razvoja u graničnom prostornom opterećenju i u prihvatu onečišćenja. Ocjena je da je onečišćenje svih agregatnih stanja u rapidnom porastu i upravo to čini ozbiljnu prepreku u osmišljavanju željene turističke atraktivnosti ovoga područja. Ukoliko bi i dalje ostao »status quo« glade razrješavanja nadolazećih ekoloških opasnosti i ako bi se dopustilo stanje kakvo je današnje, tj. aeropopulacije toksičnog predznaka, ispiranje otrova sa zemljišta i izravno ispuštanje onečišćenih otpadnih voda u Pazinsku jamu, došlo bi do nesagledivih negativnih posljedica za cijeli istarski poluotok, a posebice za ovaj lokalitet. Nastao bi, naime, vrlo opasan debalans u biotopu i u onom nadzemnome i u onom krškom, podzemnome.

Ključne riječi: Pazinska jama, zaštita prirode, ekološki uvjeti, šumska vegetacija, degradacija, turizam i korištenje prirodnih resursa.

UVOD - INTRODUCTION

Deklaracija Stockholmske konferencije OUN 1972. godine, čiji drugi članak glasi: »Prirodna bogatstva zemlje, uključujući zrak, vodu, tlo, floru i faunu te osobito reprezentativne primjerke prirodnih sustava, moraju se sačuvati za dobro sadašnjih i budućih pokoljenja brižljivim planiranjem i odgovarajućim upravljanjem« – potiče nas da kontinuiranim aktivnostima unapređujemo i štitimo sve prirodne resurse, posebice ono što su visoko rangirani na ljestvici prirodne baštine, kao što

je Pazinski ponor – rezervat prirodnog predjela.

Zaštita, očuvanje i unapređenje prirodnoga i novostvorenoga čovjekova okoliša danas su fenomen sveukupnosti vitalnih interesa čovjeka. Razina ugroženosti sve se češće pokazuje u oblicima i dimenzijama koje postaju kritičnima. Neselektivnim i nekontroliranim izborom i uvođenjem suvremenih tehnologija često se okoliš vrlo jako degradira. Takvo se stanje očituje osobito u onečišćenosti zraka, vodotoka, podzemlja, hrane i tla, a nerijetko je popraćeno i enorno štetnom bukom i radioaktivnošću.

Osnovni smisao zaštite prirode je u ograničavanju intenzivnog ili u isključivo gospodarskom obliku njezina korištenja, koji se ne smije ni približiti granici destrukcije.

Zaštita prirode regulirana je posebnim zakonom Republike Hrvatske, koji utvrđuje režim i razinu zaštite, te prava i dužnosti vlasnika zaštićenih dijelova prirode. U tom smislu proglašenje zaštite donekle pretpostavlja i ograničavanje raznih oblika korištenja pojedinih segmenata prirode, odnosno svođenje korištenja prirode na ekološki dopuštene oblike uz suglasnost nadležnog organa ili ustanove.

Po svojim osobitostima zaštićeni objekti ili areali prirode, dakle i Pazinska jama, imaju najčešće i predznak turistički atraktivnoga područja. Zbog izraženih ambijentalnih te drugih obilježja i vrijednosti razlikuju se od urbanih sredina, pa su i turistički privlačniji.

Funkcija, uloga i značenje šuma očituju se barem u tri elementa – fizičkom, gospodarskom i socijalnom. Navedene elemente treba međusobno usklađivati. Fizička funkcija odražava se u konzervaciji tla i vode, gospodarska u iskorištavanju drvene mase, a socijalna – u poboljšanju životnih uvjeta seljačkog stanovništva, te u uređenju površina za rekreaciju i odmor gradskog pučanstva.

Fizička funkcija šuma mogla bi se još nazvati i zaštitnom, a socijalna još i funkcijom blagostanja (rekreacijskom, estetsko-dekorativnom, higijensko-zdrastvenom). No osim navedenih termina u klasifikaciji funkcija šuma upotrebljavaju se i skupni izrazi, pa neki navode izravne (gospodarske) i neizravne ili općekorisne funkcije (fizička i socijalna).

Razvijenija društva već su odavno došla i do spoznaje o važnosti zaštitne uloge šuma, ali u nas taj trend zasada prati samo naše priobalje, što je bio i preduvjet za razvitak turizma.

Iako je takva uloga šume aksiomska istina, okoštale društvene strukture još je uvijek nisu spremne posve prihvatiti, što se očituje osobito u nespornosti za financiranje takve njezine funkcije. Zbog takva društvenog odnosa prema šumama vrlo često dolazi do degradacije postojećih šuma, a i podizanje novih dovodi u pitanje.

Časnu iznimku od navedenog pravila čini Opće vodoprivredno poduzeće iz Rijeke, koje je nesebično pomagalo u ostvarivanju programa biološkog saniranja eroziji podložnih terena u srednjoj Istri. Tako se, na primjer, na spomenutom području pojedini tereni već pošumljuju klasičnim načinom ili je pak pošumljeno na gradone golih zemljišnih površina u perimetru akumulacijskog jezera Butonega. Zahvaljujući tomu, u srednjoj su Istri izrasle i uspješno odnjegovane brojne kulture crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) te alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.). Alepski je bor saden tamo gdje je to blaga klima dopuštala, a to je areal obične masline (*Olea oleaster* H.).

Socijalna funkcija šume dolazi osobito do izražaja u novije vrijeme kada vapaj za ekološki čistim okruženjem iz običnoga pomodarstva alterira u *conditio sine qua non* opstanka čovjeka. Onečišćenost svih agregatnih stanja čovjekove okolice približilo se, naime, kritičnoj točki, pa se prigradske i druge šume, vjekovima isključivo s gospodarskim predznakom, sve jasnije socijalno atribuiraju i poprimaju sve naglašeniju zaštitno-rekreativnu ulogu. Suvremen život, pun stresova u okruženju visoke tehnike, razvijene tehnologije i dinamičnoga prometa, s visokim stupnjem onečišćenja, naprosto prisiljava čovjeka da svoj duševni mir potraži u prirodi. Zato je zadatak ovoga istraživanja pomalo i pragmatičan. Sastoji se i u tome da se pripremi znanstvena i stručna osnova za takvo uređenje prigradskih šuma Pazina koje bi u potpunosti bilo u funkciji turizma, odmora, sporta i rekreacije pučanstva Pazina.

Planovima razvoja one su i isključene iz gospodarenja koje bi ih tretiralo samo kao producente drvne mase i dan im je predznak zaštitnih šuma, u kojima se smije obavljati samo sanitarna sječa i prored malih vrijednosti. Programom gospodarenja nije se ni željelo dati odgovore na to kako valorizirati onih 9/10 »sporednih« koristi od šuma. Te odgovore pokušat ćemo dati ovom raspravom.

Gradsko zelenilo, prezentno u parkovima ili u drvorednim nizovima, čini »uvučenu prirodu u urbanu jezgru«, pa ga tako treba i tretirati, dakako, s nešto strožim kriterijima.

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA THE RESEARCH ACCOMPLISHED SO FAR

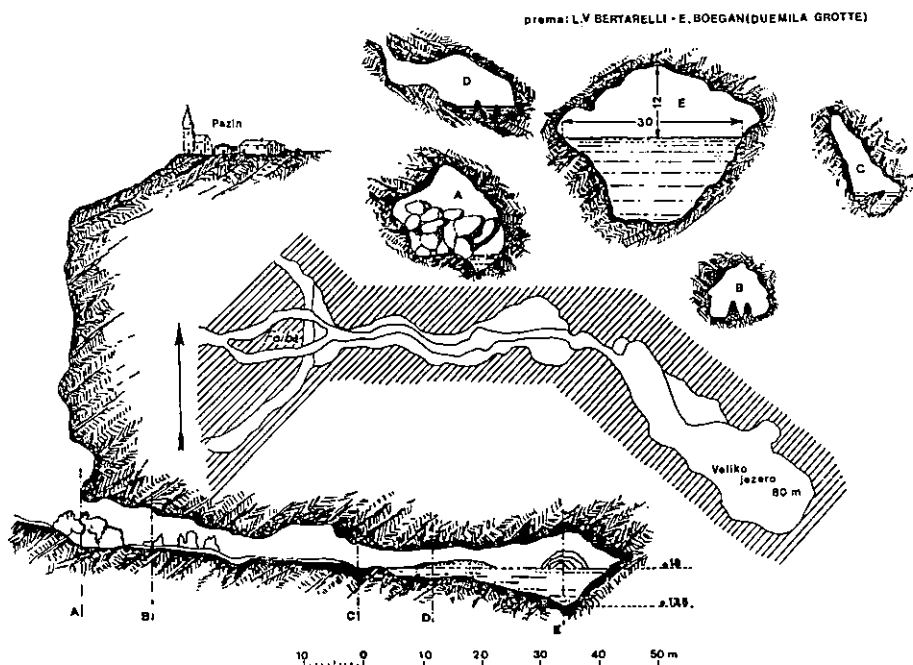
Ponor Pazinčice kod Pazina (Foiba, »Potok«) u srednjoj Istri spada u najimpozantnije i najznačajnije speleološke pojave ne samo u Istri već i na cijelom području dinarskoga krša. Kao osobita prirodna pojava već je na sebe odavno privukao pažnju mnogih putopisaca, prirodoslovaca i literata, koji su o tome ponoru napisali čitav niz prikaza. Literatura o ponoru Pazinčice Europe. O samome ponoru, njegovoj okolici te o hidrološkim osobitostima Pazinčice i o drugim fizičkim karakteristikama toga objekta napisano je više znanstvenih i popularnih članaka. Tema o grandioznom i glasovitom ponoru u Pazinu često je osim toga korištena u fantastičnim romanima velikih pisaca (Jules Verne i drugi).

Prva znanstvena istraživanja o ponoru Pazinčice obavio je majstor europskih speleologa E. A. Martel (1894, 1896, 1897), poznati francuski istraživač krškoga podzemlja. On je svoje istraživanje realizirao krajem prošlog stoljeća zajedno s inženjerom W. Putickom iz Ljubljane, poznatim stručnjakom za regulaciju vodenih tokova i melioraciju krša. Martel i Putick izradili su i prvu topografsku skicu pazinskoga ponora.

Znanstvene i stručne podatke o ponoru Pazinčice nalazimo još i u prikazu M. Baratte (1920), zatim u knjizi »Duemila Grotte« L. V. Barterellia i E. Boegana (1926), kao i u publiciranom talijanskom speleološkom katastru (Trst, 1930).

Geološku i hidrološku problematiku pazinskog ponora i njegove bliže okolice nalazimo i u radovima F. Hauera (1872), G. Stachea (1889), F. Saccoi i R. Battaglia (1924), C. d' Ambrosia (1931) te u radovima drugih geologa. Neke

Shematski prikaz ponora Pazinčice s karakterističnim presjecima



hidrološke podatke o Pazinčici, njezinu poniranju i daljem podzemnom kretanju njezinih voda nalazimo u raspravama F. Saccoa (1924) i M. Selle (1929).

Pri tome se ukazala i praktična potreba za daljnjim geološkim, hidrološkim, speleološkim i drugim istraživanjima područja obuhvaćenoga hidrološkim sustavom Pazinčice, a rezultati tih istraživanja trebala bi poslužiti ponajprije za rješavanje vodoopskrbnih problema gradova u južnoj Istri. U tome kontekstu nema sumnje da je jedan od osnovnih zadataka bio da se detaljno istraži ponor Pazinčice u Pazinu kako bi se na osnovi dobivenih rezultata moglo pristupiti bojenju podzemnih voda.

Speleološko rekognosciranje u okolini Pazina i terenska istraživanja ponora Pazinčice obavljena su 1967. godine. Tom su prilikom detaljno snimljeni tlocrt, te uzdužni i poprečni profil ponora Pazinčice, a na topografsku podlogu uneseni su geološki, hidrološki i ostali podaci. To je snimanje obavljeno prema ustaljenim speleološkim normama.

Ovaj je rad posljednje znanstveno istraživanje ovoga geomorfološkog fenomena u njegovu površinsku dijelu.

PROBLEMI ISTRAŽIVANJA THE RESEARCH ISSUES

Pejzažne vrijednosti Pazinske jame stoljećima su plijenile pažnju ljudi i izazivale njihovo strahopoštovanje. No, sav taj strah i sve to poštovanje pred ovim geomorfološkim fenomenom nisu pokolebali one najodvažnije da se spuste u dubinu njenoga grota, u neizvjesnost za koju su bile i jesu vezane legende i istiniti događaji, o čemu je bilo riječi u prethodnom poglavlju. Svaki od tih odvažnih istraživača, prirodoslovaca, literata i putopisaca dao je, dakako, prikaz Pazinske jame iz svoga ugla gledanja, a izučavanje literature na hrvatskom, talijanskom, njemačkom i francuskom jeziku pokazalo je da nitko od njih nije dao prikaz njezinih pejzažnih značajki u sintezi s okolnim zelenilom. Isto tako, iz novijih istraživanja nije poznato da je netko dao prikaz revolarizacije vrijednosti Pazinske jame. To je donekle i razumljivo jer turizam kao nova privredna grana u vrijeme tih istraživanja nije bio poznat. Tek razvojem turističke privrede, koja se od istarske obale širi i u njezino zaleđe, prema središnjoj Istri, javlja se potreba da se prirodni fenomen kao što je Pazinska jama temeljito valorizira i stavi u funkciju turističke ponude, i to ne samo objavljivanjem šturih podataka o Jami u turističkim vodičima već i tako da se omogući fizički pristup do samoga ponora Pazinčice, u podzemlje. Turist danas želi doživjeti uzbuđenje spuštanja u dubinu takva ponora, želi se sam uvjeriti u istinitost prezentiranih podataka, želi se identificirati s junacima Julesa Vernea i izvrgnuti se, bar na trenutak i jednim dijelom, opasnostima poput njih.

Ova bi rasprava trebala odgovoriti na pitanje kako valorizirati pejzažne značajke Pazinske jame, te kako prostorno i hortikulturno oblikovati turistički atraktivni objekt. Nadalje, ova bi rasprava morala dati odgovor na pitanje kako sa stajališta odmora, rekreacije i turizma s Pazinskom jamom sintetizirati staru urbanu jezgru Buraj vrlo visoke vrijednosti, te povijesne spomenike, kao što su Kaštel i Fratarska crkva s kompleksom Fratarskoga vrta i zeleni inventar grada i okolice.

Ekološka valorizacija okolice Pazina je dakako preduvjet za pozitivan ishod plana realizacije prostornog uređenja Pazinske jame, pa će zaštita čovjekova okoliša također biti predmetom istraživanja u ovoj raspravi.

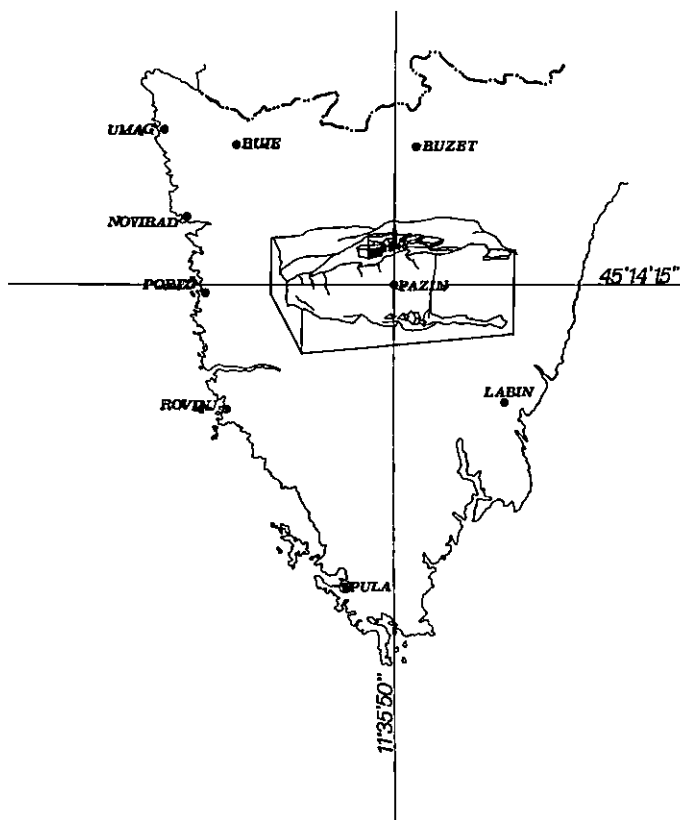
Kako se radi o fizičkom zadiranju u zakonom zaštićen prostor vrlo visoke osjetljivosti (rezervat prirodnog predjela, Rješenje Republičkog zavoda za zaštitu prirode, broj 84/1-1964), vodit će se računa da svaki agresivni zahvat bude što manje uočljiv i štetan. Ovdje se misli na trasiranje i izgradnju pristupnih staza do ponora, na odmorišta, stubišta, rukohvate, premošćenja Pazinčice, te na rasvjetu, košarice za otpatke i na ostale uređaje kojima se oprema pejzaž. Materijal od kojih će ti elementi biti izrađeni mora biti prirodan i minimalne inkopatibilnosti s prostorom u koji se unosi, a bit će do u detalje dan u grafičkim prilogima.

OPĆI PODACI O ISTRAŽIVANOM PODRUČJU GENERAL DATA ON THE INVESTIGATED AREA

ZEMLJOPISNE ZNAČAJKE I RELJEF GEOGRAPHIC CHARACTERISTICS AND RELIEF

Iz situacijske karte Pazina i okolice (prilog 1) vidljivo je da se Pazinska jama nalazi u zapadnom dijelu Pazina. Ona leži na završetku kanjonaste doline rijeke

Situacijska karta Istre



Pazinčice (Foibe) koja je duboko urezana u gornjokrednim i paleogenskim naslagama. Točan položaj ulaza u ponor je 415 m u smjeru Z 11° J od zvonika župne crkve u Pazinu, odnosno ulaz je udaljen 2080 m u smjeru s 35° Z od vrha Velanova brijega (trig. toč. 440).

Geografske koordinate ulaza ponora Pazinčice su 45°14'15" sjeverne širine i 11°35'50" istočne dužine od Greenwicha. Apsolutna visina ulaza na dnu kanjonaste doline je 185 m, a na završetku vertikalne stijene, iznad ponora kod kuća na Buraju, izmjerena je apsolutna visina od 303 m.

Grad Pazin smješten je u središtu istarskoga poluotoka. Prema staroj podjeli Istre svojim sjeveroistočnim dijelom nalazi se u »sivoj Istri« a jugozapadni dio smješten je u »crvenoj Istri«. Pazin je relativno blizu mora. Do Poreča ima 33 km, do Rovinja – 38 km, do Plomina – 28 km, a do Pule – 48 km.

Sjeveroistočno od Pazina proteže se Učka s Čićarijom, koja čini prirodnu barijeru prema Kvarneru i prema slovenskim planinama.

Reljef istraživanog područja može se podijeliti u tri cjeline:

- a) **Krška zaravan jugozapadnog dijela** prostire se jugozapadno od linije Vižinada-Karobja-Trviž-Pazin-dolina Raše i čini blago valovitu površinu vrlo jednolikog izgleda. Poznato je da je kraj blažih morfoloških fenomena krša. U ovom jednolikom krajoliku se ističu jedino Pazinska draga i sutjeska Raše. Nadzemna hidrografija ovdje nije razvijena, izuzev rijeku Rašu. Vrhovi izdignutih dijelova su zaobljeni, blagih pristanaka i relativno niski, a prosječna visina se kreće između 350 i 400 m.
- b) **Brdovito flišno područje središnjeg dijela** prostire se od prije spomenute crte Vižinada-dolina Raše prema sjeveroistoku i dopire do vapnenačkih obronaka Učke. Paleogeni lapori, pješčenjaci i vapnenci daju izrazito obilježje reljefu toga kraja, koji se ističe velikom razvedenošću terena, strmim grebenima, duboko usječenim većim ili manjim dolinama, te bujičnim jarugama i vododerinama najrazličitijih smjerova protezanja. Hidrografija je izuzetno razvijena, a velika većina vodotoka je periodičnog karaktera. Vrhovi brežuljaka i brda flišnoga područja nešto su viši od prethodno opisanih. Najviši vrh ovoga područja Istre je Draguč s kotom od 503 m.
- c) **Vapnenačko područje Učke** zaprema krajnji sjeveroistočni dio Istre i spušta se do linije Sušnjevica-Vranje-Dolenja Vas-Buraj. Glavna značajka ovoga dijela je naglo uzdizanje obronaka Učke koje izgrađuju uglavnom numulitni i kredni vapnenci. Reljef je karakteriziran razmjerno jednolikim usponom padina južno od ceste Vranje-Vela Učka. Predio sjeverno od te ceste karakterističan je po stepeničastom usponu s nekoliko strmo odsječenih terasa fliša, usporednih s pružanjem Učke, koja na tom području ima izrazito dinarski smjer pružanja. Krške pojave ovdje su u potpunosti razvijene (duboke vrtače, istaknuti vrhovi). Osim Planika (1272 m) na toj se zaravni nalazi još desetak vrhova između 700-900 m visine. Oskudna hidrografija ovoga područja zastupljena je s nekoliko izvora unutar fliša te s periodičnim potocima u vapnenac usječenih jaruga jugozapadnih područja Učke.

PREGLAD GEOLOŠKE GRAĐE ŠIRE OKOLICE PAZINA GEOLOGICAL STRUCTURE OF GREATER PAZIN SUR- ROUNDINGS

Geološka obilježja Pazina i okolice

Geološki odnosi Pazina i šire okolice odlučujući su čimbenik u režimu površinskih i podzemnih voda, kao i u oblikovanju morfologije terana. Kompleksnom analizom spomenutih odnosa moguće je objasniti genezu Pazinske jame i recentni tok Pazinčice (Foibe). U tom smislu najviše podataka nalazimo u Osnovnoj geološkoj karti SFRJ, list Rovinj, mjerila 1:100.000 (Polšak & Šikić 1969), te u tumaču navedenog lista (Polšak & Šikić 1973). Inače, Pazinska je jama bila u središtu pozornosti više prirodnoznanstvenika još od 16. stoljeća. Od geologa valja istaknuti već spomenutoga nestora europskih speleologa E.A. Martella (1894, 1896, 1897), poznatoga francuskog istraživača krškoga podzemlja. On je istraživao zajedno s W. Putickom iz Ljubljane, poznatim stručnjakom za regulacije vodenih tokova i melioracije na kršu. Martell i Putick izradili su i prvu topografsku skicu o ponoru Pazinčice.

Znanstvene i stručne podatke o pazinskome ponoru nalazimo još u prikazima M. Baratte (1920), zatim u knjizi »Duemila Grotte« L.V. Bertarellia i E. Boegana (1926) te u publiciranom talijanskom speleološkom katastru (Trst, 1930).

Geološku i hidrološku problematiku pazinskoga ponora ili njegove bliže okolice nalazimo u radovima F. Hauera (1872), G. Stachea (1889), F. Sasso (1924a, 1924b), C.F. Parone, F. Sacca i R. Battaglia (1924), C. d'Ambrosia (1931) i drugih geologa.

Kao što se na preglednoj karti vidi, u građi terena šire okolice Pazina sudjeluje više različitih litoloških članova, većinom su to karbonati i klastiti. Najstarije su alpske naslage uz jugozapadni rub terena. Pretežnim se dijelom radi o tanko uslojenim, a u znatnoj mjeri i o pločastim vapnencima. Najčešće su svijetlosive do bijele boje uz nešto tamnosivih ili sivosmedih varijeteta. Plitko školjkastoga su loma, ponekad pravilnoga i iverastoga.

Cenomanske taložine pružaju se jugozapadnim dijelom obuhvaćenoga područja. Kod Pazina utonjuju pod paleogenske transgresivne sedimente, a na površinu ponovno izlaze kod Karojbe i pružaju se preko Vižinade do doline Mirne. U dijelu između Zminja i Pazina, u nižem, starijem intervalu razvijen je tanko uslojeni vapnenac, svijetlosive do sivosmede boje. mjestimice je slabo bituminozan, iverastog ili nepravilnog loma. U prostornom području između Glavana i Pazina, unutar spomenutih vapnenaca, javljaju se, u izoliranim i malim pojavama, izrazito pločasti, škrļjavi vapnenci, koji mjestimice sadrže proslojke i module rožnjaka. Vapnenac je jedar i kompaktan, bijele i sive boje, rijetko ružičaste. Djelomice je slabo laporovit.

Slijede eocenski foraminiferski karbonati zastupani alveolinskim i numulitnim vapnencima s postupnim međusobnim prijelazom. Nalaze se u obliku manjih izdanaka jugozapadno od Pazina. Alveolinski vapnenac je otkriven na rubu paleogenskog bazena. Uglavnom je smeđast, nepravilnog loma, ponegdje i bijel do sivkast. Raspada se pločasto, crepoliko, ali i u kršje. U mlađem dijelu je općenito čvršći i tvori krševit teren. Slojevitost je slabo izražena. Numulitni vapnenci su pretežno smeđi, manje žučasti i sivi. U vršnim nivoima su obično brečasti s određenim sadržajem glaukonita, što im daje zelenkast ton. Uvijek su nepravilnog loma. Numulitni vapnenci su u većini slučajeva homogeniji i kompaktniji od alveolinskih i sa slabom do potpuno nejasnom uslojenošću.

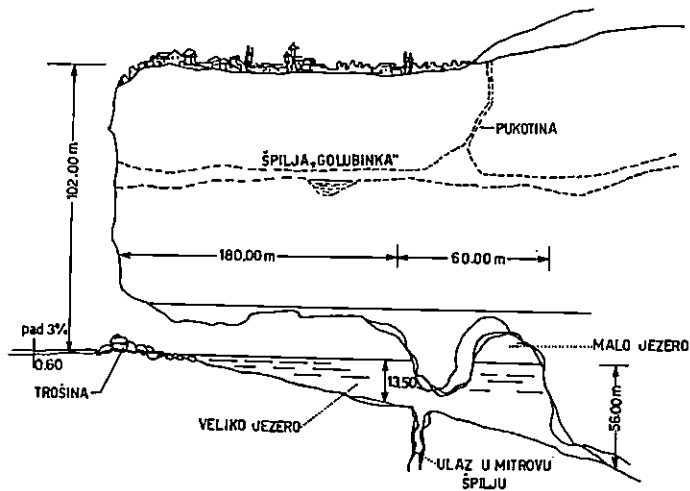
Sjeveroistočno od crte Trviž-Šujevići leži široka zona eocenskoga fliša sastavljenog od vapnenačkih breča, foraminiferskih mikrobreča, pješčenjaka, silita te vapnenih šejlova i lapora (Magdalenić 1972). Vapnenačke breče sastoje se od ulomaka foraminiferskih vapnenaca, ulomaka krednih vapnenaca, fragmenata glinovitih glaukonitnih vapnenaca, valutica pješčenjaka i pretaloženih mikrofosila i makrofosila. Foraminiferske mikrobreče izgrađuju ulomci i cijeli oblici numulita i alveolina te ulomci paleogenskih i krednih vapnenaca. Pješčenjaci su sitnozrnasti, kvarcnog i vapnenačkog sastava. Boja im je plavičasta, a kod trošnih – sivkasta do žučkasta. Vrlo su kompaktni zbog vapnenog veziva. Ovi kvarckalkareniti sastoje se od fragmenata transportiranih bentoskih foraminifera, algi, subangularnih zrnaca i dr. Lapori flišnih naslaga dolaze zajedno s pjeskovitim laporima. Boje su im zelenkaste, sive ili žučkaste. Katkada su tamnosivi i sipki.

U seriji fliša konstatirane su brojne linearne, interne i deformacijske teksture. Na temelju podataka mjerenja sedimentnih tekstura može se pretpostavljati da je izvorno područje mutnih struja i dio detritičkog materijala podrijetlom iz Alpi, iz izdignutih kordiljera, sjeverno i sjeveroistočno od flišnog bazena.

PRESJEK PAZINSKE JAME

prema M.Malezu

1975. godine



Dolina Mirne i većih potoka u području klastičkih naslaga (Fojba, Butonega, Krvar, Mavljini) znatnim su dijelom ispunjene aluvijalnim nanosom, koji se sastoji pretežno od glina i ilovača sive i sivoplave boje. Mjestimice su te naslage debele i do 10 metara, pa se iskorištavaju u ciglarskoj industriji. Glina i ilovača nastale su trošenjem eocenskih lapora i nanošenjem mulja u dolinu. Podređeno, u sklopu aluvija ulazi pijesak i šljunak.

Osnovne crte tektonskih odnosa

Tektonska građa srednje Istre, u kojoj se nalazi istraživano područje, relativno je jednostavna. Prisutne su dvije prostrane tektonske jedinice, koje su u genetskom i strukturnom smislu međusobno potpuno razlikuju. To su zapadnoistarska jursko-kredna antiklinala i pazinski paleogenski bazen. U opisu ćemo se ograničiti na drugu tektonsku jedinicu jer se ovdje nalazi i istraživano područje.

Pazinski paleogenski bazen obuhvaća središnji dio istarskoga poluotoka, a prostire se od Umaga na zapadu, južno od reversnog rasjeda tektonskog prodora

Savudrija – Buzet, te prema istoku smjerom Buje – Buzet. Na istoku graniči s Učkom i labinskim bazenom. Od Labina se proteže prema Pazinu i dalje na sjeverozapad i prekriven je flišnim naslagama. Kredna i vapnenačka podloga, paleogenski vapnenci i djelomice prijelazni slojevi pojavljuju su unutar bazena na površini u dubokim dolinama Butonege, Motfini i Kaldira.

Spuštanje paleogenskog bazena obilježeno je rasjedima uz njegov jugozapadni rub. Vertikalne rasjede nalazimo kod Vižinade sa skokom oko 150 metara, zatim kod Berma i Pazina. Ti su rasjedi vidljivi na površini. Svi se pružaju smjerom sjeverozapad – jugoistok, paralelno s pružanjem paleogenskih sedimenata. Produbljivanje bazena uz jugozapadni rub vrlo je blago, a pojačava se prema sjeveru i sjeveroistoku. Logičan je zaključak o mlađim i srednjoeocenskim kretanjima i o grubo ocrtanoj tektonskoj diskordinaciji između kreditnih i starijih paleogenskih naslaga i fliša. Slojevi su uglavnom horizontalni, uz manja mjestimična odstupanja uz jugozapadnu granicu bazena. Time je osobito podcrtan transgresivan i diskordantan odnos između fliša i starijih naslaga, da bi kod Pazina breče iz fliša ležale pod blagim kutom preko djelomično erodiranih prijelaznih slojeva. Ta je diskordinacija karakterizirana inače pomanjkanjem slojeva s globigerinama, a mjestimice i bazalnog dijela flišnih naslaga. Krajem srednjeg eocena započelo je uzdizanje koje je dovelo do prestanka sedimentacije fliša.

Mlađa neotektonska kretanja unutar Pazinskoga bazena, osim onih kvartarnih, zbog pomanjkanja neogenskih taložina ne mogu se zapaziti. Za vrijeme kvartara dolazi do novog izdizanja ovoga područja i do pojačanog urezivanja vodenih tokova.

Osim navedenih općih tendencija za nastanak Pazinske jame bitna je aktivnost subvertikalnog rasjeda. Naime, u zoni tog rasjeda došlo je do pucanja, komadanja i drobljenja stijena, pa je taj rasjed postao podložnim jakom, destruktivnom djelovanju vodenih tokova. S obzirom na to da su flišni sedimenti pretežno vodonepropusni, Pazinčica po njemu teče kao površinska rijeka. Dolaskom na tektoniziranu granicu s okošenim, a time i vodopropusnim vapnencima, ona ponire, razarajući i odnašajući materijal zdrobljene zone, odnosno formirajući jamu.

KLIMATOLOŠKE ZNAČAJKE PAZINŠTINE CLIMATIC FEATURES OF THE PAZIN AREA

Na temelju novijih podataka DHMZH možemo zaključiti da se prema Köppenovoj klasifikaciji radi o umjerenom toploj kišnoj klimi tipa »Cfsax«.

Analizirajući klimatske dijagrame za navedena razdoblja uočavaju se promjene vrijednosti pojedinih parametara.

Prostorni 30-godišnji srednjaci temperature zraka za razdoblje 1961–1990 niži su za 0,4°C, što je općenita pojava za sve tipove klime u našim područjima.

Povećanje srednje 30-godišnje prostorne količine oborina u razdoblju 1961–1990, za 105 mm godišnje u skladu je s pojavom u ovom tipu klime, ali je značajna razlika s obzirom na ostale tipove klime u kojima su inače smanjene oborine. Takve su pojave poznate te pri prikazivanju klime na regionalnoj ili lokalnoj razini treba uzeti u obzir ukupne događaje na ostalim prostorima i vremenskim skalama, jer je klima na manjim područjima manifestacija globalnoga klimatskog sustava.

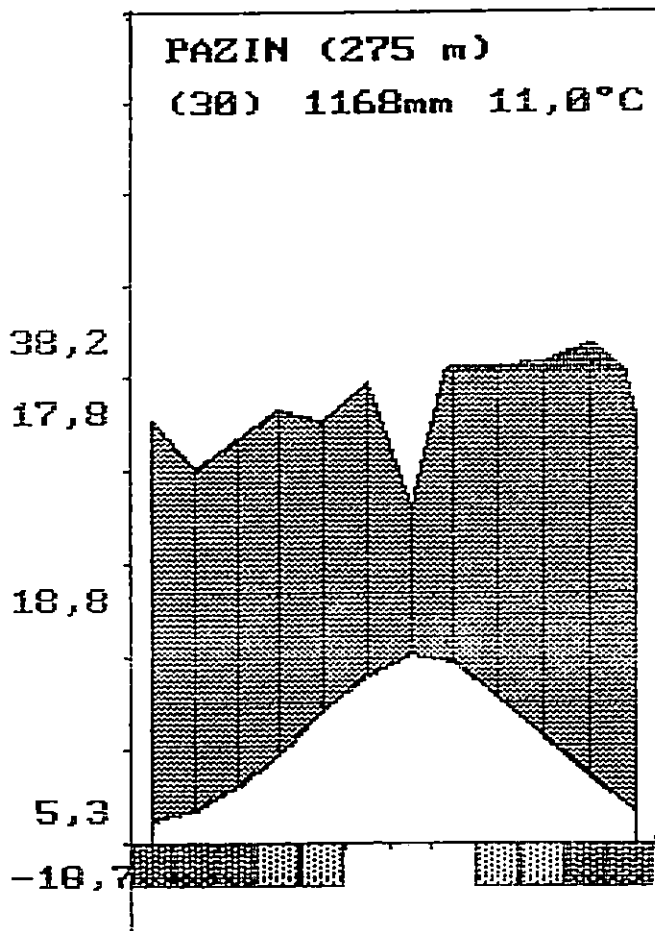
Kao u prvom klimatskom dijagramu tako i u drugom, za razdoblje 1961-1990, vidimo da navedeno područje obilježavaju vruća ljeta, kada bilježimo i najsuši dio godine. Maksimumi oborina događaju se u proljeće te jesen i zimu, s time da je ovaj drugi maksimum naglašeniji.

Iz tablice mjesečnih i godišnjih količina oborina za razdoblje 1961-1990 uočavaju se nizovi znatno smanjenih ukupnih količina oborina od 1983. godine.

Iz klimatskog dijagrama za razdoblje 1961-1990 također vidimo da je pojava mraza značajno učestalija nego u prethodnom razdoblju.

Sve to treba uzeti u obzir pri gospodarenju šumskim ekosustavima u navedenom području.

**KLIMATSKI DIJAGRAM METEOROLOŠKE
POSTAJE PAZIN (Razdoblje 1961-
1990.) U SMISLU H. WALTERA**



MJESEČNE I GODIŠNJE KOLIČINE OBORINA U mm

GODINA	M J E S E C I												UKUPNO GODIŠNJE
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1961	129	47	12	100	50	199	173	15	32	190	176	75	1198
62	97	39	105	110	143	33	61	18	168	43	326	42	1185
63	167	92	63	50	47	146	81	108	102	88	216	53	1213
64	1	33	173	68	93	47	121	110	84	463	63	182	1438
65	196	13	96	116	82	143	61	122	330	0	188	159	1506
66	73	86	54	123	99	53	210	144	66	237	203	113	1461
67	53	66	35	104	70	59	43	75	155	16	157	91	924
68	78	163	15	45	134	120	36	207	161	27	215	70	1271
69	84	159	81	75	168	125	35	173	150	0	217	51	1318
1970	158	85	163	146	102	110	81	144	23	38	94	94	1238
1971	114	108	118	132	78	148	42	55	83	9	182	60	1129
72	113	177	76	149	192	31	62	88	169	42	132	94	1325
73	96	67	6	94	33	101	64	6	223	62	74	58	884
74	70	80	171	106	68	135	17	80	162	238	92	33	1252
75	26	11	169	120	97	104	77	166	35	97	191	96	1189
76	4	138	87	143	38	69	83	212	115	130	116	216	1351
77	155	114	29	99	116	86	119	182	53	40	83	80	1156
78	197	106	79	92	133	87	65	150	88	145	88	126	1356
79	221	137	129	116	8	110	64	170	197	152	182	66	1552
1980	67	14	117	48	85	118	31	22	96	229	238	89	1154
1981	42	53	83	67	127	78	83	59	161	208	26	285	1272
82	52	8	128	11	105	147	59	66	83	247	133	103	1142
83	26	76	81	72	142	46	12	107	48	83	18	134	845
84	144	109	61	57	88	57	54	143	161	163	67	82	1186
85	80	64	114	73	57	99	39	78	4	31	116	50	805
86	76	75	78	145	58	89	114	196	52	61	58	35	1037
87	99	102	24	51	81	68	51	80	44	89	169	32	890
88	110	91	105	71	77	153	1	87	31	49	11	45	831
89	0	38	110	104	48	130	117	151	87	24	93	17	919
1990	8	38	35	102	66	78	117	62	143	176	98	81	1004
\bar{x}	91	80	87	93	90	99	72	109	110	112	134	91	1168

SRENJE MJESEČNE I GODIŠNJE VRIJEDNOSTI TEMPERATURE ZRAKA U °C

GODINA	M J E S E C I												SREDNJA GODIŠNJA	KOLEBANJE
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1961	2,0	4,6	7,2	12,7	13,9	18,6	18,9	19,0	17,1	12,7	7,9	3,9	11,5	17,0
62	3,5	2,2	3,7	10,2	13,7	17,0	19,3	21,6	15,8	11,4	6,9	0,9	10,5	20,7
63	-1,1	0,0	5,0	10,8	14,4	18,0	21,1	19,7	16,7	10,8	11,0	2,1	10,7	22,2
64	-0,3	2,7	5,9	10,6	14,4	19,8	20,2	18,7	15,4	11,7	7,5	3,7	10,8	20,5
65	3,8	0,2	5,9	8,3	13,1	17,8	19,5	17,8	15,3	9,9	7,3	4,8	10,3	15,7
66	0,1	7,6	5,5	11,5	14,4	19,0	19,1	18,8	16,3	14,5	5,5	3,5	11,3	19,0
67	1,3	3,3	7,9	9,5	14,8	16,9	21,5	20,1	16,6	12,5	8,2	2,9	11,3	20,2
68	0,3	5,9	6,2	11,4	14,6	18,2	19,7	17,9	15,6	12,9	7,8	1,8	10,9	19,4
69	2,7	3,0	5,2	9,3	15,8	16,8	19,8	18,8	16,0	11,0	8,5	1,3	10,7	18,5
1970	4,3	2,7	4,8	9,0	12,3	18,9	19,7	19,3	16,4	10,0	8,1	2,6	10,7	17,1
1971	4,0	3,7	3,5	11,1	15,2	17,2	20,5	21,4	13,7	9,2	7,3	3,0	10,8	18,4
72	3,1	6,2	8,6	9,8	13,5	18,2	20,5	18,3	12,7	9,7	7,6	3,6	11,0	17,4
73	3,2	3,0	4,4	8,0	14,9	18,5	20,3	20,5	17,3	11,3	6,0	3,2	10,9	17,5
74	4,7	6,3	7,3	9,4	13,8	16,7	20,2	21,1	16,6	7,3	7,3	3,9	11,2	17,2
75	4,9	3,3	7,3	9,8	15,7	17,8	20,6	19,4	18,1	11,0	6,4	4,0	11,5	17,3
76	2,4	4,2	3,8	9,7	14,8	18,6	20,7	16,5	14,6	13,3	8,7	4,0	10,9	18,3
77	5,6	6,3	8,5	8,9	14,5	17,8	19,9	18,8	13,5	12,0	7,7	3,0	11,4	16,9
78	3,8	3,0	6,7	9,2	13,0	17,5	19,1	17,9	14,9	11,1	4,7	4,7	10,5	16,1
79	1,1	5,1	7,9	8,7	15,4	20,0	19,9	18,9	15,7	11,5	6,2	5,3	11,3	18,9
1980	1,8	3,8	6,1	7,8	12,8	17,4	19,4	20,6	16,1	11,8	6,0	1,8	10,4	18,8
1981	0,4	1,3	8,3	10,8	14,2	18,5	19,7	19,3	17,1	13,3	5,0	4,3	11,0	19,3
82	1,9	1,1	5,7	8,7	15,4	19,6	21,8	20,5	18,8	12,2	8,1	5,6	11,6	19,9
83	3,4	1,3	7,2	10,7	15,0	18,5	23,0	20,4	16,9	11,8	4,9	3,3	11,4	21,7
84	2,9	2,4	4,7	10,0	12,5	17,2	19,5	18,2	15,1	12,6	8,2	5,0	10,7	17,1
85	-0,2	1,2	5,9	10,0	15,4	17,7	21,9	20,9	17,6	12,3	5,8	6,1	11,2	22,1
86	3,0	0,4	5,5	11,0	17,3	18,7	20,4	20,8	15,2	11,7	7,8	1,9	11,1	20,4
87	1,1	3,9	2,4	10,5	13,5	18,1	22,2	20,1	19,3	13,6	7,5	4,4	11,4	21,1
88	6,1	4,5	5,7	10,4	15,5	18,0	22,8	21,0	16,0	13,0	3,6	3,2	11,7	19,6
89	2,0	5,1	8,9	11,0	14,9	16,8	20,2	19,3	15,2	10,3	5,4	4,2	11,1	18,2
1990	2,2	6,1	8,7	9,4	15,3	17,9	20,4	19,6	14,7	13,0	7,2	2,5	11,4	18,2
\bar{x}	2,5	3,5	6,1	9,6	14,5	18,1	20,4	19,5	16,0	11,6	7,0	3,5	11,0	18,8

Pantek, I.: Rejzajane značajke Pazinske jame s gledišta oblikovanja vegetacije okoliša Pazina.
Glas. šum. pokuse 31:317-390, Zagreb, 1994

PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE PAZINŠTINE PEDOLOGIC FEATURES OF THE PAZIN AREA

Sustavna pedološka istraživanja Istre započinj u 1953. B. Pušić i M. Kurgatić su ih i prezentirali 1955. godine u radu »Tla Istre« zajedno s pedološkom kartom u mjerilu 1:300000.

M. Riđanović (1960) obrađuje manje površine OPZ-a Ivoli, Lindar i Žabljak. Površine s po 50 ha prikazane su na karti mjerila 1:25000. J. Marinčić i S. Vučković (1970) pedološki s aspekta njegove upotrebne vrijednosti obrađuju srednji tok rijeke Mirne. J. Martinović (1973) utvrđuje sistemsku pripadnost tla Istre pod raznim šumskim fitocenozama, a rezultate analitički prikazuje na preglednim tablicama.

Današnji istarski krajolik rezultat je geološko-litološke osnove odnosno građe te klimatsko-morfogenetskih procesa, posebno mladih promjena, koje su obuhvaćene oscilacijama morske razine.

Konfiguracija terena neznatno je vezana na tektoniku, jer je istarska ploča, kao najniži dio istarskoga poluotoka, ustvari kredna antiklinala, dok je mnogo više buzetsko-pazinska kotlina sinklinala eocenskog materijala. Na istraženome području dominira prostrani valoviti istarski ravnjak, koji zaprema karbonatne stijene između Pazina i poteza Pula-Medulin. Iako su vapnenačke stijene, s obzirom na čistoću osnovne mase, vrlo otporne na mehaničko trošenje, korozijski se intenzivno otapaju, stvarajući duboke oblike s naglašenim vertikalnim komponentama (jame, vrtače i ponori). Sljedeći dio otpada na brežuljkasto-brdsko flišno područje, gdje se nalaze izvorišta rijeke Mirne, Pazinčice i Raše, s jako razgranatom mrežom pritoka i odgovarajućim užim ili širim, odnosno dubljim ili plićim dolinama vodotoka, kao rezultat erodibilnosti geološko-litološke odnosno flišne podloge. Poznato je da uslojenost stijena ima odlučujuće značenje za dubinu tla. Zato su na središnjem ravnom dijelu, s općenito pločasto uslojenim vapnencima, tla mnogo plića nego na gromadnim i rudistnim vapnencima.

Zemlja se taloži zbog toga što je u oligocenu i miocenu normalnom površinskom hidrografijom erodiran pokrov paleogenskih naslaga, a zatim dolazi period ponovnoga intenzivnog hidrokemijskog trošenja i okršavanja krednih i karbonatnih naslaga. Osim hidrokemijskog trošenja u taloženju ovog tla određenu su ulogu imali i drugi egzogeni čimbenici, na primjer vjetar i tekuća voda. Eolska djelatnost odvijala se osobito u pleistocenu, kada se u zapadnom i južnom obodnom području Istre talože značajne naslage pijeska, čije je najvjerojatnije porijeklo od fluvio-glacijalnih naslaga s područja sjevernojadranske depresije. Debljina tih naslaga vrlo je varijabilna. Mjestimično dostiže do 6 m. Pijesak je pretežno vrlo onečišćen limonitom, a mjestimice i slabo povezan glinovitom supstancijom.

Manje površine istarske ravne ploče prekrivene su terra rossom. One se nalaze na krabonatnim sedimentima kao nesuvisli površinski sloj deo 0,5 do 1,0 m, iz kojega često izbijaju karbonatne stijene. Spiranjem s uzvišenih dijelova terena u depresije nastale su značajne količine terra rosse, kojima je debljina i do 20 m.

Na istarsku ravnu ploču, koja se idući prema sjeveru i prema Pazinu sve više uzdiže, nadovezuje se valovita krška zaravan, koja zahvaća prostor od Kanfanara, preko Barbana i Labina, do Pićna i Pazina, kao kontaktna zona između kredne ploče i fliša. Dalje, na sjever, nastavlja se flišna kotlina, sinklinala, koja ujedno razdvaja

najnižu istarsku stepenicu ili istarsku vapnenu ploču od srednje (flišne) i visoke vapneno-dolomitne istarske stepenice (Čičarija).

Brdovito flišno područje građeno je od litološki vrlo složene skupine, koja se sastoji uglavnom od CaCO_3 i krovnog pijeska, s različitim primjesama gline. Na maloj udaljenosti, ponekad od svega nekoliko metara, izmjenjuju se lapori s trošivom pješčenjaka i nekih glinovitih lapora. Lapori su najčešće zastupljene komponente fliša, s raznim prelazima od laporovih vapnenaca (s 80% CaCO_3) prema nekim laporima koji sadrže veću količinu gline, sve do laporastih glina koje sadrže 0-10% CaCO_3 .

Halocenski nanosi riječnih i potočnih dolina većinom se nalaze u zoni eocenskih sedimenata, čiji reljef, mekoća materijala te obilje voda tekućica (površinske vode) uvjetuju intenzivno premještanje i sedimentaciju materijala. Površinskom erozijom i s krškog područja jedrih vapnenaca erodirani materijal konačno dopijeva na područje bregova i riječnih dolina, gdje se miješa s flišnim sedimentima. Po granulometrijskom sastavu to su pretežno ilovasti i glinasti sedimenti, a u zoni Tupljačkog potoka ima i šljunkovitih nanosa (dio Čepićkog polja).

HIDROLOŠKE PRILIKE PAZINA HYDROLOGICAL STATUS OF PAZIN

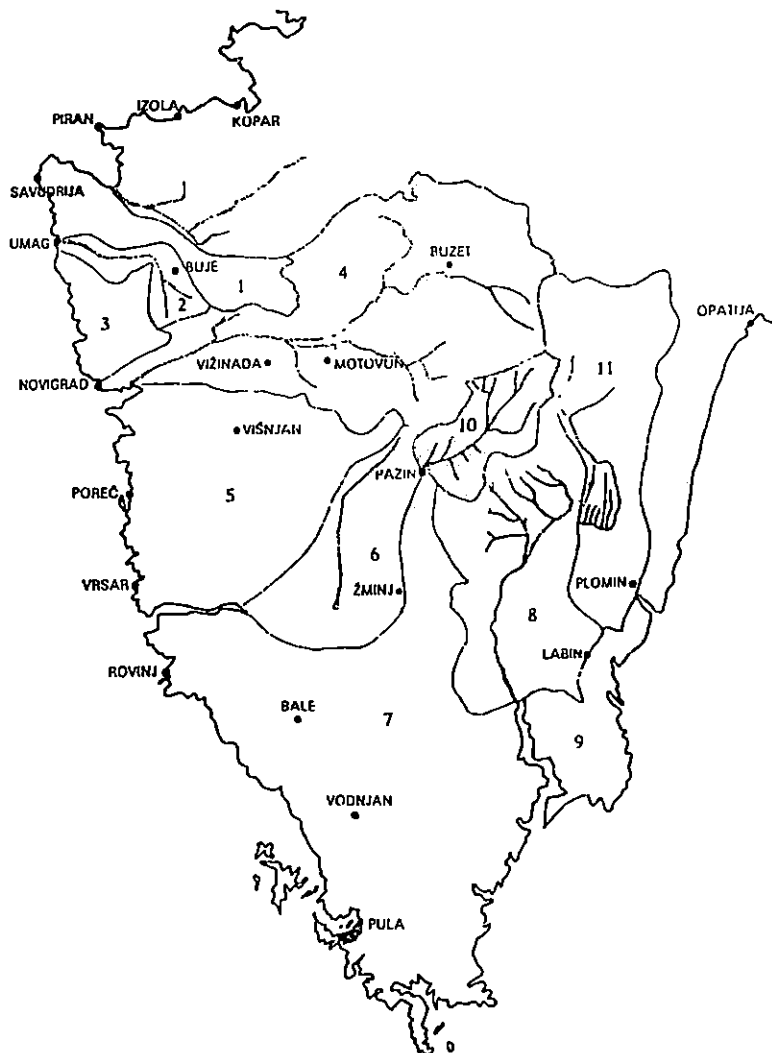
Na područje Raše i Mirne otpada glavnina istarskoga površinskog otjecanja. Te glavne istarske rječice ističu se razgranatošću dolinske mreže i dubokim usjecima u flišu gornjega područja, a kroz nizvodni vapnenački kraj probijaju se uskim kanjonima. Porječje Pazinčice (u talijanskoj literaturi Foibe, u lokalnom čakavskom govoru Potok) odlikuje se reljefnom posebnošću i svojevrsan je prirodni fenomen.

Naplavna ravnica Raše je na ulazu u kanjon kod mosta u Potpićnu na 21 m nadmorske visine. Mirna je na ulazu u epigenijska Kamena vrata, uzvodno od Istarskih toplica, na 36 m nadmorske visine, a na sastavu s Butonegom – na samo 13 m. Naprotiv, dolinska je ravnica Pazinčice pred ponorom jame na 240 m, a na ulazu u Dragu nadmorska joj je visina 253 m. Dolina Pazinčice prosječno je preko 200 m iznad doline susjednih rijeka Raše i Mirne. Pazinčica teče po reljefnoj gredi između čičarijskoga krša i vapnenačke zaravni jugozapadne Istre. Dužina toka joj je 16,5 km od izvora do ponora u Jamu. Porječje Pazinčice svedeno je na relativno uski pojas jer je vjerojatno već u pleistocenu imala suženo porječje i nije mogla znatnije utjecati na modeliranje. Nema dokaza da je Jama povećanim odnosom trošena i zatrpavana te da je slijedom toga Pazinčica nastavljala površinskim otjecanjem.

Intezivnim utjecanjem pritoka Raše i Mirne pritjecajni je prostor Pazinčice bio vrlo sužen još u hladnom pleistocenu, a nastavlja se i dalje sužavati, što perspektivno ugrožava postojanje Pazinčice. Cijelo slivno područje Pazinčice nalazi se na flišnim naslagama koje su praktično vodonepropusne i zbog toga je na površini razvijena bogata mreža površinskih tokova, uglavnom privremenog i bujičnog karaktera. Manji dio tih voda evaporira ili se infiltrira u podzemlje, ali ne duboko. Površinski tok vode završava se u Pazinskoj jami, gdje nastavlja svoje kretanje u karbonatnim naslagama. Prema tvrdnjama Julesa Verna, u romanu »Mathias Sandorf« iz godine 1885, vode Pazinskoga ponora izlaze u Limskom kanalu.

Razmotri li se uzrok postanka Pazinskoga ponora s geološkoga stajališta, već

NADZEMNI SLIVOVİ



LEGENDA:

- | | |
|--|--|
| 1. PODRUČJE IZMEĐU SLIVA DRAGONJE I SLIVA UMAŠKOG POTOKA | 7. PODRUČJE IZMEĐU SLIVA POTOKA ČIPRI I SLIVA RAŠE |
| 2. UMAŠKI POTOK | 8. SLIV RAŠE |
| 3. PODRUČJE IZMEĐU SLIVA LIMASKOG POTOKA I SLIVA MIRNE | 9. PODRUČJE IZMEĐU SLIVA RAŠE I PLOMINSKOG ZALJEVA |
| 4. SLIV MIRNE | 10. PAZINČICA (PAZINSKI POTOK) |
| 5. PODRUČJE IZMEĐU SLIVA MIRNE I SLIVA POTOKA ČIPRI | 11. SLIV BOLJUNČICE |
| 6. POTOK ČIPRI | |

se i laiku nameće misao da su nekada vode Pazinčice protjecale danas suhom dolinom do Linskog kanala. Promjene nastaju kad se na tlu današnje Istre tektonski pomiču nataložene vapnenačke ploče i kad se nakon izdizanja tla prekida dotadašnji tok Pazinčice strmim liticama na mjestu današnjega Pazina. Drugim riječima, uzrok postanka Pazinskoga ponora je u dodiru, za vodu, neporpusnih naslaga s propusnim karbonatnim slojevima, u koje voda može ponirati u sustavu uobličjenih pukotina.

Mišljenje znanstvenika o kretanju podzemnih voda potvrdilo se i egzaktno. Boja ubačena u vode Pazinčice u Pazinskome ponoru nije se pojavila ni u dolini Mirne ni u Linskom kanalu (kako se pretpostavljalo), već isključivo u području doline Raše, odnosno u prostoru Raškoga kanala, kao i u jednom priobalnom izvoru južno od Barbana. Boja je ubačena u kolovozu i rujnu, za vrijeme niskih voda, kako se boja »Traser« ne bi razrijedila.

Podzemni tok Pazinčice »trasiran« je i uz pomoć označenih jegulja. Te su ribe puštene u Pazinski ponor i prema objavljenim podacima pojavile su se u Raškom kanalu i u toku rijeke Mirne.

Osim u navedenim istraživanjima područje južne i srednje Istre istraživano je geološki u više navrata. Prve podatke o tome dao je G. S t a h e (1864, 1880. i 1889). On smatra da dobar dio podzemnih voda u širokoj okolici Pule potječe iz slivnoga područja Pazinskoga potoka.

S u e c o (don Paron et Battaglia, 1924) opširno piše o površinskoj i podzemnoj hidrografiji. Za vodu koja ponire u Pazinskoj jami (Fojba) smatra da se zrakasto razilazi u formi lepeze i da se miješa s vodama koje padnu na vapnenačku površinu, usmjeravajući se prema zapadu (dolina Drage) i prema istoku (dolina Raše), a najviše prema jugu, gdje se pojavljuje u obliku izvora na području Pule, Fažane, Medulina i Budave.

A m b r o s i (1931) piše u podzemnoj vodi, za koju misli da se diže idući od obale, tako da kod Pazina ne prelazi visinu od 185 m, što odgovara točki na kojoj Pazinčica počinje svoj podzemni tok. Osim toga piše o povezanosti ponora kod Pazina s izvorima u dolini Raše, što je dokazao i S t e l l a svojim originalnim biološkim pokusom uz pomoć jegulja.

VEGETACIJSKE OSOBITOSTI PAZINŠTINE VEGETATION PROPERTIES OF THE PAZIN AREA

Sastav, struktura i rasprostranjenost šumskoga i ostaloga biljnoga pokrova odraz su utjecaja prošlih i sadašnjih čimbenika nežive i žive prirode na nekome području. Dakle, povijest vegetacije, geografski položaj, geološka podloga, reljef mikroklima i makroklima, tip tla, utjecaji antropogenoga, zoogenoga i ostalih ekoloških čimbenika, očituju se najsnažnije u horizontalnoj i vertikalnoj rasprostranjenosti, sastavu i dinamici razvitka svih, a osobito šumskih zajednica.

Istraživano područje nalazi se u središnjem dijelu istarskoga poluotoka i, prema staroj geografskoj podjeli, najvećim dijelom pripada žutoj Istri, a neznatni dio jugozapadno od Pazina crvenoj Istri. To su arhaični nazivi koji vuku korijen iz ondašnjeg izgleda krajolika.

S biljno-geografskoga gledišta tj, imajući pred očima položaj, regionalnu klimu i vegetacijski pokrov, cijelo slivno područje Pazinčice ima submediteranski karakter u kojemu su klimazonale šuma hrasta medunca s bijelim grabom (*Quercus-Carpinetum orientalis croaticum* H-ić 1939) te šume medunca i ostalih hrastova s crnim

grabom (*Seslerio-Ostryetum* Ht. et H-ić 1950). Međutim, biotski i abiotski čimbenici uvjetovali su na ovome prostoru vrlo raznoliku sliku biljnoga pokrivača pa se razvio i velik broj fitocenoza subasocijacija, facijesa i degradacijskih stadija šuma.

U konačnici izdvajamo ove najznačajnije vegetacijske skupine:

1. Sklopljene panjače i šikare:
 - a) kserotermofilne
 - b) mezofilne
2. Šumske kulture
3. Otvorene šikare, kamenjare i ostale degradirane kulture
4. Šumske travnjake, livade i poljoprivredne kulture

Navedene vegetacijske skupine razlučene su na temelju fitocenoloških kriterija. Stanje biljnoga pokrivača i tla relativno je stabilno u vegetacijskim jedinicama skupine 1, 2 i 4. Naprotiv, ono je više ili manje kritično s gledišta različito intenzivnih erozijskih procesa u vegetacijskim jedinicama opisanim i kartiranim u skupini pod oznakom 3.

Sklopljene kserotermofilne panjače i šikara

S obzirom na makroreljefne i mikroreljefne i klimatološke osobitosti dolina Pazinčice u svom slivnom području nema trajno zelenih biljnih vrsta ni zajednice koje imaju zimzeleni ili poluzimzeleni karakter, već su ovdajšnje fitocenoze izgrađene od listopadnih vrsta.

Tipična šuma medunca s bijelim grabom (*Quercus-Carpinetum orientalis typicum* H-ić 1950)

Ova je zajednica najtermofilniji član ovdajšnjih šuma, a nastava plitka skeletna tla povrh vapnenca i zaprema manju površinu u jugozapadnom dijelu sliva (okolica Pazina). Karakteristična, često dominantna vrsta u ovim šumama, osim hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) i crnoga jasena (*Fraxinus ornus* L.), jest bijeli grab (*Carpinus orientalis* Lmk.). Tu nalazimo i velik broj vrsta grmova i prizemnog rašća koji su zastupljeni i u srodnoj, zonski susjednoj zajednici medunca s crnim grabom.

Šuma medunca i drugih hrastova s crnim grabom (*Seslerio-Ostryetum* Ht. et H-ić 1950)

Ova fitocenoza višega i hladnijega submediteranskog područja uklapa se u Istri i našem primorskom području kao markantni pojas između bjelograbovih šuma i primorske bukove šume. U slivu Pazinčice ova je subasocijacija najrasprostranjenija. Glavne vrste drveća koje izgrađuju ovu zajednicu su medunac (*Quercus pubescens* Willd.) crni grab (*Ostrya carpinifolia* Sc.), crni jasen (*Fraxinus ornus* L.), brijest (*Ulmus campestris suberosa* Moench.), maklen (*Acer monspessulanum* L.), javor gluhač (*Acer obtusatum* Kit.), brekinja (*Sorbus torminalis* Cr.), oskoruša (*Sorbus domestica* L.), mjestimično kitnjak (*Quercus petraea* Lieb.) i cer (*Quercus cerris* L.).

Od grmova su zastupljeni: *Prunus mahaleb* L., *Ligustrum vulgare* L., *Cornus mas* L. i *Cornus sanguinea* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Coronilla emerus* L., *Prunus spinosa* L., *Juniperus communis* L., *Rhamnus cathartica* L., *Cytisus* sp. i dr.

U tipično građenim zajednicama povrh vapnenca u prizemnom sloju dominira šašika (*Sesleria autumnalis* Schrad.), a pridružuju joj se *Brachypodium silvaticum* L., *Heleborus* sp., *Teucrium chamaedris* L. i brojne druge vrste. U ovdašnjim sastojinama crnoga graba na flišnoj podlozi šašika je dosta rijetka, češći su različiti šaševi pa te razlike u flornom sastavu prizemnoga sloja upućuju na drugačije edafske i stanišne prilike kojima, prilikom zahvata, valja posvetiti potrebnu pažnju.

Na razmjerno toplijim položajima sliva Pazinčice zastupljena je posebna sub-socijacija crnoga graba: *Seslerio-Ostryetum carpinetosum orientalis* H-ić. Ona ima prijelazno obilježje između tipičnih bjelograbovih i crnograbovih šuma. Osim nabrojanih vrsta za nju je karakteristično pojedinačno i rijetko pojavljivanje bjelograbića i nekih termofilnih biljaka. Na priloženoj vegetacijskoj karti ova zajednica, zbog sitnog mjerila, nije posebno prikazana, jer zauzima relativno male površine. Sličan je slučaj i sa šumama hrastova s vrištem (sastojine *Quercus-Calluna vulgaris*). Ova, inače vrlo karakteristična zajednica ne obrađuje veća (cjelovita) područja (jedno, između većih nalazišta, nalazi se u okolici zaseoka Poljanice), već samo zaravanke, hrptove grebena i blago nagnute obronke povrh lapora i pješčenjaka. U sloju prizemnog rašća zastupljene su izrazito acidofilne vrste, kao što su vrišt (*Calluna vulgaris* L.), bekica (*Luzula* sp.), bujad (*Pteridium aquilium* L.), pilica (*Serratula tinctoria* L.), *Polystrichum attenuatum* Forsk. i druge mahovine.

Sklopljene mezofilne panjače i šikare

Šumske zajednice ove skupine u usporedbi s dosad opiasnim fitocenozama pokazuju velike razlike u pogledu svog flornog sastava, rasprostranjenosti i stanišnih prilika.

Šuma hrastova s običnim grabom i bukvom (*Seslerio-Ostryetum carpinetosum betuli* Ht. 1950)

Ova je zajednica vrlo česta u slivnom području Pazinčice, a nastava niže položaje, gotovo redovito uske doline, jaruge i strme, osojne i hladovitije pristranke. U sloju drveća i grmlja, osim nabrojanih vrsta crnograbovih šuma, redovito su zastupljeni obični grab (*Carpinus betulus* L.), često i bukva (*Fagus sylvatica* L.), božikovina (*Ilex aquifolium* L.), lijeska (*Corylus avellana* L.), obična kurika (*Euonymus europaeus* L.), kozokrvina (*Lonicera* sp.), te penjačice *Hedera helix* L., *Tamus communis* L. i *Clematis vitalba* L. U prizemnom sloju značajne su mnogobrojne mezofilne vrste npr. *Salvia glutinosa* L., *Cyclamen europaeum* L. i *Asarum europaeum* L.

Šuma hrastova i crnoga graba s kestenom (*Seslerio-Ostryetum castaneetosum*)

Ova lokalno uvjetovana šumska zajednica u obliku omanjih oaza nastava flišne supstrate u okolici Pazina i Lindara. U pogledu glavnih obilježja staništa (nagib,

izloženost, vlaga itd.), pa i flornoga sastava, ova je fitocenoza vrlo slična opisanoj *S. O. carpinetosum betuli* Ht. 1950. Posebno obilježje daju joj pitomi kesten (*Castanea vesca* L.) i neke acidofilne vrste u sloju prizemnog rašća. Obje opisane mezofilne fitocenoze su ovdašnje najbujnije šume, s najvećim brojem vrsta drveća i grmlja.

Šumske kulture

U usporedbi s nekim drugim područjima Istre slivno područje Pazinčice ima malo podignutih šumskih kultura. Od postojećih najčešće su kulture crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) u okolici Pazina. Sve su one površinski malene i rastrkane; najveća je ona sjeverno od zaseoka Lušetići, nedaleko od Cerovlja, gdje također ima uzgojenih i lijepih alepskih borova (*Pinus halepensis* Henry.) Obični bor (*Pinus silvestris* L.) uzgojen je tek u jednoj manjoj skupini sjeverno od Dujanića. Često kultivirana listača je bagrem (*Robinia pseudacacia* L.), ali se nigdje ne uzgaja na većim homogenim površinama.

Otvorene šikare, kamenjare i ostale degradirane površine

Velik dio slivnog područja Pazinčice prekrivaju tzv. degradirane šumske površine. One ustvari predstavljaju različite razvojne stadije u regresivnoj sukcesiji ovdašnjih autohtonih šuma, nastaloj kao posljedica štetnog djelovanja antropozoogenih i prirodnih čimbenika (sječa i krčenje šuma, požari, pašarenje, steljarenje, oborine, vjetar, ispiranje, otplavlivanje tla i ostali erozijski procesi) u primarnom ili u sekundarnom obliku. Stupanj degradacije vegetacijskog pokrova i tla te procesi erozije, većinom ovise o reljefu i petrografskoj podlozi.

U promatranom i kartiranom slivu Pazinčice mogu se razlikovati sljedeća četiri glavna degradacijska stadija ovdašnjih autohtonih šuma:

- 1) progaljene panjače i šikare,
- 2) jako progaljene šikare i sastojine borovica,
- 3) kamenjare,
- 4) ekstremno erodirane površine.

Navedeni oblici degradacije, tj. različiti progresivni i regresivni stadiji odlikuju se specifičnim flornim sastavom i pokrovnošću zelene mase, tj. grmova, trava i zeljastih biljnih vrsta. Oni različito djeluju na retenciju i otjecanje oborinske i površinske vode, u različitoj mjeri konzerviraju tlo, te sadrže različit temeljni biljni materijal s kojim valja računati prilikom izbora vrsta i tehnike rada usmjerenoga na učvršćivanje tla i na rekultivaciju erodiranih površina.

Progaljene panjače i šikare su takve degradirane šumske površine na kojima dominira grmoliko autohtono šumsko drveće i grmlje, prekrivajući pojedinačno ili grupično oko 50% površine, dok su otvoreni međuprostori obrasli biljnim vrstama kamenjare.

Jake progaljene šikare i sastojine borovica nastale su daljnjim destruktivnim djelovanjem prirodnih ili antropozoogenih čimbenika, proširenjem procesa erozije i spiranjem tla. Grmoliko autohtono drveće i grmlje ili pak skupine odnosno sastojine

borovica (»juniperetumi«) prekrivaju ovdje svega 25% površine. u slivnom području Pazinčice češća je obična borovica (*Juniperus communis* L.) od šmrike (*Juniperus oxycedrus* L.). Ostali prostor obrašćuju polugrmići i biljke kamenjara.

Oba tipa progaljenih panjača i šikara, odnosno sastojina borovica na priloženoj vegetacijskoj karti, prikazana su pod zajedničkom oznakom otvorenih šikara, ali su razlučena na karti stanja erozije.

Kamenjare su daljnji član u nizu ovdašnjih degradacijskih stadija šuma. To su najčišće površine plitkih, kamenitih i ispranih tala koje su obrasle rjeđim ili gušćim pokrovom trava, polugrmića i jednogodišnjih biljaka, dok su šumske biljne vrste potpuno nestale ili je pak njihov udio neznan (0-10%).

Kamenjara rdobrade (*Asphodelo-Chrysopogonetum*) tipična je zajednica koja obrašćuje ovdašnje erodirane terene. Uz obilno zastupljene trave rdobrade (*Chrysopogon gryllus* L.), u ovoj su kamenjari raširene ove vrste: *Onosma* sp., *Festuca vallesiaca* Schl., *Bromus erectus* Huds., *Salvia Bertolonii* L., *Hippocrepis comosa* L., *Hieracium pilosella* L., *Teucrium polium* L., *Marrubium* sp., *Ononis antiquorum* L., *Satureia montana* L., *Artemisia Biasoletiana* L., *Fumana* sp., *Brachypodium pinnatum* L., *Bupleurum aristatum* L., *Plantago lanceolata* L., *Thymus* sp., *Sedum boloniense* L., *Andropogon ischaemum* L., *Globularia Wilkommii* Nym., *Helichrysum italicum* Roth. i dr. Neke od navedenih biljaka izgrađuju mjestimično posebne facijese.

Ekstremno erodirane površine čine krajnji degradacijski stadij šuma, gdje je matični supstrat posve izbio na površinu, tlo je potpuno isprano, a vegetacijski je pokrov reduciran na malobrojne, pojedinačne, najotpornije biljne vrste. Takve površine najčešće nalazimo na eocenskim laporima i pješčenjacima. To su redovito ili vrlo strane bujičnih jaruga i vodotoka ili srednje strmi pjeskoviti lapori, okrugljaci i akumulirane flišne padine. Takve su površine posve gole ili tek vrlo oskudno obrasle nekim od spomenutih vrsta kamenjare (npr. *Plantago holosteum* L., *Carex hirta* L., *Fumana* sp., *Sanguisorba minor* Scop., *Dorycnium germanicum* Greml.).

Šumski travnjaci, livade i poljoprivredne kulture

Vegetacijske jedinice ove skupine rasprostranjene su na dosta velikim površinama slivnoga područja, a obuhvaćeni su svi raznoliko obrađeni, kultivirani i korišteni poljoprivredni kompleksi.

Poseban oblik šumskoga livadno-pašnjačkoga gospodarenja čine drvećem i grmljem obrasli travnjaci, pa ih posebno i prikazujemo. Na prirodnom tipu livade, koja se koristi kao košarica ili pašnjak ili samo kao pašnjak, sačuvana su (ili uzgojena) pojedinačna stabla ili skupine šumskog drveća (medunac, cer, crni grab, maklen, javor i sl.) različite dobi. Zato taj vegetacijski, a ujedno i gospodarski tip, fiziomski vrlo često sliči šumi.

FAUNA NA PODRUČJU PAZINŠTINE THE FAUNA OF THE PAZIN AREA

Životinjski svijet (faunu) na području Pazina prikazat ćemo pregledom sisavaca, gmazova i vodozemaca ovoga areala, a posebno ćemo se osvrnuti na ptice (ornitofau-

nu) kao čimbenik ekološke ravnoteže te kao indikatore onečišćenosti čovjekove okoliša.

Najčešći predstavnici sisavaca koje ovdje nalazimo su kukcojed, mala poljska rovka (*Crocidura suaveolens*) i glodavac prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius*). Od voluharica ovdje živi jedino ilirski voluharić (*Pitumys liechten steini*). Lasica (*Mustela nivalis*) i tvor (*Mustela putorius*) najveće su zvjeri koje pridolaze na ovo područje.

Nadalje, ovdje nalazimo običnoga zeca (*Lupus europaeus*), jazavca (*Meles meles*), prirodnog neprijatelja zeca – lisicu (*Vulpes vulpes*) te živahnog žitelja borovih kultura i hrastovih sastojina – običnu vjevericu (*Sciurus vulgaris*). Ova se vrsta toliko namnožila u perimetru ponora Pazinčice da su česti slučajevi ulaska u stambene zgrade, gdje čine sitne štete na namještaju i na predmetima za upotrebu.

Od plemenite divljači (lovačka terminologija) ovdje obitava srna (*Capreolus capreolus*), dok u posljednje vrijeme svoj areal na ovo područje širi i divlja svinja (*Sus scrofa*).

Godine 1962, prema podacima ovdašnjih lovačkih organizacija, ubijene su posljednje vidre (*Lutra lutra*). Zerdav ili velika lasica (*Mustela erminea*), vrsta raširena u kontinentalnim i vlažnim krajevima, samo se povremeno spušta u ove predjele. Učestala je i kuna zlatica (*Martes martes*). Velikouhi šišmiš (*Myotis bechsteini*) čest je stanovnik ovih predjela, a posebno pećine u koju ponire Pazinčica. U gustom travi i grmlju ljeti pravi okruglasto gnijezdo patuljasti miš (*micromys minutus*). U šumi i šipražju česta je zmija bjelouška (*Natrix natrix*), i to njezina podvrsta (varijetet) *helvetica* s narančastim uskama. U samom vodotoku Pazinčice (Fojbe) nekada je živjela ribarica (*Natrix tessellata*). Na kamenjarima i uz kamene zidove nalazimo poskoka (*Vipera ammodytes ammodytes*) te ridavku (*Vipera berus berus*), a nerijetko nalazimo i zaštićenog kravosasa (*Coluber viridis – flarus carbonarius*).

Iz razreda vodozemaca na ovome području nalazimo veliku zelenu žabu (*Rana ridibunda*) i šumsku žabu (*Rana dalmatina*) te smeđu krastaču (*Bufo bufo*), koja u proljeće, u doba parenja, stradava po okolnim cestama. Pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra*) čest je stanovnik potocića i uz izvore. Tu je još i žuti mukač (*Bombina bombina*).

Naveli smo samo najvažnije životinjske vrste iz redova sisavaca, gmazova i vodozemaca koje se nastavaju ili žive u istraživanome području.

Što se pak ornitofaune tiče, ona je ovdje, uostalom kao i na cijelom području Hrvatske, vrlo raznolika i bogata.

Prije svega mora se ustvrditi da sa sastajališta ekološke ravnoteže nema »štetnih« i »korisnih« ptica. Zastarjela shvaćanja o štetnosti ptica grabljivica dovela su gotovo do njihova istrebljenja. Međutim, te ptice provode nenadoknadivu prirodnu selekciju, pa njihov nestanak može opasno ugroziti ravnotežu biocenoze.

Ovdje donosimo taksativni iskaz pućjih vrsta koje obitavaju na istraživanome području, bilo kao skitalice, selice ili stanarice: kamenjarka (*Alectoris graeca*), fazan (*Phasianus colchicus*), siva čaplja (*Ardea cinerea*), jastreb kokošar (*Accipiter gentilis*), kobac ptičar (*Accipiter nisus*), škanjac mišar (*Buteo buteo*), vjetruša (*Falco tinnunculus*), divlji golub ili pećinar (*Columba livia*), golub dupljaš (*Columba oenas*), domaći golub (*Columba livia domestica*), ušati čuk (*Otus scops*), sovuljaga (*Bubo bubo*), vatroglati kraljić (*Regulus ignicapillus*), žutoglati kraljić (*Regulus regulus*), crni kos (*Turdus merula*), drozd imelaš (*Turdus viscivorus*), crvendač (*Erithacus*

rubucela), carić (*Troglodytes troglodytes*), bijela pastirica (*Motacilla alba alba*), šumsa ševa (*Luclula arborea*), plavetna sjenica (*Parus caeruleus*), velika sjenica (*Parus major*), dugorepa sjenica (*Aegithalos caudatus*), rusogrla lastavica (*Hirundo rustica*), mali cvrčak (*Lanius minor*), ruski cvrčak (*Lanius collurio*), šojka (*Garrulus glandarius*), svraka (*Pica pica*), čavka (*Coloeus monedula*), siva vrana (*Corvus corone cornix*), vuga (*Oriolus oriolus*), domaći vrbac (*Passer domesticus*), poljski vrbac (*Passer montanus*), čvorak (*Strunus vulgaris vulgaris*), češljugar ili grdelin (*Carduelis carduelis*), zeba (*Fringilla coelebs*), kukavica (*Coculus canorus*), mali djetac (*Dendrocopus minor*).

Faunu s istraživanoga područja opisali smo samo u onom opsegu koji je bio potreban da se upotpuni slika o problemu istraživanja, ne zalazeći u detalje koji bi nas udaljili od osnovne teme.

PREGLED PROŠLOSTI PAZINA THE HISTORY OF PAZIN

Najstarija i starija prošlost Pazina slabije je poznata. Zna se da je nekada tu bilo sjedište stare slavenske županije. Oko njegova imena ima puno nagađanja: neki tvrde da se radi o starom ilirskom nazivu, drugi ga atribuiraju rimskim podrijetlom, a neki pretpostavljaju da se radi o staroj keltskoj Pesenti. Pouzdano je, međutim, da su imena naših gradova koja završavaju na -in, kao što su, osim Pazina, još Labin, Plomin i druga, neka od najstarijih na ovome području.

Pazinski kaštel prvi se put spominje 983. godine, u darovnici njemačkog cara Otona II. osnivača Ostmarske, današnje Austrije. U XI. stoljeću Pazin je već administrativno središte Pazinske grofovije, a kako se nalazi usred feudalnih utvrda posijanih po središnjoj Istri, Nijemci su mu dali ime Mitterburg – središnji grad.

O feudalnoj i srednjovjekovnoj povijesti Kaštela i danas, s njegovih zidina, govore grbovi njegovih nekadašnjih gospodara: bili su to redom porečki biskupi u X. stoljeću, akvilejski patrijarsi u X. i XIII. stoljeću, pa njemačke obitelji E p p e n s t e i n (1077), W e i m a r M o o r s b u r g (1101), S p o n h e i m (1104), A n d e c h W i t t e i s b a c h (1173) te gorički grofovi od 1248. godine. Poslije smrti posljednjega goričko-pazinskog kneza 1384. godine Pazinska grofovija potpada pod Hasburgovce, to jest pod Austriju, koji su grad povjeravali različitim feudalnim obiteljima: od 1380. do 1766. godine izmijenila ih se dvadeset i jedna. Svaka promjena gospodara donosila je Pazinu nove nevolje, osobito u obliku povećanja davanja u naturi, poreza i sve većih vojnih obveza, kao što je obveza da svake noći deset ljudi čuva Pazin.

Slobodoljubiv i ponosni istarski živalj nije bez otpora dopuštao svoje iskorišćavanje. Nedugo nakon što su njemački feudalc, koji su se u Istri dosta obogatili, zamijenili relativno blage goričke grofove, izbila je 22. studenog 1409. godine buna, koju je gospodar Kaštela ugušio uz pomoć čeških plaćenika i susjednih feudalaca. Pazinski se kmetovi pobunjuju i 1572. godine opet zbog povećanja feudalnih davanja. Prema Kaštelu je krenulo, za ono doba, mnoštvo od 2000 ljudi, a goloruki kmetovi nisu mogli ništa učiniti protiv feudalnih do zuba naoružanih vojnika. Buna je u krvi ugušena, a vođa pobune zatvoren je u podrum Kaštela i izvrnut torturi.

Jezgra današnjeg Kaštela nastala je vjerojatno još u IX. stoljeću, ali je poslije toga Kaštel nekoliko puta dograđivan, što se i golim okom vidi na zidovima iz različitih struktura kamenja i veza. Najveća je rekonstrukcija obavljena 1537. godine.



U Kaštelu ima velik broj prostorija, hodnika i podruma, a vrlo mali broj prozora. U njegove mračne podrumne svjetlost jedva prodire kroz uske puškarnice. Velik dio podruma u prošlosti je služio kao zatvor, razdijeljen u ćelije s malim prozorima izdubljenima u debelim zidovima i s trostrukim redom željeznih rešetaka. U Kaštelu je jedna prostorija služila kao mučilište za nepokorene podanike u kojoj su još u doba talijanske okupacije stajale sprave za mučenje.

Godine 1756. Kaštel je prešao u posjed plemićke obitelji *Montecuccoli* i u njezinu vlasništvu ostao sve do 1945.

Iako se Venecija tijekom povijesti često pokušavala dočepati bogatstva Pazina, to joj je uspjelo samo jedanput na vrlo kratko vrijeme, 1509. godine. Zato Pazin na svojim zidovima nikada nije ima reljef grabežljivoga mletačkoga lava.

Istarski razvod, jedan od najvažnijih dokumenata koji dokazuje hrvatstvo Istre, nastao je na pazinskome području. Taj dokumenat govori o granicama između Pazinske grofovije, akvilejskoga patrijarha i Venecije, a nastao je potkraj XIV. stoljeća. Pisan je hrvatskim, latinskim i njemačkim jezikom. Pišući o njemu, povjesničar *Spinčić* ističe: »Istina je da se u Istri u 13. stoljeću a i puno kasnije nije uopće pisalo talijanski, da se pisalo latinski u nekim gradićima na zapadnoj obali istarskoga poluotoka, a da se inače tada pisalo po svoj ostaloj Istri hrvatski.«

Početak XIX. stoljeća Istru su okupirale Napoleonove čete, a 1813. godine Francuzi su se počeli povlačiti. Potkraj kolovoza austrijski general Nugent probio se jedinicama do Rijeke. Cilj mu je bio Trst, ali je prije toga namjeravao otjerati Francuze iz Istre. Kapetan Josip Lazarić, rodom iz Mošćenica, krenuo je 2. rujna iz Rijeke preko Učke u središnju Istru. Dva dana poslije u Pazinu je sa svojom vojskom opkolio kolonu od 1100 francuskih vojnika koji su se nakon kraćeg puškaranja predali. Lazarić je nakon toga nastavio osvajati Istru i 11. rujna zauzeo Pulu. U znak priznanja Lazarić i njegova četa dobili su od austrijskih vlasti zastavu na kojoj je pisalo: »Hrabrosti i upornosti Istre – 10. XII. 1813«. Tijekom svoje duge povijesti uvijek pod tuđinskom vlašću, Pazin je rezistentno odisao slavenstvom, jer su većinu njegovih stanovnika činili Hrvati. U XIX. stoljeću Pazin postaje središtem hrvatskoga narodnog preporoda u Istri i žarištom borbe protiv talijanizacije hrvatskoga puka koju su, uz pristanak Beča, provodili Talijani.

Potkraj prošloga stoljeća Pazin je dobio prvu hrvatsku gimnaziju u Istri.

Buntovni duh predaka nasljeđivale su mlade generacije Pazinjana koji, s mnogo gorčine i plemenite srdžbe, odmah poslije okupacije Istre od Kraljevine Italije i poslije dolaska fašizma na vlast, počinju borbu protiv novoga okupatora i protiv fašizma.

Između dvaju ratova i tijekom drugoga svjetskoga rata Pazin je mnogo pretrpio od talijanskoga fašizma, pa je masovni općenarodni ustanak buknuo 1983. godine. Iste su godine Nijemci barbarski bombardirali Pazin i gotovo ga porušili. Poslije oslobođenja 1945. godine Pazin se brzo širio, razvijao i gospodarski jačao. Okosnicu životnih tokova čine industrija i razvijena poljoprivreda.

U blizini Pazina, na mnogo većoj nadmorskoj visini, nalazi se naselje Stari Pazin, koje je starije od grada Pazina. U prošlosti je to bilo utvrđenje koje je, kao feudalno dobro, pripadalo pičanskom biskupu. Danas se u neposrednoj blizini Staroga Pazina razvija vrlo lijepo stambeno naselje, pa možemo govoriti o svojevrsnom preseljenju rezidencijalnog dijela grada na te prostore, koji su viši i klimatski pogodniji za stanovanje.

METODE RADA WORK METHODS

Radi dobivanja podataka z raspravu koristio sam se literaturom, mjerenjem i opažanjima na terenu te osobnim iskustvom.

IZUČAVANJE LITERATURE LITERATURE STUDIES

U izučavanju literature iz područja uređenja pejzaža koristio sam se našom osnovnom literaturom, izlaganjima na različitim savjetovanjima i simpozijima, te monografijama, elaboratima, člancima i sl.

Od novije literature izdanja »Zaštita prirode u Hrvatskoj«, »Duemila grotte«, »Velebit i njegov biljni svijet«, »Njega šume proredom«, »Zelenilo bjelovarskog kraja« te »Nacionalni parkovi i turizam« pružaju vrlo solidnu podlogu za izradu ovakve rasprave.

MJERENJA I OPAŽANJA NA TERENU FIELD MEASURING AND SURVEYING

Ovaj dio posla odnosi se na osobna mjerenja pojedinih stabala ili skupina te na detaljno snimanje svih zelenih površina grada, gdje sam inventarizirao zelenilo, opisavši stanje zatečenoga zelenog inventara, kao i potrebne zahvate na njemu. Budući da dosada ovakvi radovi nisu izvođeni na ovome prostoru, to ovaj rad ima pionirsko značenje.

U svom terenskom radu obavio sam fitocenološko snimanje karakterističnih šumskih zajednica koje okružuju Pazin te dao pregled njihova stanja i smjernice za gospodarenje njima kako bi se prevale iz gospodarskih u šume koje bi služile za odmor i rekreaciju.

Nazivi biljnih zajednica dani su prema Horvatu i Horvatiću a nazivi pojedinih biljaka prema Domčevoj »Flori« i »Maloj flori Hrvatske«.

OSOBN O ISKUSTVO PERSONAL EXPERIENCE

U svom dosadašnjem radnom vijeku od osamnaest godina, od kojih šesnaest na poslovima uređenja parkova i pejzaža te zaštite prirode, jer su istarske šume sve prije nego gospodarske šume, stekao sam određene iskustvo, koje, smatram, zaslužuje da ostane zapisano za buduća pokoljenja.

OPIS I ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA DESCRIPTION AND ANALYSIS OF THE PRESENT STATE

Pod »Opisom i analizom postojećeg stanja« tematski podrazumijevam deskripciju i analizu triju, za ovu raspravu relevantnih areala: 1) Pazinske jame, 2) gradskih zelenih površina (javnih i drugih), 3) prigradskoga zelenila (autohtonih i novopodignutih šuma)

PAZINSKA JAMA THE PAZIN CAVE

Pazinska jama nalazi se na krajnjem dijelu grada Pazina, koji se svojom uzdužnom osovinom prostire u smjeru zapad (W) – istok (E). Svojim postojanjem ponor Pazinčice (Pazinska jama) spriječio je spontani razvoj i širenje grada u tom smjeru.

Iznad samoga ponora s jugozapadne strane smjestio se najstariji dio grada – Buraj, koji se razvio u srednjem vijeku kao predgrađe, uz Kaštel. Buraj se nastavlja prema sjeveroistočnoj strani Jame i time je obgrljuje. U produžetku navedenoga smjera, na istaknutoj hridi u obliku jezika, smjestio se Kaštel, obrambena utvrda sa svim pripadajućim administrativno – gospodarskim objektima – u svoje vrijeme.

Na sjevernoj strani Pazinske jame nalazi se vrlo oštar zavoj kojim protječe potok Pazinčica, sada već u kanjonu. Potok u ovome dijelu mijenja smjer svoga toka iz smjera istok-zapad u pravac prema jugu.

U južnom dijelu jamskoga prostora, ispod najviše okomite stijene ponora Pazinčice uvire u podzemlje. U vrlo razigranom reljefu ovoga nevelikoga prostora, u smjeru masiva Učke i Čičarije, pruža se prekrasan pogled niz potočnu dolinu kroz raskošni krajolik.

Središnji gradski prostor započeo je svoj razvoj kao »podgrađe« uz ovaj geostrateški objekt (Kaštel–Jama), da bi se stoljećima poslije nastavio razvijati na pločastoj zaravni, odnosno na prvoj stepenici rasjedne linije potoka Pazinčice od Cerovljanskog polja nizvodno prema Bermu. U tom završnom dijelu pazinske doline grad poprima izduženi oblik, ne spuštajući se prema vodotoku, tj. u njegovo plavno područje.

Pazinska jama svojim položajem sprečava fizičko širenje grada u tom smjeru, iako danas postoji namjera da se to učini, a neke od tih namjera su i oživotvorene (tvornica »Pazinka«, motel »Lovac« i drugi objekti). Postoji i bojazan od »opasnog« zaokruživanja jamskoga prostora urbanom izgradnjom, »opasnoga« zbog toga što takva izgradnja sa sobom donosi i prateće pojave, od kojih najčešće proizvodnja urbanog otpada svih agregatnih stanja koja u većoj ili manjoj mjeri pronalaze svoje odlagalište u prostoru Pazinske jame ili dijela Pazinčice. To je osobito vidljivo za vrijeme visokih voda, kada ponor nije u stanju »progutati« sve nadošle vode, i to zbog toga što se usko grlo ponora zatvori krutim otpadnim tvarima. To se dogodilo 1964, 1974, 05. 12. 1992. i u listopadu 1993.

Tekuće otpadne tvari slijevaju se uzvodno u korito Pazinčice, pa ponor sve više liči na veliku septičku jamu.

Adekvatno takovu tretmanu, Pazinska jama i sav jamski prostor danas su obrasli agresivnim i rezistentnim biljnim pokrovom niže kategorije kakvoće, koji je na taj način uništio nekadašnje pejzažne sadržaje. Naime, zbog ekološkoga onečišćenja i plemenitija se vegetacija potiskuje, odumire i postupno nestaje sa svojih staništa na više lokaliteta ovoga područja.

Zrak je, osobito u prizemlju, zbog toga nečist, a isparavanjem onečišćene vode poprima i neugodan miris. To se osobito osjeća za vlažnih ili maglovitih dana, kao i pri promjeni vremenskih prilika.

Fauna jamskoga prostora uvelike je prorijedena, a nekadašnjih povrtnjaka s terasa ovoga prostora nestalo je, isto kao što su izostali i nekad učešćali posjeti pučanstva ovome dijelu grada. Devastacijske pojave još porazniju sliku poprimaju za kišnih i zimskih dana. Naprotiv, u razdoblju od svoga postanka do danas, u geomorfološkom smislu, izvorno stanje ovoga prostora nije se bitno izmijenilo. Uočljive su jedino one promjene u krajoliku koje su nastale isključivo pod utjecajem čovjeka.

Ako se izgled i stanje ovoga prostora s početka XX. stoljeća usporedi s današnjim, može se doći do značajnih podataka za valorizaciju recentnog krajolika i kakvoće prostora, a time i do potrebnih odgovora – rješenja.

Početak 1900. godine Buraj kao najstariji dio grada i utvrđeni Kaštel te više starih zgrada u jezgri grada uz Kaštel bili su tek narušeni. Industrijalizacija je bila u svom začetku pa otpadne tvari nisu prelazile opseg koji bi ugrozio okruženje. Još se, naprimjer, nije primjećivalo onečišćenje voda Pazinčice.

Umjetna gnojiva, pesticidi, herbicidi i druga danas aktualna sredstva koja onečišćuju neznatno su bila prisutna u pedosferi. Veća kontrola potrošnje drva i vrlo strogo propisano gospodarenje šumama rezultirali su odgovarajućim redom, odnosno skladom u prostoru. Poljoprivreda je najčešće bila izvorna, a pejzaž sivopastoralan duž cijele pazinske doline. Prostor Pazinske jame tada još nije bio obrastao korovnim formacijama kao danas. Voda u potoku Pazinčice bila je uglavnom bistra i pitka, a uzduž potoka napajali su se stoka i divljač, koje je bilo u izobilju. Tisuće divljih golubova gnizedilo se i nastanjivalo udubine u vertikalnoj stijeni. Voda Pazinčice obilovala je ribom (somovi, mreene, karasi, klenovi, šarani belaci, pa i jegulje) i rakovima, što je pučanstvo obilno koristilo za hranu. Jamski puževi, tada precijenjeni u Italiji, danas su znatno prorijedeni.

U samu Pazinsku jamu moglo se početkom stoljeća vrlo lako sići i vodotok pregaziti na nekoliko mjesta, jer su bili sagrađeni vrlo maštoviti prijelazi. Uzvodno je od jame bili su prirodni ili umjetni jazovi koji su korišćeni za kupanje djece i odraslih. U sredini jamskoga prostora, uz korito potoka, bila je uređena i pomno održavana ne velika livada, gdje se okupljalo pučanstvo za raznih proslava. Ulaz u grotlo ponora redovito se čistio pa je bio pristupačan za one odvažnije. Nasuprot ponoru, na stijeni ispod današnjeg motela »Lovac«, moglo se doći do male kaverne »Babinje jame ili kuće«, a tamo je danas otežan pristup. U ono su se vrijeme oni hrabriji nerijetko penjali po stijenama, skupljajući jaja pećinskih golubova, a jamski su prostor često prelijetale šljuke; uočene su i bijele čaplje te čaplja danguba.

Uzvodno od Pazinskoga ponora bilo je dvanaest što većih što manjih mlinova. Bila su tu i močila za obradu konoplje (stupe). Pazinčicu su premošćivala dva kamena mosta (kao i danas), koji imaju izvornu vrijednost.

Dva prirodna slapa uzvodno od Jame, visine 9 i 11 metara, s podslapljem i pripadajućim jezercima, u to su vrijeme bila osposobljena za kupaće i ribiče. Kod

mosta prema Zarečju, koji premošćuje Pazinčicu, bilo je izgrađeno gradsko kupalište »Lido« s kabinama i s ostalim pratećim objektima.

Neposredno iznad Pazinčice, u smjeru stolne crkve Sv. Nikole, na četiri kaskadno položene terase, spušta se pazinsko groblje »Moj mir«, koje svojim originalnim i posebnim izgledom čini rijetkost u izgradnji grobalja.

Ovim su područjem vodile ceste i putovi. U kartama i katastarskim osnovama glavni se kolni put koji od vrha Buraja vodi prema potoku, povezujući mlinove, i danas naziva rimskim putem. Kako je ovo područje obilovalo livadama, bagremom i lipama, što se do danas nije promijenilo, građani Pazina su duž potoka, sve do Jame, uzgajali pčele.

Čudesni fenomen začepjenja grotla ponora Pazinčice nakon naglih dotoka vode izazivao je oduvijek divljenje i strahopoštovanje. Jezero, koje nastaje takvim prilikama, seže i do tri kilometra uzvodno, a najveća mu dubina, iznad samoga ponora, doseže i do 50 metara. Fenomen se javlja i ljeti i zimi. Velike vode zabilježene su 1930, 1934, 1935, 1961, 1974 i 1993, a vrlo visoka voda nadošla je 1964. i 1993. godine. Voda koja se tako akumulira nema rušilačku snagu jer se postupno diže i postupno se povlači, što traje po nekoliko dana.

Iz ovoga segmentarnoga prikaza osobina svojstava, kakvoće i stanja jamskoga prostora i potoka, s više drugih zanimljivosti, vidljivo je da je život uz Jamu bio intenzivan i osebujan, prožet raznim sadržajima, što se ne smije zanemariti ni pri predlaganju revalorizacije Pazinske jame i okolice.

Usporedba opisanoga stanja jamskoga prostora u bližoj prošlosti s aktualnim stanjem koje je u svim segmentima bitno pogoršano nameće hitnu potrebu za obnovom navedenih izgubljenih vrednota Jame, toga jedinstvenog mikropejzaža središnje Istre. Ovolike osobitosti sublimirane na jednome mjestu, kao na primjeru Pazinske jame (mirna dolina, uski i duboki kanjon, prostrana jama s blagim ili vrlo strmim liticama, ponor s vrlo razgranatom mrežom podzemnih tokova, galerije i jezerca, bujna vegetacija, osobito bogata kulturna ostavština) spadaju u vrhunske vrijednosti prostora i prirode, pa bi morale naći svoje mjesto i na turističkome tržištu.

GRADSKE ZELENE POVRŠINE URBAN GREEN AREAS

Provedbeni urbanistički plan za uređenje zelenih površina grada Pazina ne postoji, a njime bi se moralo definirati temeljne prostorne odnose izgrađenih i zelenim medijem tretiranih površina.

U kontekstu promatranja ove specifične gradske prostorne jedinice i značenja zelenila potrebno je imati na umu da je zdrav život suvremenoga čovjeka moguće osigurati i održavati samo u zdravim, prirodnim i čovjeku otvorenim ambijentima u kojima neprirodni utjecaji nisu u većoj mjeri poremetili ravnotežu prirodnog ekosustava, tj. gdje još život skladno ekvilibrira s okolicom.

Posebnu ulogu u osiguranju takve ravnoteže ima biljni pokrov kao jedini posrednik između sunca i čovjeka. On je isključivi transformator Sunčeve energije na Zemlji. Ovom činjenicom određeni su i elementarni motivi za gospodarenje prostorom, a posebno se pak očituju u uređenju artificijelnih prostora, kao što su primjerice urbana središta.

Bogato povijesno-kulturno nasljeđe grada Pazina nema adekvatnog odjeka i u potencijalu uređenih zelenih površina. Najstarije gradske zelene površine relativno su novijega vremena. Rudimenti starijih parkova i park-trgova mogu se tek nazrijeti, ali s potpuno izmijenjenim stilskim obilježjima ili, bolje reći, bez obilježja.

Pejzažno-parkovni potencijal gradskoga zelenila karakteriziran je uglavnom drvorednim nizovima, park-trgovima i parkovima. Osim tih kategorija, u raščlambi vegetacijskoga pokrova, nalazimo još i ove kategorije: zelenilo stambenih susjedstava (blokovsko zelenilo), zeleni pojas uz prometnice, te predvrtovi, vrtovi, voćnjaci i povrtnjaci individualnih stambenih objekata.

Drvoredi, park-trgovi i parkovi – osnovne kategorije zelenila uže jezgre grada – po kvaliteti, sastavu, veličini te oblikovnim komponentama u znatnoj se mjeri međusobno razlikuju. Očigledan je nesrazmjer kakvoće prema ukupnom količinskom potencijalu. Premda se ulažu sporadični naponi u njegu i uredno održavanju manjih parkovnih površina, stanje zelenoga inventara grada Pazina je razmjerno loše. Posebno se to odnosi na drvoredne nizove koji su već vrlo kritičnoga zdrastvenoga stanja. Park-šuma uz Kolodvorski prilaz gotovo je izgubila sva obilježja parka, ali ipak ima dosta parkovnog drveća (među kojima ističemo crni bor, duglaziju, velebnu jelu, lipu, katalpu i druge vrste) koje je ujedno i dobra osnova za rekultivaciju parka.

Geometrijski oblik park-trga u gradskom središtu ilustrira tek rudiment ranijih stilskih obilježja. Značenje ovoga objekta s postojećim alejnim hodnicima divljeg kestena, lipe, katalpe i drugih vrsta podiglo bi se na višu razinu nakon zahvata na rekonstrukciji i uređenju.

Gradski su drvoredi najuvjerljivija kategorija postojećeg zelenog inventara grada. Zastupljenost vrsta u njihovu oblikovanju, s poglavitim udjelom platana, lipa, javora, ladonje, divljeg kestena, katalpe i drugih vrsta, često odražava kriterije neujednačenoga kontinuiteta primjene određene biljne vrste. Najzastupljenije vrste u njima su platana i divlji kesten, a potom slijede lipa, ladonja i razne vrste javora. Tek u novije vrijeme primjetnija je zastupljenost vrsta izrazitijeg alejnog karaktera, ekološki prikladnijih i rezistentnijih na efekte onečišćenja, kao što su, primjerice, lipe (*Tilia platyphyllos* Sc.) i javor mliječ (*Acer platanoides* L.).

Veliki gradski park primjerne veličine i dominantnog položaja, smješten uz vrlo frekventnu automobilsku prometnicu s jedne, i oslonjen na gradsko šetalište s druge strane, dominantna je zelena površina u gradu. Veliku raskoš flornih elemenata različite dobi i uzrasta, nažalost, ne prati i njihova vitalnost. Dominantna etaža je, što zbog starosti što zbog štetnog djelovanja onečišćenoga zraka, u vrlo kritičnom zdrastvenom stanju i predstavlja opasnost za pučanstvo koje nerijetko u ovome parku boravi. Grmolike vrste su mlađe dobi, a samim time i vitalnije, pa na njima ne bi trebalo intervenirati u smislu rekonstrukcije.

Ostale zelene površine u gradu disperzirane su u vrlo pravilnom rasporedu u urbano tkivo, i mogli bismo reći da su gotovo savršen primjer kako zelenilo mora biti inkorporirano u pore jednoga grada, osobito stoga što niz elemenata negativno utječe na kakvoću življenja u Pazinu. Grad je smješten u kotlini, dnevne temperature razlike znaju biti i 31 °C, okolni reljef ne dopušta jača zračna strujanja, osim u ekstremnim slučajevima; krajnje nepovoljan raspored industrijskih onečišćivača koji gotovo u obliku prstena okružuju grad (tvornice »Arena«, »Istraplastika«, »Kamen«, »PIN«, »Pazinka«, te Vinarski podrum, Klaonica i Asfaltna baza). Tomu treba dodati i vrlo jak tranzitni promet s njegovim štetnim utjecajima na okoliš

(buka, prašina, ispušni plinovi, vibracije). Analizirajući takvo postojeće stanje, dolazimo do spoznaje da je opisani raster zelenila u Pazinu nastao kao nasušna potreba, sve u cilju da se, koliko je to moguće, kakvoća življenja učini snošljivom.

Zeleni inventar zasaden u tim »oazama« relativno je zdrav pa dobro ostvaruje i funkciju ublaživača posljedica neželjenih utjecaja navedenih uzročnika narušene kakvoće života. Uloga toga i tako raspoređenog zelenila morala bi i biti da potpuno ukloni ili svede u dopuštene okvire utjecaje štetne za zdravlje čovjeka.

Novoosnovane zelene površine oko javnih novoizgrađenih objekata i stambenih zgrada u blokovima ili građenih u nizovima dragocjen su zeleni inventar, koji planskom gradnjom i stručnim odabirom vrsta (veliki apsorbeni negativnih polutaka i istodobno vrlo rezistentni na njih) te primjerenim veličinama udovoljavaju strogim kriterijima svjetskih ljestvica (m^2 zelene površine na 1 stanovnika). Odnos zelenih površina prema broju stanovnika u Pazinu uvelike se odmakao od kritične brojke od 5-7 m^2 (po Davidu) za gradove s nepovoljnim klimatskim uvjetima i za one s ograničenom mogućnošću rekonstrukcije, a primakao se broji od 40, 47 m^2 po stanovniku (okvirni normativ koji je postavila National Recreation Association USA), od čega 1/4 površine mora biti za aktivnu rekreaciju, a ostale 3/4 čine vrtovi, voćnjaci i okućnice uređene za odmor i rekreaciju.

Pri odabiru vrsta za uređenje novih zelenih površina vodilo se računa o tome da to budu autohtone ili pak alohtone vrste koje su i u današnjoj primjeni pokazale visok stupanj aklimatizacije. Ozelenjavanjem novih prostora dobivene su vrlo vrijedne zelene površine, florno bogatijeg sadržaja i vrlo funkcionalne namjene.

Takav pristup ozelenjavanju novih površina bio je moguć zato što su korištena iskustva stručnjaka koji su u prijašnjim vremenim radili ovaj plemeniti posao. Naime, Pazin, iako izrazito submediteransko naselje sa stanovitim naznakama inverzije (smješten u kotlini), u flornom sastavu svojih parkova ima vegetacijskih elemenata izrazito eumediteranskog porijekla. Tako u srcu samoga grada nalazimo piniju (*Pinus pinea* L.), obični čempres (*Cupressus sempervivens* L.), grčku jelu (*Abies cephalonica* Lond.), andaluzijsku jelu (*Abies pinsapo* Boiss.), hrast crniku (*Quercus ilex* L.), pomi kaki (*Diospyros kaki* L.), svilenastu albiciju (*Albizia julibrissin*. Durazz.), oleandar (*Nerium oleander* L.) i ostale vrste koje su se vrlo dobro aklimatizirale na svome novome staništu.

Uređene zelene površine grada Pazina i vrtovi pojedinih stambenih objekata obiluju velikim brojem dendroloških vrsta vrlo visoke vrijednosti i čine pravu dendrološku riznicu. Ovdje nalazimo preko 150 raznih vrsta drveća i grmlja od onih što potječu iz tropskih i subtropskih područja, preko relikta (ginkgo, ciklas, Pančičeva omorika), do onih s granica šumske vegetacije (libanonski cedar, alpski ariš, planinski bor i sl.).

Cvjetne grupe i cvjetna korita svojim floralnim efektom kroz veći dio grada izvanredna su dopuna širokoj lepezi dendroloških vrsta. U gradu ih nalazimo na dominantnim pozicijama, vrlo dobro prostorno raspoređene, od ulaza u grad do izlaza iz grada, preko užeg središta, do pojedinih lokacija ispred ustanova i povijesnih objekata.

Pod sezonskim cvijećem nalazi se oko 350 četvornih metara površine.

U lepezi vegetacijskih elemenata koji služe pri uređenju zelenih prostora Pazinu nedostaju trajnice, koje svojim habitusom, bojom i različitim vremenom cvatnje i fruktificiranja dopunjuju vizualni ugođaj svake zelene površine.

PRIGRADSKO ZELENILO - AUTOHTONE I NOVOPO- DIGNUTE ŠUME THE GREEN AREAS OF THE CITY'S OUTSKIRTS-AU- TOCHTHONOUS AND NEW FORESTS

Šumski je pokrov kao osnovni čimbenik izvorne prirodne sredine stabilizator ekosustava. Zbog takve se njegove uloge stupanj ugroženosti izvornoga prirodnog ambijenta mjeri stupnjem degradacije šumskog pokrova kao trajnozelenoga prirodnog inventara. Kako se šume u općini Pazin prostiru na površini približno 15000 hektara, što je 28% ukupne njezine površine, to se one ističu kao vrlo stabilan čimbenik biološke otpornosti područja. Odnos je šuma prema ukupnoj površini u Republici Hrvatskoj izražen vrijednošću od 35%, ali to ne znači da šume u Republici imaju povoljniji status od šuma u općini Pazin. Da su čimbenici opterećenosti prirodnih ekosustava u Republici dosta izraženiji nego na području općine i da je u Republici znatnije napadnut potencijal pejzaža nego u općini Pazin, svjedoči podatak o odnosu površine šuma i broju stanovnika. Dok tako na stanovnika u Hrvatskoj otpada 0,45 hektara šume, dotle stanovnik u općini Pazin raspolaže s 0,78 hektara šume. Upravo taj odnos šume prema broju stanovnika mjerilo je stupnja očuvanosti šumskog pokrova, koji čini osnovno uporište bioekološke ravnoteže.

Analizirajući vrijednost šumskog pokrova, potrebno je istaknuti da na ovome području dominira isključivo autohtona šumska vegetacija, što se u ekološkom pogledu izražava bonifikacijom općih povoljnih svojstava koje šumska zajednica pokazuje u otpornosti prema mogućim negativnim vanjskim utjecajima. U tom smislu i promatramo šumu, manje s aspekta neposrednih koristi (drvo), a više s aspekta golemoga potencijala »sporednih koristi«, kojima se taj potencijal izražava. Brojčano izraženo taj je odnos 1:9 u korist sporednih koristi šume.

Gotovo sve šume na ovome prostoru spadaju u panjače (95%), a za njihovu obnovu potrebno je razdoblje 15-25 godina. Sastojine su relativno vitalne, izuzmemo li već kronične bolesti brijesta i pitomog kestena, te štete od borova četnjaka i potkornjaka, koje srećemo u borovim kulturama, koje su zastupljene s 800 hektara u ukupnom šumskom fondu općine Pazin.

Monokulture, »pronalazak« dvadesetoga stoljeća koji je protiv bioškim načelima, čini nemogućim održavanje plodnosti tla.

Pejzaž Pazinštine predstavljen je razigranom terenskom plastikom brdsko-brežuljkastom vizurom, a prošaran je šumskim površinama koje alterniraju s poljoprivrednim i onim pašnjačkim.

Nakon donošenja Zakona o zabrani držanja koza u slobodnoj ispaši šumskom je vegetacijom »osvojen« veliki broj pašnjačkih površina. To je nedvojbeno kvalitetan pomak jer je u središnjoj Istri, zbog devastacije (zoogeni i antropogeni čimbenik), osobito na flišnoj podlozi prijetila opasnost od ogoljenja tla.

Nepovoljan aspekt u gospodarenju ovim šumama vrlo visoke osjetljivosti čini omjer između površine šuma koje su u privatnom vlasništvu (11500 hektara) i onih koje su u državnim rukama (3500 hektara). Gospodarenje privatnim šumama je otežano i pomalo stihijsko i vrlo ga je teško staviti pod stručni nadzor šumara, to više što je areal šuma disjungtivan. Primjerice, prosječna veličina od ukupno 3437 katastarskih čestica je 1,01 hektar, a one su interpolirane u 11500 hektara nedržavnih šuma, koje nisu bitno različite glede gornjih pokazatelja.

Sječa je u posljednje vrijeme, zbog gospodarskih nedaća vlasnika, intenzivirana, a to će dovesti do ogoljivanja zemljišta i drugih ozbiljnih teškoća. Veći je problem i nedovoljna otvorenost šuma, što je uvjetovano konfiguracijom zemljišta u srednjoj Istri i nepristupačnošću pojedinim predjelima pod šumama.

Panjače u kojima se ne provodi redovita ophodnja stagniraju, navršivši starost i više od 50 godina. Tako dolazi do zagušenja sastojina, a izbojna snaga panjeva slabi, pa oni više nisu u stanju obavljati funkciju regeneracije. Zbog iscrpljenosti tla zbog slabe proizvodnje listinca, a slijedom toga i zbog nedostatka humusa kao vezne strukture pojavljuje se ogoljevanje tla. Te nuspojave, zatim, produciraju sve teže uvjete za prijelaz u viši stupanj gospodarenja šumama, odnosno za prijelaz u srednje šume i šume visokoga uzgojnog oblika.

Šumski požari, mahom uzrokovani antropogenim čimbenikom, uzrokuju daljnji debalans biološke ravnoteže s teško sagledivim posljedicama. Na ovim prostorima oni su, nažalost, surova stvarnost s kojom se šumarski stručnjaci moraju spremno nositi.

Ostatke nekada dobro razvijenih hrastovih i kestenovih šuma u Istri, pa i u bližoj okolici Pazina, nalazimo još i danas. To su u prvom redu dobro očuvana stabla hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) nedaleko od željezničke stanice u Pazinu i kod sela Dorčići. Lokalitet Lovrina kod Staroga Pazina, kojega je površina oko 20 hektara, obilno je pak obrašten stablima pitomog kestena (*Castanea vesca* L. i *Castanea sativa* Mill.). Radi se o velikim skupinama pitomog kestena svih dobi te o skupinama nešto kvalitetnijega bagrema (*Robina pseudoacacia* L.), hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) i hrasta cera (*Quercus cerris* L.). Kestenove šume prostiru se i na obroncima Lindarskoga brijega u smjer uprema Pazinčići. Na tome lokalitetu ta se vrijedna i korisna vrsta pomlađuje prirodno (sjemenom).

U neposrednoj blizini Pazina, ili bolje rečeno na okolnim brdskim i gradu okrenutim padinama, u pejzažu nalazimo čitave facijese kultura crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) različite dobi i uzrasta. Radi se o sadnicama zasađivanim u doba kampanje za podizanje šumskih kultura u funkciji biološke sanacije terena, posebice onih s ispranim tlima na flišnoj podlozi. Te su kulture, ako ih promotrimo sa stajališta prevencije u narušavanju ekosustava, donekle izvršile svoju pionirsku ulogu, jer su proizvele onaj plodni humusni sloj koji omogućava naseljavanje okolnih autohtonih vegetacijskih elemenata kao podstojne etaže. Stručnim uzgojnim zahvatima te se kulture, u jednom primjerenom roku, moraju provesti u mješovite sastojine, a u konačnici u šume visokoga uzgojnog oblika autohtonoga flornog sastava (sjemenjače), u kojemu će dominirati hrast medunac, hrast cer, klen, maklen, obični grab, bijeli grab i druge stablašice karakteristične za šumu bijeloga graba (*Carpinetum orientalis croaticum* H-ić).

U neposrednoj blizini Pazina nalazimo tri podtipa ove klimatskozonski uvjetovane zajednice. Tako na smeđem submediteranskom tlu, a i na crvenici nalazimo tipičnu šumu bijeloga graba (*Carpinetum orientalis croat.* H-ić, *typicum*). Bijeli grab (*Carpinetum orientalis* Lmk.) i smrdljika (*Pistacia terebinthus* L.), uz ostale vrste, karakteriziraju tu zajednicu.

Subasocijaciju šume bijeloga graba sa zelenikom (*Carpinetum orientalis phillyretosum* prov. Pelc.) nalazimo na rendziniranim crvenicama. Ovaj podtip uz elemente šuma bjelograbića karakteriziraju bjelograbić (*Carpinus orientalis* Mill.), zelenika (*Phillyrea latifolia* L.) i tršlja (*Pistacia lentiscus* L.).

Na nešto kiselijim tlima nalazimo subasocijaciju šume bijeloga graba s cerom (*Carpinetum orientalis cerretosum* prov. Pelc.). Osim biljnih vrsta tipičnih za asocijaciju bijeloga graba ovdje nalazimo hrast cer (*Quercus cerris* L.), a u prizemnom sloju – biljke karakteristične za vrištine.

Klimatskozonsku zajednicu šuma crnoga graba (*Seslerio-Ostryetum* Ht et H-ić) nalazimo na nešto hladnijim staništima mediteranskoga vegetacijskoga područja sjeverno od Pazina, u šumskom predjelu Brestovice.

Mozaik više zajednica na eocenskom flišu nalazimo na granici hladnijeg i toplijeg pojasa submediteranske vegetacije. Čine ga *Quercu-Carpinetum submediterraneum* Wrab. i *Quercu-Castaneetum submediterraneum* Aić.

Mnoštvo navedenih zajednica na relativno malome prostoru samo po sebi govori o tome koliko su kompleksni klimatski, pedološki geološki i drugi čimbenici koji uvjetuju razvoj jedne šumske zajednice.

Takvo raskošno bogatstvo vegetacije pruža sve preduvjete za kvalitetno valoriziranje prirodnih resursa.

»Posebno su indikativni podaci o koncentracijama sumpora u iglicama 40–60 godina starih kultura crnoga bora. Utvrđeno je da kulture crnoga bora koje se nalaze na udaljenosti od 10 km od SO₂ izvora imaju značajno više koncentracije sumpora u iglicama od kulture u središnjoj Istri i nekih drugih područja (Tab. 2.). Normalno da pri tome veliko značenje imaju reljefni i pedološki uvjeti te smjer i jačina vjetrova. Konverzija SO₂ u druge spojeve vjerojatno također utječe na te vrijednosti.

Prošle smo godine uzeli i analizirali iglice crnog bora obuhvativši pri tome čitavu Istru.

Tablica 2.

Koncentracija sumpora u jednogodišnjim iglicama crnog bora		
Kultura	Udaljenost od SO ₂ izvora SO ₂ – km	%S
Ripenda	3	0,127
Vozilići	3	0,137
Kršan	5	0,108
M. Golji	10	0,151
Šušnjeвица	13	0,099
Kras	22	0,061
Trviž	27	0,082
Rakovica	120	0,070

LSD 5 % = 0,0204
LSD 1 % = 0,0276

Svi rezultati nisu još do sada obrađeni. Međutim, podaci o koncentracijama sumpora u iglicama te podaci o emisijama SO₂ (Sl. 2. i 3.) imaju sličnu sliku.

Rezultati prošlogodišnje ankete o oštećenosti naših šuma također jasno pokazuju da je crni bor u istočnoj više oštećen nego u zapadnoj Istri (Tab. 3.).

Tablica 3.

Područje	Oštećenost crnog bora u Istri				
	Stupanj oštećenosti				
	0	1	2	3	4
Istočna Istra	32	53	14	1	–
Zapadna Istra	69	25	5	1	–

Daljnje opterećenje Istre i riječke regije dodatnim SO₂ emisijama imalo bi negativne posljedice za šumsku vegetaciju. To posebno vrijedi za TE »Plomin 2« koja je u gradnji.

Ukoliko ne bi bili izgrađeni uređaji za odsumporavanje to bi sigurno jako ugrozilo vegetaciju, zdravlje ljudi i turizam ne samo na ovom području, već i znatno šire« (K o m l e n o v i ć 1989).

Opći elementi medunčevih šuma u pazinskim šumama (*Quercus-Carpinetum orientalis croaticum* H-ić)

I. SLOJ DRVEĆA

<i>Quercus pubescens</i> Willd.	– hrast medunac
<i>Quercus cerris</i> L.	– hrast cer
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	– bjelograbić
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	– crni grab
<i>Fraxinus ornus</i> L.	– crni jasen
<i>Acer campestre</i> L.	– klen
<i>Acer monspelanum</i> L.	– maklen
<i>Sorbus torminalis</i> Cr.	– brekinja
<i>Sorbus domestica</i> L.	– oskoruša
<i>Ulmus carpinifolia</i> L.	– poljski brijest
<i>Castanea vesca</i> L.	– pitomi kesten

II. SLOJ GRMLJA

<i>Juniperus communis</i> L.	– borovica (šmrikva)
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	– šmrikva
<i>Cornus mas</i> L.	– dren

<i>Cornus sanguinea</i> L.	- sviib
<i>Crathaegus monogyna</i> Jacq.	- glog
<i>Prunus machaleb</i> L.	- rašeljka
<i>Prunus spinosa</i> L.	- crni trn
<i>Corylus avellana</i> L.	- ljeska
<i>Rhamnus rupestris</i> Sop.	- kriška
<i>Coronilla emerus</i> L.	- šibika
<i>Paliurus aculeatus</i> L.	- diraka (drača)
<i>Rhus catinus</i> L.	- ruj
<i>Colutea arborescens</i> L.	- pucalica
<i>Evonymus verucosa</i> Scop.	- bradavičasta kurika
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	- pasdrijen
<i>Loranthus europaeus</i> L.	- žuta imela
<i>Lonicera implexa</i> L.	- božje drvce
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	- kozokrvina
<i>Sambucus nigra</i> L.	- bazga
<i>Rosa canina</i> L.	- pasji trn, šipak

III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA

<i>Crysopegon grillus</i> L.	- kršin
<i>Sesleria autumnalis</i> Scgrad.	- šašika
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	- dubačac
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	- šparožina
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	- veprina
<i>Tammus comunis</i> L.	- bljušč
<i>Rubus idaeus</i> L.	- kupina
<i>Helleborus niger</i> L.	- kukurijek
<i>Ciklamen europaeum</i> L.	- ciklama
<i>Primula officinalis</i> Huds.	- jaglac
<i>Thymus serpillum</i> L.	- majčina dušica

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM THE RESEARCH RESULTS WITH DISCUSSION

Pazinska jama – smjernice

U postavkama koje izlaze iz zadane mi teme, osim prikaza područja zahvata, prikaza općih podataka o Pazinskoj jami, opisa i analize postojećeg stanja te osim opisa kakvoće krajolika i vrednovanja užeg prostora, potrebno je odrediti osnovne smjernice koje bi nas uputile ka cilju, a one se svode na otvaranje prostora Pazinske jame i introdukciju kvalitetnih sadržaja, što bi rezultiralo revalorizacijom njezinih vrijednosti i njezinom konačnom primjerenom zaštitom.

Da bi se došlo do toga cilja, potrebno je:

- valorizirati uže i šire područje Pazinske jame,
- revitalizirati izvorno stanje,



- osigurati preduvjete za najsvrsishodniju higijensko – sanitarnu zaštitu nadzemnih i podzemnih voda, za zaštitu prostora uz korito potoka i kanjona jame, te za zaštitu stijena, špilja, vegetacije životinjskog svijeta i nasljeđenih objekata kulture.
- melioracijskim zahvatima i biološkom sanacijom eroziji podložnih terena zaštititi perimetar Pazinčice od erozije i, uopće, od devastirajućih procesa,
- analizirati potencijalne mogućnosti prostorne distribucije turističkih i sportsko – rekreacijskih sadržaja i aktivnosti,
- revitalizirati zaštićene spomenike kulture, spomeničke komplekse i spomenike prirode,
- optimalno prometno i infrastrukturno povezati Pazinsku jamu i dio Pazinčice s njihovim zaleđem,
- ocijeniti prostor kao akceptor svih sadržaja koji će, u skladu s dugoročnom projekcijom, biti oseseni u ovaj prostor s usmjerenjem na turizam ili na neki drugi razvojni cilj mimo turističkih zahtjeva.

Ocjena stanja i utjecaj

Vegetacija Jame je gusta i relativno zdrava, premda je, zbog neredovitog provođenja sanitarno-uzgojnih zahvata, vrlo bujna, zbog čega dolazi do zagušenja. Onečišćenost zraka i tla već ostavlja sve vidljivije degradacijske tragove, što se očituje na vrhovima krošanja uz korito Pazinčice. Stručnim šumskouzgojnim zahvatom, proredama, sječom sušaca i potištenih stabala te sječom nepoželjnih vrsta područje Pazinske jame promijenilo bi izgled i kakvoću, a stvorila bi se osnova za njezinu svrsishodnu namjenu. Sadašnje stanje bilja čini Jamu nepristupačnom i neatraktivnom. Primarni zahvat u njoj bi bio sječa bilja, dok bi se pojedine zone ostavile netaknute za razne namjene (rekreacijske, melioracijske ili estetske). Takvim zahvatom naglasila bi se geomorfološka vrijednost i osobitost Pazinske jame. U tako dobiven ambijent (poslije sječe) moglo bi se introducirati otpornije, dekorativnije i primjerenije biljne vrste.

Stvaranje arboretuma, na prostoru ne tako udaljenoga bivšeg rasadnika, dalo bi se turističkim zahtjevima u srednjoj Istri tako potrebna svježina.

Nakon osposobljavanja dijela pećinsko-jamskoga prostora za pristup onim najodvažnijima, u vodu bi se mogla unijeti, inače, vrlo rijetka čovječja ribica (*Proteus anguinos Laurente*). Za njezin život i opstanak potrebna je čista protočna voda, a zna se da je njezino prirodno obitavalište podzemlje istarskoga krša. Hrani se životinjicama i račićima, a razmnožava se tako da pri temperaturi vode od 16° C nese jajašca, dok pri temperaturi vode nižoj od 16° C leže žive mlade.

Zona sporta i rekreacije

One zone uz Pazinčicu u kojima su u navedenoj prošlosti stajali mlinovi i stupe za obradu konoplje potrebno je vratiti izvornoj ulozi te na postojećim ruševinama obnovom sagraditi sadržaje pogodne za izletničko-ugostiteljski program. Pri tome treba strogo voditi računa da se ne naruši izvorni rustikalni sklad oblika i ponude (arhitektura, folklor, gastronomija, suveniri i seoska rekreacija).

U segmentu sportsko-rekreacijskih aktivnosti u zoni Pazinske jame i nešto šire u idejnoj se koncepciji predviđaju:

- letački skokovi »zmajem« s uređenih uzletišta na okomitim stijenama Jame te gađanje glinenih golubova (uređenje streljana ispod motela »Lovac«),
- alpinizam, odnosno penjanje uz okomite stijene s opremom i bez nje (danas u svijetu vrlo atraktivna disciplina),
- speleološko-ronilački sadržaji za one odvažnije.
- treniranje, hodanje, trčanje, lov, ribolov i sl.

Pješačke staze i vidikovci

Do raskoši Pazinske jame posjetitelj može doći jedino dobro trasiranim i izgrađenim pješačkim stazama. Staze bi morale voditi jamskim terenom od jednoga do drugoga zanimljivoga mjesta ili sadržaja, odnosno od jedne do druge slikovite vizure. Te se komunikacije moraju izgraditi od prirodnih materijala, u svemu skladno s ambijentom u kojem se obavlja zahvat, a sadržavat bi morale razne oblike kaskade i stuba te, po potrebi, zasjeke, usjeke, konzolne nosače i dr. Jamu, dakle, treba prožeti diskretnom mrežom prohodnica što prirodnijih formi.

Obodom jame predviđa se izvesti nešto komformnija turistička staza koja bi povezivala vidikovce najljepših vizura i usputne sportsko-rekreacijske punktove.

Najviši dio Jame predviđa se premostiti mostom koji bi imao isključivo pješačku funkciju, a u svomu bi trupu nosio kanalizacijske cijevi za odvod gradskih otpadnih voda u biološki prečišćivač. Taj bi most prolazniku omogućavao pogled u sve skrivene geomorfološke kvalitete Pazinske jame.

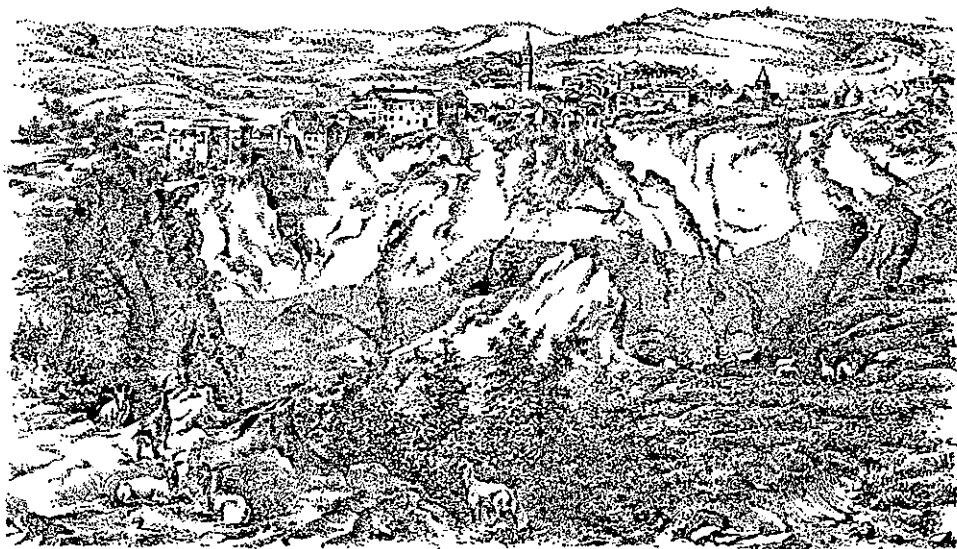
Vidikovce pak treba opremiti raznovrsnim sadržajima, kao što su dalekozori, meteorološki pokazatelji, geografske oznake, klupe, kiosci s autohtonim suvenirima, košarice za otpatke te panoji sa shemama Jame na nekoliko jezika. Tako organizirana kružna staza omogućila bi lakšu organizaciju grupnog sprovođenja turista kroz zanimljivosti Jame, davanje iscrpnog tumačenja i upućivanja na posjete značajnih područja u zaleđu Pazina.

Uz staze treba predvidjeti više estetski oblikovanih i u ambijent ukomponiranih klupa sjenica, sanitarnih čvorova, košarice za otpatke, vodenih uređaja i sl.

Ne smije se zanemariti ni parkovna rasvjeta uz šetne staze, a samu okomitu stijenu i zidine Kaštela treba obasjati jakim reflektorskim snopovima svjetlosti, što bi pružalo nezaboravan doživljaj ambijenta.

Speleološki sadržaji

Speleološki sadržaji usko su vezani za krško podzemlje, odnosno za lokaciju na kojoj Pazinčica uvire u podzemlje. Zanimanje speleologa treba pobuditi atraktivnim i osmišljenim sadržajima. U tom smislu, osim već nekoliko otkrivenih galerija, sifona i jezera u Jami, za speleologa je izazov daljnje istraživanje, a posebno je intrigantna knjiga Julesa Vernea »Mathias Sandorf«.



Ronilac Mitar Marinović iz Pule 1975. godine uspio je proći tzv. Malo i Veliko jezero, pa je otkrio još jedno jezero koje sada nosi ime Mitrovo jezero. To je jezero veličine $56\text{m} \times 18\text{m}$, a dubina mu je preko 30 m. Po izgledu odgovara opisu jezera romanopisca Julesa Vernea.

Ako se rasvjeta postavi od ulaza ponora u unutrašnjost Jame, uz prethodne podatke o geomorfološkim, hidrološkim, povijesnim i literalnim osobitostima i ljepotama, posjet ponoru bio bi za svakoga nezaboravan doživljaj.

Kako do danas u Istri ni jedna špilja nije obrađena ni valorizirana, Pazinski ponor bio bi prvijenac speleološkog turizma u Istri.

Planinarsko-alpinistički objekti

Na pojedinim dijelovima Pazinske jame, gdje se nalaze izrazite litice ili goli krš različitih strmina i oblika, potrebno je trasirati planinarsku stazu s potrebnom markacijom (oznakama) za kretanje, a uz okomite litice, za ljubitelje ove discipline, treba odrediti nekoliko smjerova alpinističkog uspona. Jama je u tom pogledu idealna, amfiteatralnog je oblika i u njoj je moguće organizirati i vrhunska takmičenja, a sa svih se strana može promatrati penjanje.

U stijenama Pazinske jame potrebno je osposobiti nekoliko kaverni za posjete penjača, a osobito značenje treba dati onoj, već istraženoj (Babina kuća, velika i mala), koja se nalazi podno motela »Lovac«, jer se iz nje pruža lijep pogled na Jamu. Na najvišoj stijeni (102 m) ispod Buraja nalazi se špilja Golubinka koja je prohodna i 200 metara u dubinu. Špilja je jatište špiljskoga goluba. Podno samoga Kaštela nalazi se nekoliko većih otvora, koji su služili kao tajni prolaz iz Kaštela (J. Verne »Mathias Sandorf«).

Zona rekreacije u prirodi

Spontana rekreacija u prirodnom ambijentu Pazinske jame ostvarivala bi se već samim posjetom Jami, a intenzivnije zone za rekreaciju bit će na padinama jugozapadnog dijela Jame, gdje teren ima blaži nagib, pa je takva aktivnost na njemu moguća.

Stručnim uklanjanjem pretjerano bujne vegetacije (upotrijebilo bi se za gradnju klupa, mostića, rukohvata i sl.) padine bi se pretvorile u prohodnu prirodnu šumu, uz podsadnju nekih drugih biljnih vrsta.

Teren je na ovome dijelu sklon eroziji (flišna podloga), pa je bilo kakav zahvat vrlo riskantan. Zbog toga se mora urediti u obliku terasa, gradona i sl. Takvim zahvatom dobila bi se konfiguracija terena pogodna za sve vrste rekreacije u objektu Pazinske jame.

Uvažavajući strogo pejzažno-hortikulturnu disciplinu, u obradi ove lokacije predviđa se i unošenje odgovarajućih vrtnih (parkovnih) sadržaja, kao što su košarice za otpatke, rustikalne garniture za sjedenje, sanitarni elementi i sl.

Prostranije površine za rekreaciju, izvan objekta Pazinske jame, planiraju se urediti uzvodno uz potok, prema selu Dušani.

Pristupni putevi i parkirališta

Za sve oblike boravka turista u Pazinu te za iskorišćivanje Pazinske jame u turističke svrhe mora se predvidjeti pristup motornim vozilima i prostor za parkiranje.

Zona parkiranja predviđena je uz motel »Lovac« i na već postojećim gradskim parkiralištima. Nove pristupe treba otvoriti iz smjera grada prema mlinovima i ugostiteljskim objektima uz Paziniču.

Etnografske zone

Pri valorizaciji Pazinske jame posebnu pažnju treba posvetiti najvrednijim i zaštićenim spomenicima kulture. Isticanjem takvih vrijednosti u užem lokalitetu Pazinske jame posjetitelju će se jasno dati do znanja da je Pazinska jama odigrala odlučujuću ulogu pri osnivanju grada prije više od 1000 godina. O tome govori niz podataka očuvanih do danas. Jedan od takvih je postojeći stari borealni put, koji je vodio od vrha Buraja, uz Kaštel, po samom rubu Jame, dolje uz potok, povezujući nekadašnje mlinove i ostale objekte uz potok, nastavljajući se prema sjeveru. Danas se ovaj put još uvijek naziva rimskim putem. Sam Kaštel, tijekom povijesti vlasništvo različitih moćnika i feudalaca, podignut je na strateškoj poziciji – s jedne strane prometnice (karavanski put) a s druge – Jama. To je Kaštelu omogućavalo lakšu obranu i pružalo sigurnost.

Sakralni objekti grada Pazina i uže okolice s vremenom su usko vezani na inicijalnu lokaciju stare jezgre grada, primjerice Biskupsko sjemenište, Fratarska crkva, crkva Sv. Nikole i Crkva na škrljinah sa svojim čuvenim freskama.

Hidromelioracijski zahvati

Pretpostavljajući da će pri klasifikaciji voda i njihove upotrebljivosti u najskorije vrijeme biti potpuno riješeno pitanje onečišćenosti voda i korita Pazinčice, čime će se u potok vratiti život a vodotok ojačati, treba pristupiti i nekim hidromelioracijskim zahvatima. Jedna od prvih i osnovnih radnji je čišćenje korita Pazinčice od nepotrebnog industrijskog mulja i ostalih nečistoća. Zatim, obadva slapa na potoku (Krov I i Krov II) treba učvrstiti obalnim utvrdama, i osposobiti ih za kupanje i ribolov, kad je za to sezona.

Oba mosta preko Pazinčice, onaj za Rijavac i onaj za Zarečje, treba učvrstiti i naglasiti njihovu izvornu arhitekturu. Zbog odgovarajućeg pada kote nivelete dna potoka dno se na više mjesta može pregraditi retencijskim branama ili pregradama, čime bi se dobili umjetni slapovi, a i voda bi se, na taj način, prozračivala. Jezerca iza takvih umjetnih brana služila bi za uzgoj ribe.

Obale i pokos uz potok trebalo bi osigurati kontinuiranim terasama i gradonima koji bi bili zasađeni crnim borom ili pak topolama. Sva ušća desnih i lijevih curaka koji se ulijevaju u Pazinčicu treba učvrstiti zaključnim rubom.

Uz mlinove, koji će biti privedeni ugostiteljskoj namjeni, treba, visećim mostovima ili pak mostićima izgrađenim od greda i oblica, osigurati prijelaze preko korita.

Sadržaji posebne namjene

Iz sredine jamskoga prostora izdiže se velik kameni zub, obrastao bujnom vegetacijom. Do vrha toga zuba visoke vode nikada ne dolaze pa se razmišlja da se on iskoristi za različite potrebe opće namjene kao što su rasvjeta, spremište rekreativskih rekvizita, razglasna stanica, prostor za instaliranje reflektora, jarboli za zastave, servis i sanitarije ili sl.

Zelene površine (smjernice)

Dehumanizacija ljudskog okoliša u Pazinu je danas, nažalost, stvarnost. Problem zaštite čovjekove okoline u urbanoj sredini i ugroženosti čovjeka vrlo je složen i obuhvaća cijeli niz kategorija i područja djelovanja. U toj složenosti sustava koji nas okružuje i prožima cijeli naš život fenomen prirode prestaje biti samo estetsko-romantičarskom kategorijom, priroda sve više postaje *conditio sine qua non* čovjekova opstanka, pa se problem onečišćenosti i dehumanizacije ne može ostavljati negdje na rubu našega interesa.

Poznatu sintagmu koja govori da nije teškoća u tome kako grad proširiti na okolnu prirodu, nego u tome kako prirodu sustavno dovesti u grad – treba početi rješavati na način da se zelenilo utka u sve pore urbanog tkiva. Današnje stanje pokazuje priličnu koliziju između deklarativnoga prihvaćanja novih vrijednosti koje zelenilo daje gradskom prostoru i stvarnih nastojanja da se ta opredjeljenja i te ideje oživotvore.

Plan uređenja i rekonstrukcije zelenih površina Pazina nužno se mora oslanjati na postojeći potencijal zelenog inventara. Naravno da će postojati stanovita diferen-

ciranost u tretmanu pojedinih kategorija zelenih površina. Diferenciraju se tako parkovno-pejzažne intervencije u fond postojećih parkovnih površina od primjene novih parkovnih i vrtnotehničkih zahvata koje izlaze iz definiranih prostornih komponenata uređenja.

Intervencije u potencijal postojećih zelenih površina odnose se uglavnom na saniranje, obnovu i oplemenjivanje više ili manje degradiranih zelenih površina.

Drvodredni nizovi

Posebno značenje u sveobuhvatnom dojmu o uređenosti urbanih središta zelenilom imaju drvodredi. Uloga koju oni obavljaju u funkciji povoljnih utjecaja zelenila na okolicu često se poklapa s ulogom koju zelenilo ima na području središta grada. Drvodredi su jedinstvena kategorija zelenila koja uz minimum površine tla osigurava maksimum zelenog medija. Tako vrednovano značenje drvodreda evidentno je izraženo planom uređenja zelenih površina gradskog središta Pazina. Tako su, primjerice, svi koridori, bilo oni pješački bilo pak kolni, obilježeni adekvatnom strukturom drvodrednih nizova.

Može se ustanoviti da razigrani raster mreže drvodrednih nizova skladno i funkcionalno vezuje i učvršćuje ukupni potencijal zelenih površina u harmoničnu cjelinu, ostvarujući ne samo povezani sustav zelenih površina unutar gradskog središta već to središte veže i s ostalim gradskim područjima.

Postojeći drvodredi platana i divljega kestena (i njihovih inferiornih vrsta) nisu, međutim, u mogućnosti zadovoljiti zahtjeve koje im postavlja suvremeno urbano središte i ne odlikuju se ni primjerenom oblikovno-estetskom komponentom. Potreba rekonstrukcije tih nizova je neminovna jer je i zdravstveno stanje stabala takvo da ugrožava živote prolaznika i predstavlja opasnost za materijalna dobra (zgrade, automobile).

Fiziološki oslabljena stabla platana i divljih kestena, koja napadaju i sekundarni i tercijarni štetnici, potrebno je sustavno zamjenjivati prikladnijima, na primjer europskom lipom (*Tilia platyphyllos* L.), klenom (*Acer campestre* L.), javorom mliječom (*Acer platanoides* L.), japanskom soforom (*Sophora japonica* L.) i drugim vrstama koje se, osim što imaju estetska svojstva, odlikuju i većom otpornošću prema onečišćenju uzrokovanom prometom.

U ulicama u kojima prevladava individualna izgradnja preporučuje se sadnja alejnog drveća manjih habitusa, kao što su crvenolisna šljiva (*Prunus pissardi* Carr.), kiseli ruj (*Rhus typhina* L.) i sl. Drvodrede u oploćenim površinama nalazimo tamo gdje nije moguće formirati posebni zeleni pojas. To se odnosi isključivo na pješačke zone te na parkirališne blokove.

Primjena suvremenih spoznaja o načinu uzgoja drveća u tvrdim parterima omogućuje da se zelenim medijem oplemeni svaki gradski prostor. Da bi se to ostvarilo, potrebno je stablu u takvim ambijentima omogućiti ekološke uvjete za rast i razvoj, a to se može postići na više načina. Koji će se izabrati, ovisi o značenju prostora, o načinu njegova korištenja, te o ambijentalnim značajkama i o drugim komponentama.

Tamo gdje nema mogućnosti oblikovanja zasebnih zelenih oaza, drvo u oploćenom prostoru valja opskrbiti uređajima za ozračivanje korijenskoga sustava, te za napajanje vodom i prihranjivanje.

Sva gradska parkirališta opločena su tzv. travnim pločama (perforirane betonske ploče) pa nema problema opskrbe rizosfere zrakom, vodom i hranivima.

Da bi drvoredi mogli obavljati svoju višeznačnu funkciju i povoljno utjecati na okruženje, mjesta sadnje moraju biti oslobođena od raznih komunalnih instalacija. Iz toga proizlazi da projekti infrastrukture moraju biti usklađeni s projektima sadnje zelenila.

Gradski parkovi

Oba pazinska parka su najintezivniji medij u gradskoj jezgri. No, i njih treba rekonstruirati i sanirati na način da izvorna stilska obilježja budu prepoznatljiva i u njihovoj obnovljenom izrazu.

Parkovima dominiraju dobro razvijena stabla koja sustavno napadaju štetnici. Lepeza vrsta koje ovdje nalazimo izuzetno je vrijedna i prilikom obnove i izbora vrste taj trend treba zadržati. Pri rekonstrukciji posebnu pažnju treba posvetiti parteru jer je parter dosada neadekvatno tretiran. Osim toga treba akceptirati ulazne dijelove parka, a kolne prometnice odvojiti kvalitetnom visokom živom ogradom kako bi park zadržao prijeko potreban mir. Vrtne uređaje potrebno je iz temelja obnoviti, počevši od parkovnih klupa, elemenata za dječju igru i košarica za otpatke do ostalih parkovnih uređaja koji je jedan park uobličavaju u cjelinu.

No, prije pristupanja primjernoj rekonstrukciji, potrebno je obaviti detaljnu dendrološku inventarizaciju. Tek na osnovi toga i na osnovi uočenih nedostataka u izrazu postojećega biljnog pokrova išlo bi se u rekonstrukciju koja bi obuhvatila njihovu cjelovitu obnovu. Prijedlozi za obnovu postojećih parkova moraju slijediti recentne potrebe grada glede njihove funkcije i osobitosti te moraju biti usklađeni s njihovim povijesnokulturnim osnovama. Suptilan zahvat u gradskom parku (površine 7465 m²) nije identičan zahvatu u središnjem gradskom parku (površine 4129 m²). Dok će prvi imati združenu parkovnorekreativnu funkciju za središnje gradsko područje, pa se u njega, osim atraktivnih parkovnih motiva, mogu interpolirati i neki suvremeni sadržaji, središnji park će u budućem razvoju grada imati više manje karakter gradskih park-trgova s interpolacijom sadržaja za prolazni kreativni odmor odraslih građana i djece.

Park-šume

Na području park-šume treba provoditi mjere zaštite, pejzažnu sanaciju i rekultivaciju. Mogućnost intenziviranja erodibilnih procesa treba otkloniti biotehničkim i biomeliorativnim zahvatima.

Kako se u većem dijelu površine radi o monokulturi crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.), mjestimično treba unijeti autohtone florne elemente s naglašenom ulogom učvršćivanja i vezivanja tla.

Posebnu pažnju treba usmjeriti na pejzažno sniranje rubnih pojasa koji su u kontaktu s prometnicama. Rekonstruirati treba i prometnice unutar park-šumu, a park-šume treba opremiti sadržajima i uređajima koji će boravak i zadržavanje u njoj učiniti ugodnim, dopadljivim i zanimljivim. Osim već standardnih vrtnih uređaja (klupe, košarice za otpatke, sprave za dječju igru, parkovna rasvjeta i dr.) predlaže se interpolacija jedne trim-staze, čije bi prepreke bile izrađene od drveta. Središnji slobodan travnati prostor trebalo bi opremiti s nekoliko betonskih stolova za stolni tenis, te s boćalištem i visećom kuglanom.

Instalacijom navedenih sadržaja u taj vrlo vrijedan prostor on bi doživio svoju potpunu valorizaciju.

Istočnu padinu park-šume potrebno je zasaditi skupinama srednje visokog grmlja koje bi svojim habitusom trebalo činiti jedan tampon prema željezničkoj pruzi i prema cestovnoj komunikaciji.

Zelenilo stambenih susjedstava

Ova kategorija zelenila trebala bi, u određenom smislu, izražavati svu raznolikost pejzažne i vrtno arhitekture u urbanim prostorima. Posebnu pažnju u ovome segmentu treba usmjeriti na organizaciju i oblikovanje prostora za kreativne igre djece i za boravak odraslih. Sve komponente boravka u vanjskome prostoru moraju biti jasno izražene u oblikovanju parkovnih i vrtnotehničkih motiva i sadržaja (odmor, šetnje, okupljanje, čitanje, razgovor, sijela i drugo).

Ovisno o intenzitetu naseljenosti i komuniciranja, bit će izražena i potreba za opremanjem vansjkih prostora stambenih susjedstava različitim sadržajima kreativnozabavnog karaktera (vrtni šah, terase, pergole, odmorišta, tenis, košarka i drugi sadržaji parkovnozabavne rekreacije).

U opisu postojećeg stanja bilo je riječi o načinu uređenja ovih zelenih prostora. Oni su predstavljeni mladim, vitalnim, dekorativnim biljkama, primjerenih veličina. Zastupljen je i velik broj raznolikih vrsta u sloju dominantnog rašća i u sloju grmlja. Toj kategoriji zelenila nedostaju samo prateći sadržaji, čijom će se interpolacijom kakvoća življenja podići na višu razinu.

Zeleni pojasi

Zeleni pojasi su vezani medij između prometnica i zona raznolikih sadržaja. Ove zone treba oblikovati tako da budu u funkciji primarne zaštite od prometa i od svih njegovih polutanata. Budući da sav tranzitni promet za Istru prolazi kroz srce grada, kvalitetno osmišljavanje ove kategorije zelenila u Pazinu osobito je osjetljivo i važno. No, nepovoljni efekt prometa bit će uskoro eliminiran izgradnjom prometne zaobilaznice Pazina, odnosno izgradnjom magistralne dionice Cerovlje-Rogovići, u dužini od 13 kilometara.

Ovisno o karakteru budućih susjedstava (stanovanje i druge zone intenziviranog boravka), u sklopu tih pojasa preporučuje se i diferencirana gradnja nasipa. Oni bi, zasadeni adekvatnim zelenilom, izraženije obavljali funkciju takve primarne zaštite.

Predvrtovi individualnih stambenih objekata

Predvrtovi moraju biti vrtnotehnički oblikovani u skladu s ostalim vanjskim prostorom, osiguravajući jedinstvenost pejzažnoparkovnog izraza. Izbor dekorativnih biljaka ne smije kolidirati s okolnom vegetacijom. Stručne institucije i organi nadležni za izdavanje suglasnosti moraju diskretno usmjeravati oblikovanje tih prostora kako ne bi došlo do estetsko-likovne inkopatibilnosti.

Povrtnjaci, voćnjaci i ostalo zelenilo

Grad Pazin je mala urbana jezgra s oko 5 000 stanovnika, čiji dijelovi neodoljivo podsjećaju na ruralni krajolik. Tako koncipirana, individualna stambena gradnja,

koja se sastoji od samostojeće stambene zgrade, ponekoga gospodarskog objekta izgrađenoga na okućnici, ostavlja dosta prostora za različite namjene. Najčešće su to povrtnjaci, voćnjaci, ponegdje vinogradi, staklenici, plastenici, priručni rasadnici i drugo.

Te su površine, osim što pružaju gospodarsku korist svojim vlasnicima, pravo bogatstvo u domeni sporednih koristi. Naime, neprocjenjiva je njihova važnost kao proizvođača kisika, osobito ako se ima na umu da one zapremaju 3/4 svih zelenih površina grada Pazina.

Zelenilo okućnica nikako nije marginalnog predznaka, jer se najviše »približava« čovjeku i njegovu domicilu (stanovanju), permanentno ga okružuje i poboljšava mu kakvoću življenja. U njemu čovjek nalazi rasonodu i užitak bavljenja onim što mu je kao jedinki uskraćeno ako boravi u visokogradnji, a to je neprestani kontakt sa zemljom, koju kopa, razgrabljuje, mrvi, zasađuje, kultivira i ubire plodove. Jednom riječju, ovdje čovjek, opterećen dnevnim naporima, nalazi rasonodu, mir, odmor, rekreaciju te zadovoljstvo pripadanja biotipu iz kojega su ga arhitekti, gradeći nebudere, nehumano istrgnuli i smjestili u stan na nekom od katova toga nehumanoga zdanja. Stručnjaci su ustanovili da uskraćivanje stalnog dodira sa zemljom čovjeka mijenja i psihički, izaziva u njemu poremećaje, koji nerijetko završavaju teškim psihičkim traumama, pa i suicidom (ispitivanja u Engleskoj).

Upravo zbog te spoznaje ova je kategorija zelenog medija, iako konceptijski najslabije osmišljena, najkvalitetniji i najkorisniji zeleni inventar grada, osobito prije što je i površinski najrasprostranjenija i penetrira gotovo u svaku poru grada.

Prigradsko zelenilo (smjernice)

Budući da nemamo posebna znanstvena istraživanja o bioekološkoj ravnoteži istraživanoga područja, bit će uputno donijeti samo temeljne smjernice za zaštitu koje potječu iz dosadašnjih spoznaja o ekosustavima i sagledive su u sadašnjem trenutku razvoja.

Premda dijelom sadrži gotovo očuvane komplekse šuma, ovo područje, zbog disperzne penetracije velikoga broja naselja, zaselaka, mreže putova svih kategorija, kamenoloma, deponija i površinskih kopova boksita gubi svoju biološku snagu. Tu tvrdnju potkrepljuje degradacija Pazinčice i devastacija šumskoga kompleksa Vetva.

Iako je prosjek površine šuma na broj stanovnika viši od evropskoga prosjeka i iznosi 0,78 ha/st, sadašnjim stanjem ne možemo biti zadovoljni. Trend gradnje, one stambene, industrijske i infrastrukturne sve snažnije pritišće bioekološku ravnotežu istraživanoga područja i izravno negativno utječe na šumske površine. One ni inače nisu visoke kakvoće, a po razvojnoj su fazi dosta udaljene od klimaksa. Dosljedno tome kao prva nužna mjera slijedi zahtjev da se ni jedan pedalj šumske površine na ovome području više ne može izgubiti odnosno reducirati ni pod kakvim izgovorom.

Autori programa gospodarenja šumama GJ. »Planik«, kojega su dio i prigradske šume, dobro su uočili da se već danas može govoriti o novoj turističko-rekreacijskoj ulozi ovih šuma i da ih treba osloboditi prefiksa privrednoga gospodarenja. Intenciju unošenja četinjača i stvaranje monokulture umjesto autohtonih hrastova međunca i cera treba polako napuštati, jer će nam ubuduće sve više trebati autohtone, bioekološki otporne cjelovite šumske zone (zbog onih 9/10 koristi), a sve ćemo se manje baviti onom 1/10 koristi od šuma, tj. izravnom vrijednošću posječenoga drveta.

Naime, pojam turističko-rekreacijske funkcije šume treba ovdje proširiti na puno važnije srodne vrijednosti vezane s čimbenikom temeljne biološke i ekološki dinamične ravnoteže cjelokupnoga istraživanoga područja, toliko važne za zdrav život današnjih naraštaja i naraštaja koji tek dolaze. Pritom valja upozoriti da probleme i aspekte koristi od šuma treba sagledavati u dužem vremenskom intervalu, dugoročnije, da se izbjegnu nesporednosti temeljeni na logici efemernih i brzih gospodarskih efekata, koji u konačnici ipak vode u degradaciju primarnih klimazon-ski uvjetovanih i bioekološki najvrednijih autohtonih fitocenoza.

Poljoprivredni pejzaž dominira nižim dijelovima reljefa, ali se izdiže i na proplanke i uvlači u »džepove« šumskoga kompleksa, prelazeći postupno u šumsko-poljoprivredni pejzaž.

Bioekološki tretman poljoprivrednoga krajolika upućuje pak na potrebu razmatranja i valorizacije proizvodnje dovoljnih količina zdrave hrane, jer industrijski način poljoprivredne proizvodnje i gotovo neograničena primjena sredstava za zaštitu bilja izaziva poremećaje u ekosustavima. Stvoreni su, naime, umjetni ekosustavi, koji bez stalne ljudske brige i stalne ljudske djelatnosti ne bi mogli opstati, za razliku od prirodnih ekosustava koji posjeduju izvorne mehanizme za samoodržavanje.

Ovom pregledu osnovnih kategorija bioekološke sistematizacije prostora treba dodati i momente erodibilnosti cjelokupnoga područja, a zatim razmotriti i negativne efekte poplava, koji dodatno remete prirodne tokove kruženja materije i energije koji su svojstveni dinamičnim odnosima ekosustava.

Ptice su čimbenik ekološke ravnoteže pejzaža balans u ekosustavu. Prije nego što ovo elaboriramo, moramo ustvrditi da sa stajališta ekološke ravnoteže nema »štetnih« i »korisnih« ptica. Zastarjela prošlostoljetna shvaćanja o štetnosti ptica grabljivica dovela su gotovo do njihova izumiranja, a te ptice obavljaju nenadoknadivu prirodnu selekciju, pa njihov nestanak može opasno ugroziti čitavu biocenozu.

Lovci, međutim, nisu jedini koji uništavaju ptice. Moderna gradnja kuća bez krova također ugrožava ptice jer nemaju gdje savijati svoja gnijezda. Melioracija močvara opasno ugrožava opstanak ptica močvarnica, a loše gospodarenje šumama također negativno utječe na opstanak ptica. Nažalost, u nas se ne provode gotovo nikakve mjere praktične zaštite ptica, osim onih regulativnih. Ne treba, međutim, smetnuti s uma da su ptice vrlo bitan element prirodnog okvira čovjeka i dio ugođaja u prirodnom ambijentu, njegova nenadoknadiva »zvučna kulisa«. Treba istaknuti i terapeutsko značenje ptica u lječilištima, gdje pomažu prishičkoj njezi bolesnika. Ptice su uništavatelji štetnih kukaca (jedna sjenica dnevno pojede 1 500 jaja ili 150 gusjenica, 32 gnijezda lastavica utroše za prehranu mjesečno oko 3 milijuna kukaca, dok crvenperka za dnevnu opskrbu svoja četiri mladunca treba oko 1 200 kukaca – podaci dobiveni istraživanjem ekološke funkcije ptica pomoću teragrafa), a nedostatak tih prirodnih selektora nadomješta se upotrebom insekticida, čime se narušava prirodna ravnoteža i ugrožava zdravlje čovjeka. Tome nije potreban nikakav komentar.

Dat ćemo taksativni popis prigradskih šumskih kompleksa s temeljnim smjernicama za njihovu valorizaciju.

Lovrin

Već smo u opisu stanja rekli kako je ovaj šumi, površine oko 18,50 hektara,

gdje u dominantnoj etaži nalazimo pretežno stabla pitomoga kestena (*Castanea vesca* L.) razne dobi, planom gospodarenja dan predznak šume posebne namjene, a prostorni planovi morali bi tek dati temeljitija rješenja. Minimalni intenzitet prorode 4-10%, i to stabla podstojnih etaža, upućuje na prioritet ove vrijedne i za čovjekovu prehranu korisne vrste. Osim toga, oboljela stabla pitomog kestena (rak kestenove kore - *Endothia parasitica*) treba posjeći i ukloniti, kako ne bi došlo do širenja bolesti. Nakon tih temeljnih zahvata ovu vrijednu šumu primjerne površine treba »približiti gradu«.

Osim redovite stručne kontrole u domeni zaštite u šumi treba izgraditi takve sadržaje koji će izmamiti pučanstvo grada na šetnju, rekreaciju, druženje, sportsku aktivnost i drugo.

U cijelom prostoru šume treba trasirati šetne staze, uz koje bi se postavile klupe za odmor, košarice za otpatke te uredio prostor za loženje vatre u prirodi, na kojemu bi se pekli kesteni u sezoni branja ili pak gljive i meso, kada nema kestena. Bilo bi uputno postaviti i ambijentalno ukomponiran kiosk za prodaju pića. Diskretno postavljena rasvjetna tijela omogućila bi duži boravak građanima na ovome prostoru.

Trim-staze i nekoliko stolova za stolni tenis upotpunili bi ponudu i za one koji boravak u prirodi nadopunjavaju i sportskim aktivnostima. Za zadojene ljubitelje boćanja jedno do dva igrališta bila bi pravi melem; kada za ljetnih mjeseci temperatura zraka u Pazinu dosegne visinu koja ugrožava zdravlje, onda bi mogućnost boravka u hladovini velikih krošanja kestena uz boćarsko nadigravanje građane vabila na Lovrin. Osim navedenih sadržaja predlaže se postaviti i nekoliko rustikalnih drvenih garnitura za sjedenje, konzumiranje hrane ili za partiju briškula ili trešeta. Mobilna pečenjarnica kestena, uz kvalitetnu vinsku ponudu, upotpunila bi ponudu i bez sumnje privukla i turiste s obale.

Gortanov brijeg - Kamuš brijeg

Gortanov (Kamuš) brijeg izuzetno je vrijedna površina »naslonjena« na sam grad Pazin, površine oko 75,00 hektara panjače medunca i cera, starosti 40-50 godina, bioekološki vrlo visoko rangirane vrijednosti. Čini doslovce prirodni tampon između nedopustivo štetnog onečišćivača - Asfaltne baze i drobionice kamenog agregata s jedne i grada s druge strane, što je osobito vidljivo za ljetnih sušnih mjeseci, kad lišće pokriveno kamenom prašinom potpuno pobijeli.

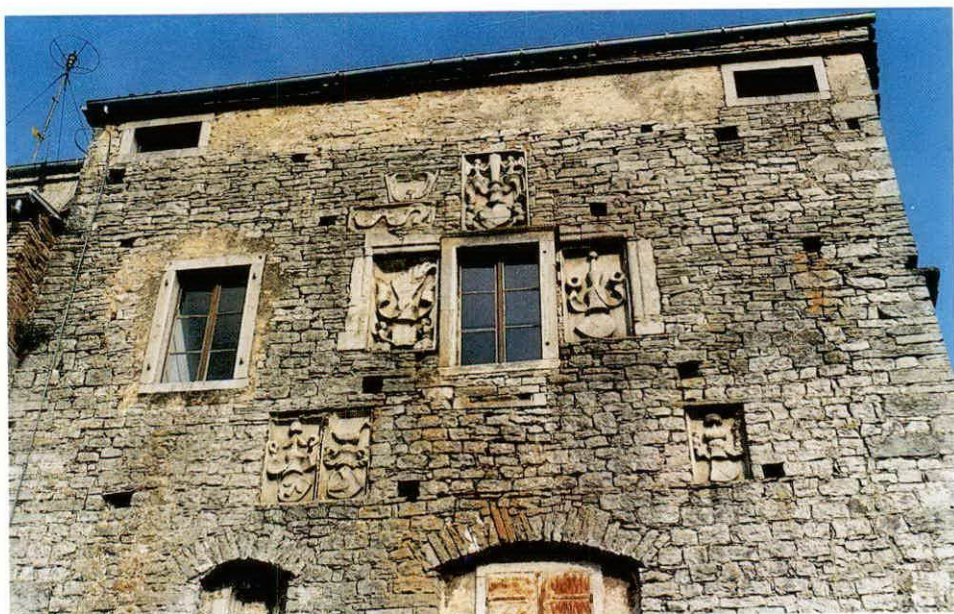
Sastojina je programom gospodarenja izlučena iz kategorije »ekonomskih šuma« i dana joj je uloga zaštitne šume. Osim dominantnih vrsta medunca i cera u njoj nalazimo i enklave crnoga bora starosti 50 godina, na samome vrhu brijega nalazi se vrlo slikovit sklop zgrada bivšeg veleposjednika, izvanredno očuvan. Te bi pogodnosti trebalo svakako iskoristiti, pogotovu što je brijeg udaljen od grada samo oko 30 minuta hoda. Spretno osmišljenom ponudom na ovim prostorima pučanstvo grada svaki bi slobodan trenutak moglo iskoristiti za izlazak na Gortanov brijeg.

U gospodarske dijelove imanja bilo bi uputno smjestiti ergelu jahaćih konja i ponija koji bi veći dio godine pasli po obližnjim pašnjacima. Štalski prostor mogao bi biti i utočištem nadaleko čuvenom istarskom biku kojemu prijeti potpuno istrebljenje. Ti dobroćudni »mastodonti«, težine ponekad i do 1 400 kilograma, bili bi prava turistička atrakcija.

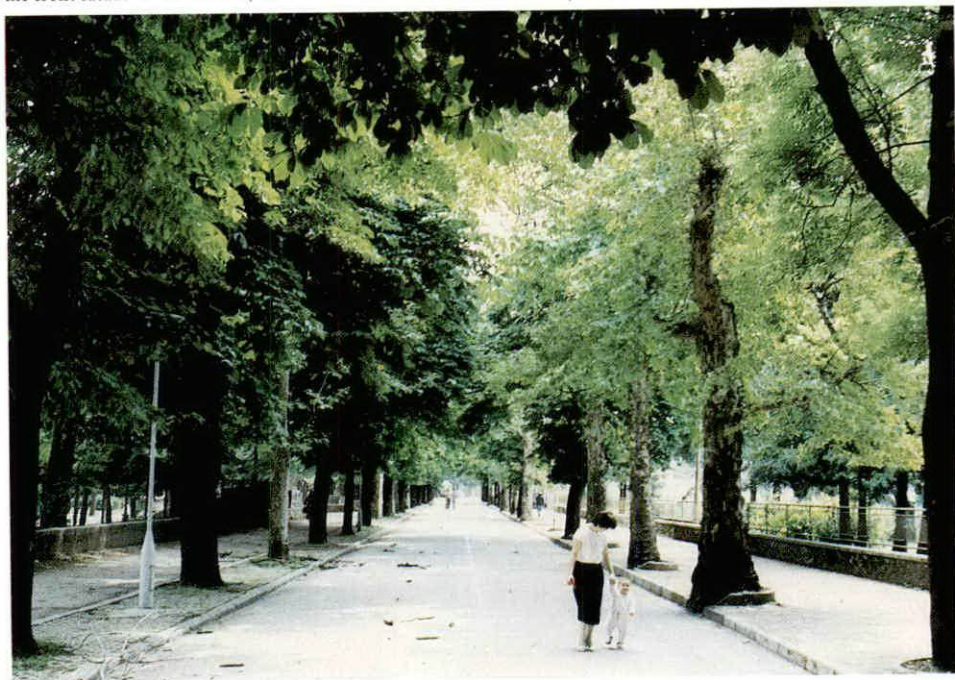
Nekoliko legla pasa autohtone pasmine upotpunilo bi doživljaj boravka u ovome autentičnom ambijentu. Lovni turizam je i inače tradicija Pazinštine, pa bi



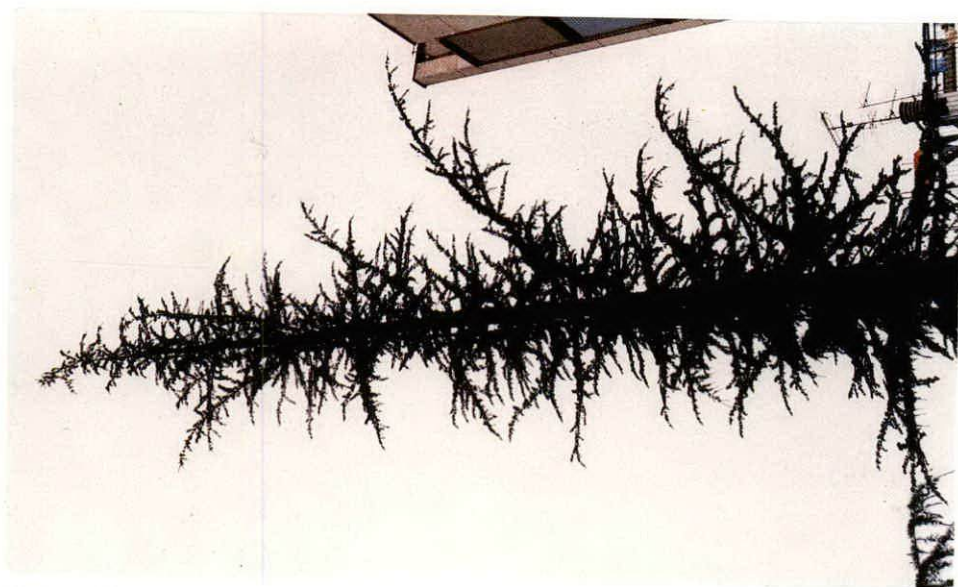
Sl. 1 – Fig. 1. Litica iznad ponora Pazinčice na kojoj se smjestio dio grada Buraj – A cliff above the river Pazinčica gorge where Buraj, one part of the town, is situated.



Sl. – Fig. 2. Grbovi na pročelju Kaštela svjedoci su burne povijesti na ovim prostorima i unutar zidina – Emblems on the front facade of the Kaštela, silent witnesses of the turbulent history



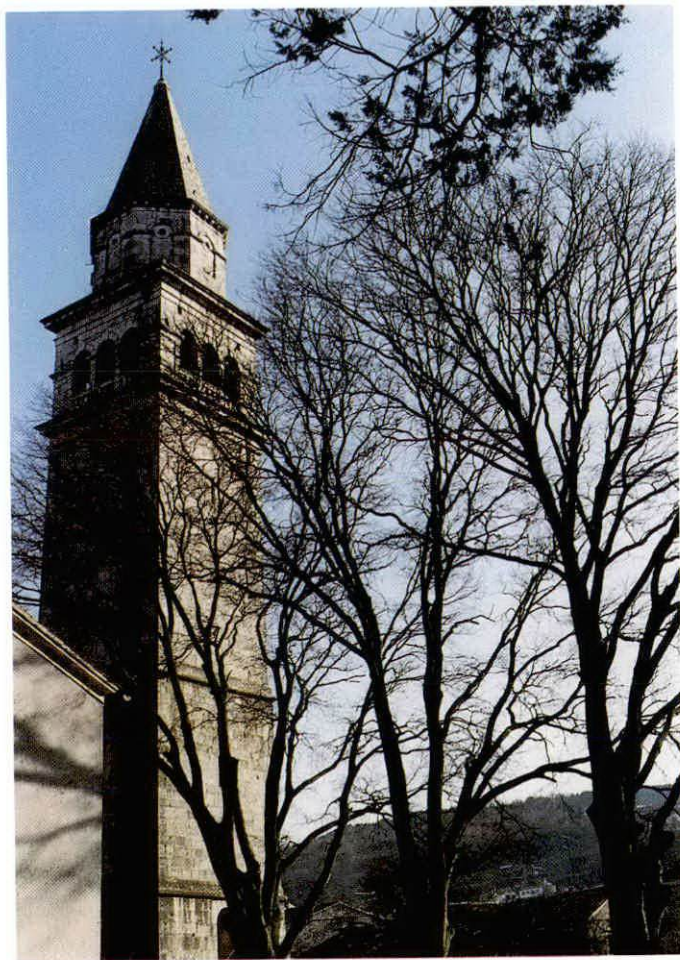
Sl. – Fig. 3. Pogled na šetalište-oaza mira za pješake – A view upon the Promenade – an oasis of peace for the pedestrians.



Sl. – Fig. 4. Neobična krošnja vrste cedra (*Cedrus atlantica* »Pyramidalis« Man.) – An unusual crown of a Cedar variety (*Cedrus atlantica* »Pyramidalis« Man.).



Sl. – Fig. 5. Pogled na Kaštel-opisan u djelu Julesa Vernea »Mathias Sandorfs« – A view upon Kaštela depicted by Jules Verne's book »Mathias Sandorfs«.



Sl. – Fig. 10. Identifikacijski znak svakog trga istarskoga grada je zvonik i nezaobilazna ladonja (*Celtis australis* L.). U blizini Zupne crkve nalazimo cijelu grupu ladonja – A specific feature of any Istrian square is a campanile and the unavoidable honeyberry-tree (*Celtis australis* L.); in the vicinity of the parish church there is a whole group of them.



Sl. Fig. 9. Stablo stupolike tise (*Taxus baccata* »Fastigiata« L.) gotovo savršenoga habitusa ispred vile-Doma zdravlja u Pazinu – A yew tree (*Taxus baccata* »Fastigisata« L.), an almost perfect specimen, in front of a villa, today the medical ward of Pazin

se rezidencijalni dio imanja mogao preurediti u hotel-lovački dom za prihvatač lovaca i njihovih četveronožnih ljubimaca, koji bi ovdje uživali u idili i lovačkim uzbuđenjima. Prateći sadržaji kao što su igralište za mini-golf i tenis, poligon za dresuru pasa i slično privukli bi i one najizbirljivije goste.

Domaća, isključivo istarska kuhinja, lepeza visokokvalitetnih vina porijeklom iz srednje Istre te autohtoni folklor i glazba boravak gostu učinili bi nezaboravnim.

Zahvate u »zelenom inventaru« treba svesti na strogu protupožarnu zaštitu, na zaštitu od štetnika te samo na sanitarnu sječu. Štetnost od onečišćivanja treba eliminirati angažiranjem svih ekoloških čimbenika. Na tome treba inzistirati dok se ne postigne potpuno neutralna polucija u zrak. Na tome se mora istrajati i po cijenu zatvaranja cijelog pogona.

Borove kulture

Borove kulture u neposrednoj blizini Pazina podignute su na onim površinama na kojima nije bilo uvjeta za razvoj autohtone šumske vegetacije, pa se morala saditi pionirska vrsta. Danas su to kulture starosti i od 70 godina i čine vrlo vrijedan zeleni medij, koji je u minimalnom životnom razdoblju stvorio uvjete za razvoj autohtone šumske zajednice. To je vidljivo iz podstojne etaže na kojoj nailazimo na vrijedan pomladak hrasta cera, hrasta medunca, pitomog kestena i na ostatke autohtonih vrsta. Stručnim gospodarenjem navedene kulture treba prevesti u šumske zajednice vitalnije i kvalitetnije od monokulture.

Ovome zelenilu dana je samo zaštitna uloga, što bi trebalo poštovati. Osim stručne i opazačke zaštite, kojima se prati i predviđa opasnost od požara, te osim značajki obavljene prorede ne bi trebalo ništa drugo poduzimati.

Šume u privatnom vlasništvu građana i ostale šume

Već je rečeno da je odnos između državnih i privatnih šuma vrlo nepovoljan. Nepovoljan je zato što su to najčešće šume niske gospodarske vrijednosti, pa se ubiranjem taksa od prodaje vrlo teško prikupljaju sredstva kojima bi se financirale aktivnosti što prate niskoakumulativno šumarstvo na kršu. Nažalost, za te aktivnosti i za nastojanje stručnjaka da se one provode postoji samo deklarativno izjašnjavanje, dok određene materijalne potpore nema. Kad se tomu doda i nepostojanje stručnjaka u gospodarenju, dolazimo do zaključka da su te šume vrlo ugrožene. To je multiplicirano ratnim teškoćama kada svatko poseže za onim resursima koje ima. Za vlasnika šume to je ona sama. On ne misli pritom na dalekosežne posljedice za čovjekov okoliš. Takav trend mora se zaustaviti prosvjećivanjem građana, a ako to nije dovoljno, regulativom kao krajnjom mjerom.

Državne se šume nalaze u neposrednoj blizini grada kao enklave »ubrizgane« u mozaik privatnih šuma. Njima se gospodari prema programu gospodarenja s nešto rigoroznijim pristupom, jer su one kategorizirane kao prigradske šume, pa to i zahtijevaju. Podložne su, naime, jačoj devastaciji od onih udaljenijih od grada, i upravo to ih čini manje stabilnim ekosustavom.

Šume u prigradskom pojasu (čak i do 10 km od grada) trebaju dobiti status zaštitnih šuma (neke su taj status već dobile). To znači da se u takvim šumama treba ponajprije smanjiti izravno iskorišćivanje drvne mase (šumskogospodarski zahvati moraju biti oprezniji, u račun gospodarenja treba uključiti i šumsku estetiku, a

uzgojne zahvate usmjeriti na postizavanje optimalne klimatskozonske strukture šume). Logično se, nadalje, može pretpostaviti da će takve šume pružiti velike mogućnosti izravnoj rekreaciji građana, pa treba pristupiti kompromisima gospodarenja u prilog novih motiva (rekreacijskog) iskorišćivanja šuma. Takva orijentacija traži i pojačani nadzor nad posjetiteljima – izletnicima, a osobito pojačanu vatrogasnu službu (u prvom redu preventivnu, opažačku i dr.).

ZAKLJUČAK – CONCLUSION

U okviru planske valorizacije vrijednosti krajolika ova je rasprava dala idejna rješenja temeljena na osjetljivosti i privlačnosti jamskoga prostora. Ispitivanja su obavljena na osnovi prostornih čimbenika dobivenih izučavanjem značajnijih dokumenata o prostoru, na osnovi stručnih podataka, specijalističkih projekata i znanstvenih publikacija te usporedbom već riješenoga prostora u slučajnim prirodnim objektima u Hrvatskoj (Zeleni vir u Skradu, Komačnik u Vrbovskom).

Terenskim obilaskom širega područja Pazinske jame te snimanjem jamskoga prostora i njegovih osobitosti i vrijednosti, izučavanjem načina dosadašnjega korištenja toga prostora i predviđanjem modela za korištenje toga prostora ubuduće trebalo je spoznati:

- Gdje je, u pogledu fizičkih osobitosti prostora, svrhovito, gospodarski opravdano i moguće razmjestiti predložene sadržaj? Taj model, nazovimo ga **modelom atraktivnosti**, daje viđenje o mogućem lociranju ili o prenamjeni postojećih objekata i djelatnosti unutar područja zahvata; model daje i najoptimalnije rješenje u pogledu funkcija i sadržaja promatranoga prostora. Temeljitim izviđanjem na terenu, sagledavanjem prostorne osjetljivosti i njegovim mogućim funkcionalnim korištenjem došlo se do atraktivnoga modela i za sva područja na kojima je predviđeno lociranje pojedinih sadržaja ili objekata.
- Koji su objekti prirodne tvorevine ili antropogenog porijekla vrlo usko ili nedjeljivo vezani za predviđene sadržaje i namjenu objekata i površine oko Jame i dijelom uz Pazinčicu, a izvorno će poticati, nositi i ostvarivati tržišnu ponudu i razvoj turizma?
- Koje su zone uz Pazinsku jamu manje ili više osjetljive ili ranjive za planirane djelatnosti? To pak nazovemo **modelom osjetljivosti**. Model mora dati odgovore na pitanja jeli moguće naći balans između interesa turističke promocije kao razvojne težnje i zaštite, odnosno programa zaštite i očuvanja prostora.

Ovakav pristup Pazinskoj jami, ovome objektu prirodne morfologije, jest traženi stupanj aktivne zaštite Jame u širem arealu Pazina i njegova zaleda. Današnja pasivna zaštita prijetila je imobilizacijom u daljnjoj planskoj aktivnosti, koja bi i Jamu dovela u položaj vizualne tvorevine potencijalnih opasnosti za okolicu i stanovništvo (urbanizacija, onečišćenost, nagrađivanje, devastracija).

Viši i zacijelo primjereniji način zaštitnog planiranja bit će podvrgavanje ovoga objekta valorizaciji prostornih mogućnosti (krajolika i turizma) u puno širem području od perimetra grada i same Pazinske jame. Do ovoga modela došlo bi se istom metodologijom kao i do modela atraktivnosti, uvažavajući svakako imperativ smanjenja mogućnosti za donošenje takvih lokacijskih odluka koje bi mogle nepo-

vratno i devastirati pojedine dijelove promatranoga područja.

Do ovih modela došlo se isključivo terenskim istraživanjima i usporedbom podataka o sličnim objektima te na osnovi znanstvenih i tehničkih spoznaja koje tretiraju adekvatne zahvate na sličnim objektima.

Na osnovi istraživanja došao sam do spoznaje da se u Pazinu još ne naziru ograničavajući elementi razvoja u graničnom prostornom opterećenju i u prihvatu onečišćenja. Ocjena je da je onečišćenje svih agragatnih stanja u rapidnom porastu i upravo to čini ozbiljnu prepreku u osmišljavanju željene turističke atraktivnosti ovoga područja. Ukoliko bi i dalje ostao »status quo« glade razrješavanja nadolazećih ekoloških opasnosti i ako bi se dopustilo stanje kakvo je današnje, tj. aeropopulacije toksičnog predznaka, ispiranje otrova sa zemljišta i izravno ispuštanje onečišćenih otpadnih voda u Pazinsku jamu, došlo bi do nesagledivih negativnih posljedica za cijeli istarski poluotok, a posebice za ovaj lokalitet. Nastao bi, naime, vrlo opasan debalans u biotopu i u onom nadzemnome i u onom krškom, podzemnome.

Dosadašnji prostorno-planski dokumenti ovo područje tretiraju isključivo kao rezervirani prostor zaštićen Zakonom o zaštiti prirode. S obzirom na suvremena stremljenja u promidžbi nameće se potreba pokrivanja cjelovitih područja razvojnim i prostornim planovima.

Smjernicama koje daje ova rasprava otvara se prostor za daljnju moguću planersku aktivnost te za donošenje studija i za izradu izvedbene projektne dokumentacije.

Svrha i cilj ove rasprave je i u tome da inicira neka razmišljanja o vrijednosti prirodnih dobara koje posjeduje gradsko područje Pazina prije samoga zahvata, što dosada nije vrednovano ni u jednoj turističkoj komponenti. Svrha je rasprave također da potkrijepi dosadašnje napore učinjene u tom smjeru.

Pazinska jama kao jedinstveni prirodni fenomen istarskoga krasa zaštićena je kao rezervat prirodnog predjela, pa se sve aktivnosti i djelatnosti vezane za nju moraju odvijati u skladu sa Zakonom o zaštiti prirode. Ovaj objekt prirode prenamijenio bi se za turizam, sport i rekreaciju, o čemu govori i GUP Pazin.

Svaki izbor lokacije, sadržaja, oblika i fizičke strukture u realizaciji programa unapređenja Pazinske jame i uz nju vezanih objekata morat će se, kao model atraktivnosti, strogo podvrgavati modelu osjetljivosti. Ponajprije će trebati osposobiti i valorizirati objekte prirode, a zatim graditeljske objekte vezane uz prirodu. Osposobljavanje prirodnih objekata, pak, podrazumijeva zaštitu tla, vegetacije, faune i graditeljske baštine. Obavit će se odgovarajuća melioracija, adaptacija i kognervacija jedinica ocijenjenih visokim ocjenama vrijednosti, kao što su zgrade, geomorfološki oblici, biljni pokrov i životinjski svijet.

Komercijalna gradnja infrastrukturnih objekata, sljedeća su faza ove zamisli prema probitku turizma Pazinštine. Simbiozom Pazina, perifernog tkiva grada i prigrada u jednu cjelinu stvorit će se prostor za propulziju za Istru bitne gospodarske grane, koja je bila lokalizirana samo na uski priobalni pojas, zanemarujući prave bisere prirodne i kulturne baštine u srcu poluotoka.

Na osnovi sveobuhvatnoga spoznavanja dosadašnjih odnosa prema veličanstvenom prirodnom objektu Pazinske jame može se reći da su dva potrebna preduvjeta za promjenu odnosa prema njoj – utvrđivanje i uklanjanje dosadašnjih grešaka i beskompromisno sprečavanje novih.

ZAŠTIĆENI OBJEKTI PRIRODE U ISTRI

1. Specijalni rezervat šumske vegetacije KONTIJA, Poreč, Rješenjem br. 179/9 – 1964. godine,
2. Rezervat prirodnog predjela (park-šuma) UČKA, 1966. godine,
3. Specijalni rezervat šumske vegetacije MOTUVUNSKA ŠUMA, Rješenjem br. 75/3 – 1964. godine,
4. Rezervat prirodnog predjela (park-šuma) ŠIJANA, Pula, Rješenjem br. 41/6 – 1964. godine,
5. Rezervata šumske vegetacije (kestenova šuma) VEPRINAC, Rješenje je done-seno u okviru Rješenja park-šume UČKA,
6. Spomenik prirode (botanički) GRAČIŠĆE, dva prastara stabla kestena, zaštićena Rješenjem br. 82/1 – 1965. godine (danas je ostalo samo jedno stablo koje fruktificira, a drugo odumire),
7. Rezervat šumske vegetacije (šuma bijeloga graba s lovorom) OPATIJA, Rješenje je izdano u sklopu park-šume UČKA,
8. Spomenik prirode (botanički i hortikulturni, odnosno park-šuma) ZLATNI RT u Rovinju, Rješenjem br. 81/5 – 1961. godine,
9. Nacionalni park BRIJUNI, Pula, Rješenjem od 1965. godine,
10. Rezervat prirodnog porijekla LIMSKI ZALJEV, Rješenjem br. 20/1 – 1964. godine,
11. Rezervat prirodnog predjela ROVINJSKI OTOCI, 1962,
12. REZERVAT PRIRODNOG PREDJELA (plaža) MOŠČENIČKA DRAGA, u okviru Rješenja za park-šumu UČKA,
13. Rezervat prirodnog predjela (vidikovac) PLOMIN, u sklopu Rješenja za park-šumu UČKA,
14. Rezervat prirodnog predjela (geološki) PAZINSKI PONOR, Rješenjem br. 84/1 – 1964. godine,
15. Spomenik prirode (geološki) OVČARSKA PEĆ, u sklopu Rješenja za spomenik prirodnog predjela VELA DRAGA, park-šuma UČKA,
16. Specijalni rezervat (zoološki) UŠĆE MIRNE, evidentiran kao ornitološki rezerva-t,
17. Rezervat prirodnog predjela ISTARSKE TOPLICE, Rješenjem br. 210/1 – 1962. godine,
18. Rezervat prirodnog predjela VELA DRAGA (Vranje), Rješenjem br. 83/1 – 1964. godine,
19. PULJSKO-MEDULINSKO PODRUČJE, značajni prirodni krajolik,
20. Značajni prirodni krajolik PIĆAN,
21. Značajni prirodni krajolik uvala PRKLOG, Labin,
22. Značajni prirodni krajolik POTEZ UZ MORE-LABIN-RABAC, uvala,
23. Hortikulturni spomenik PARK U NEDEŠČINI, Labin,
24. Značajni krajolik DOLINA RAŠE,
25. Značajni (reprezentativni) krajolik unutrašnjeg dijela »crvene Istre«, uz cestu Pazin-Žminj,
26. Šuma pitomog kestena uz stanciju LOVRIN, kod Staroga Pazina,
27. Zelene zone oko srednjovjekovnih naselja, posebno oko naselja: MOTOVUN, BERAM, LINDAR, GRAČIŠĆE, PIĆAN, BOLJUN i DRAGUĆ,
28. Spomenik prirode (pinije kod Karojbe) MOTOVUN,

29. Spomenik prirode (soliter brijesta) ČEROVICA kod Labina, zaštićen Rješenjem br. 63/2 – 1962. godine,
30. Spomenik prirode (čempresi kod Kašćerge) MOTOVUN,
31. Zaštićene biljne vrste: srčanik (*Gentiana lutea* ssp. *symbyandra* Murb.), Rješenjem br. 94/3 – 1961. godine, zatim alpski jaglac (*Primula auricula* Huds.). Rješenjem br. 94/3 – 1961. godine,
32. Spomenik prirode (3 pinije kraj mjesta Labinci) Poreč,
33. Spomenik prirode (2 glicinije u Labinu),
34. Spomenik prirode (drvored čempresa na groblju) ROVINJ.

Iz ovoga tekstativnoga popisa zaštićenih objekata prirode vidljivo je koliko je Istra izdašna u ponudi prirodnih ljepota, iako prostorno relativno mala.

Ovaj dar prirode mora naći svoje mjesto u turističkoj ponudi, čime će ona biti podignuta na mnogo višu razinu.

POSEBNO ZAŠTIĆENA PODRUČJA, OBJEKTI, ZAŠTITA SPOMENIKA KULTURE

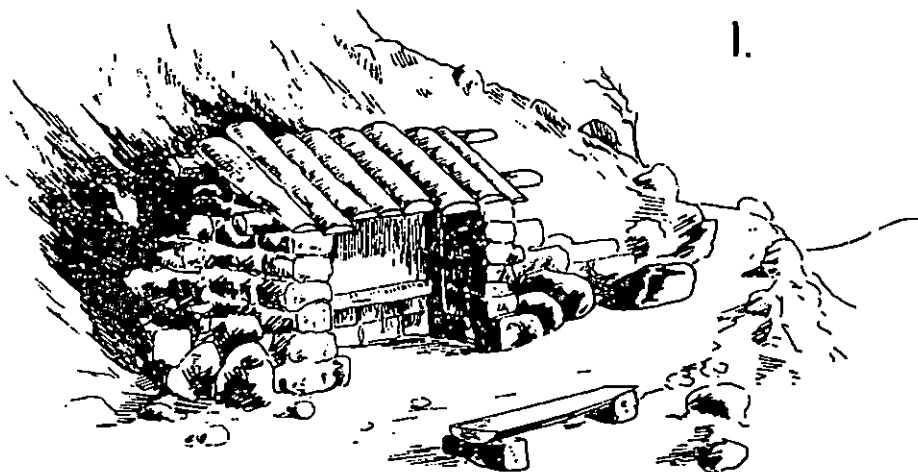
1. Stara gradska jezgra grada Pazina (10–16 st.n.e.),
2. Kaštel Pazin (983. g.n.e. – 16. st.n.e.),
3. Pojedina poluurbana naselja, kao što su: Beram, Boljun, Draguč, Gračiče, Lindar, Tinjan, Dolenja Vas, Gologorica, Trviž, Zamask, Motovun,
4. Arheološka nalazišta prema Prostornom planu Pazina, u sklopu s Regionalnim prostornim planom,
5. Sakralni objekti prema Prostornom planu Pazina i Regionalnom prostornom planu Istre,
6. Dvorac u Belaju,
7. Kaštel u Lupoglavu,
8. Spomeničko područje Učke i Planika,
9. Kaštel u Boljunu,
10. Zgrada Sveučilišta u Pazinu – Dom sjedinjenja i slobode u Pazinu.

Za sve navedene objekte imperativ je utvrditi program valorizacije (oblici u prostoru, stupanj korištenja prirode, rekreacija, kvaliteta materijala, stila i sl.), a sve to u funkciji dopunjavanja turističke ponude Pazina. Bogatstvo i blizina tih objekata uzasve svoje sadržaje i kvalitete postat će s vremenom čvrsta cjelina ne samo Pazina već i središnje Istre.

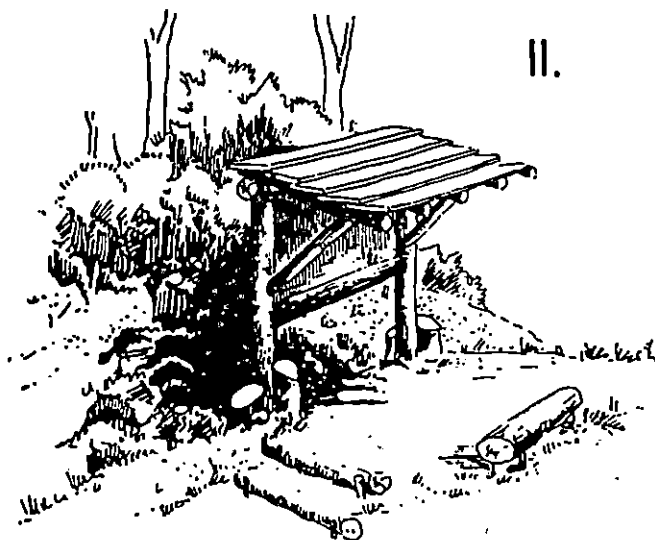
LITERATURA – LITERATURE

- Alfier, D., S. Bertović, I. Horvati dr., 1961: Zaštita prirode u Hrvatskoj. Zagreb.
- Anić, M., 1965: Iz novije fitocenološke nomenklature. Šumarski list 7/8, Zagreb.
- Anić, M., 1945: Pogledi na šumsku vegetaciju Istre i susjednih zemalja. Šumarski list 6/9, Zagreb.
- Anić, M., 1959: Šumskovegetacijski odnosi Istre. Zemljište i biljka VII, 1–3, Beograd.
- Badovinac, Z., I. Barelić, M. Kamenarović i dr., 1972: Prirodne znamenitosti Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb.
- Badovinac, Z., I. Barelić, M. Huljevi i dr., 1970: Zaštita prirode – svrha i zadaci. Zagreb.
- Balen, J., 1937: Drugi prilog poznavanju naših mediteranskih šuma. Šumarski list 7–8.
- Bartolić, A., M. Ladavac & R. Žikić, 1978: Analiza stanja i mjere zaštite i unapređenje čovjekove okoline na području općine Pazin.
- Bertarelli, L.V. & E. Boegan, 1986: Duemila grotte, Touring club Italiana. Trieste.
- Bertović, S., 1976: Klimatogram Hrvatske (razdoblje 1961–1975. godina). Zagreb (rukopis).
- Bertović, S., 1956: Perspektivni plan šumarstva za područje općine Pazin, Motovun i Žminj (Prirodne značajke s vegetacijskim opisom i kartama u M = 1:25 000). Institut za šumarska i lovna istraživanja NRH, Zagreb.

- Bertović, S., 1969: Pregledna vegetacijska karta Istre, Regionalni prostorni plan Istre (sažetak), Urbanistički institut SRH, Zagreb.
- Bertović, S., 1975: Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj. Acta Biologica VII/2, Prirodoslovna istraživanja JAZU 41, Zagreb.
- Bertović, S., 1967: Regionalni prostorni plan područja Istre (Ekološko-fitocenološke karakteristike vegetacijskog planiranja, Temeljni planiranja). Urbanistički institut SRH, Zagreb.
- Bertović, S., 1978: Vegetacija i njena važnost za uređenje i korištenje prostora u Hrvatskoj. Hortikultura 2, Zagreb.
- Bertović, S., 1967: Vegetacijski pokrov u slivnom području Fojbe – Osnovni projekt uređenja bujice u slivu Pazinskog potoka, Knjiga 1. Projektno poduzeće »Hidroprojekt«, Zagreb.
- Bertović, S., 1960: Značenje i primjena vegetacijskih istraživanja i kartiranja. Naša poljoprivreda i šumarstvo 1, Titograd.
- Božičević, S., 1980-81: Jules Verne u Pazinu, Priroda 3-4, Zagreb.
- Božičević, S., 1981: Morfološke i hidrološke karakteristike krškog podzemlja Istre. Liburnijske teme, knjiga 4, Prirodna podloga Istre, Opatija.
- Božičević, S., 1982-82: Priroda graditelj. Priroda 3, Zagreb.
- Bunuševac, T., 1976: Uređivanje parkova. Beograd.
- Cestar, D., 1973: Ekološko-vegetacijski tipovi šuma Istre. Institut za šumarska istraživanja, Zagreb.
- Feresini, N., 1972: La Foiba di Pisino. Famiglia Pisinota, Trieste.
- Feresini, N., 1981: Ricordo di Pisino. Trieste.
- Glavač, V., 1975: Ekološke osnove planiranja za kopneno područje jadranske regije s gledišta zaštite prirode i čovjekove okoline. Rijeka.
- Horvat, I., 1942: Biljni svijet Hrvatske. Zemljopis Hrvatske I, Zagreb.
- Horvat, I., 1949: Nauka o biljnim zajednicama. Zagreb.
- Horvatić, S., 1944: Biljni pokrov Istre. Alma mater Croatica 1-4, Zagreb.
- Horvatić, S., 1949: Istraživanje vegetacije u Istri 1948. godine. Ljetopis JAZU, str. 105, Zagreb.
- Klepac, D., 1964: Smjernice o estetskom i rekreativnom uređenju šuma Medvednice. Šumarski list.
- Komlenović, N., 1989: Utjecaj SO₂ i nekih drugih polutanata na Hrvatsku. Šumarski list 6-8.
- leibundgut, H., 1964: Značaj šuma za rekreaciju. Šumarski list 11-12.
- Machala, Z., 1967: Pazinčica, zanimljiva ponornica. Priroda LIV, 6, Zagreb, stranica 186.
- Malez, M., 1968: Ponor Pazinčice i njegova uloga u podzemnom hidrološkom sistemu srednje i južne Istre. Geografski glasnik xxx: 61-77, Zagreb.
- Magdalenic, Z., 1972: Sedimentologija flišnih naslaga srednje Istre (Sedimentology of central Istria fliish deposits). Acta geologica 7/2, 34 str., Zagreb.
- Meštrović, Š., 1977: Značaj šumskih kultura na primorskom području krša. Šumarski list 8-9.
- Obad-Ščitaroci, M., 1992: Hrvatska parkovna baština – zaštita i obnova. Zagreb.
- Pađen, J., 1968: Istra i njeno povezivanje sa zaleđem. Zagreb.
- Pelcer, Z., 1959: Prilog melioraciji fliša Istre. Obavijesti 7.
- Posavec, K., 1983-84: Šume i šumarstvo Istre. Priroda 9-10, Zagreb.
- Prpić, B., 1988: Umiranje šuma – uzroci i posljedice. Šumarski list 5-6.
- Prpić, B., N. Komlenović & Z. Seletković, 1988: Propadanje šuma u SR Hrvatskoj. Šumarski list 5-6.
- Radovičić, A., 1971: Sve veće značenje rekreativne vrijednosti šuma. Šumarski list 3-4, Zagreb.
- Rauš, D., 1980: Zelenilo bjelovarskog kraja. Bjelovar.
- Rogalić, J., 1980: Pazinčička greda i njeno značenje. »Susreti na dragom kamenu« '79, Zbornik radova, Pula.
- Šugar, I., 1976: Značajke vegetacijskog pokrova Istre i Kvarnera. Priroda LXV/9, Zagreb.
- Tišljer, J., 1978: Šupralitoralni, litoralni, sublitoralni, lagunarni i prateći plitkomorski karbonatni sedimenti gornje jure i krede u Istri. Acta geologica IX/5, Zagreb.
- Tomčić, A., 1978: Pitka voda kao limitirajući faktor razvoja turizma u Istri. Pomorski zbornik 19.
- Urbani, A., 1983: Profumo di tartufo. Milano.
- Vančina, F., 1982: Čovjekova okolina, oblici i način ugrožavanja i zaštita. Zagreb.
- Vidaković, P., 1989: Nacionalni parkovi i turizam. Zagreb.
- XXX Ekološko-gospodarski tipovi šuma Istre. Institut za šumarska istraživanja, Zagreb, Odjel za tipologiju šuma, Zagreb 1973.
- XXX Registar posebno zaštićenih objekata prirode u SR Hrvatskoj. Dokumentacija Republičkog zavoda za zaštitu prirode SRH, Zagreb 1980.
- XXX Krš Hrvatske. Split 1957.
- XXX Čovjek i zelenila. Rijeka 1980.
- XXX Simpozij o zaštiti prirode u našem kršu. Izd. JAZU, Zagreb 1971.



NATPISNE PLOČE



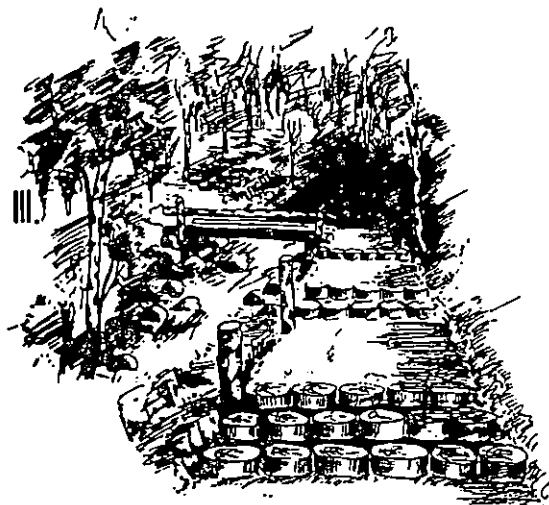
STEPENICE I RUKOHVAT I.



STEPENICE II.

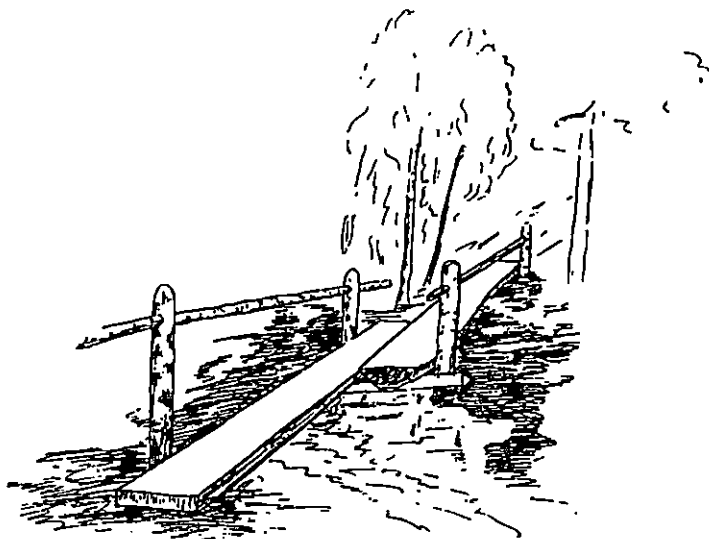


STEPENICE III.



STEPENICE IV.



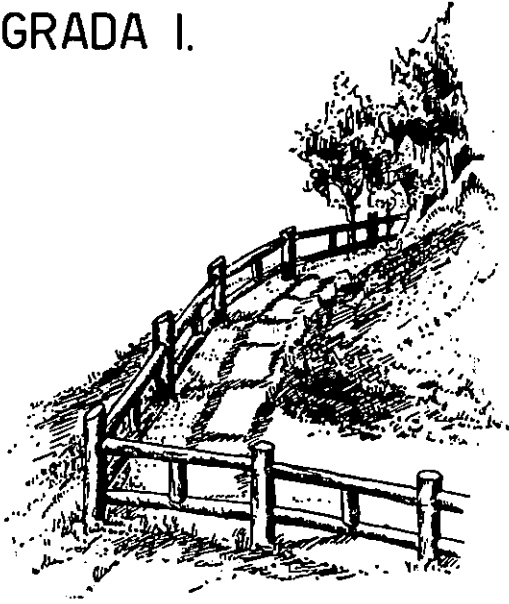


PRIJELAZ

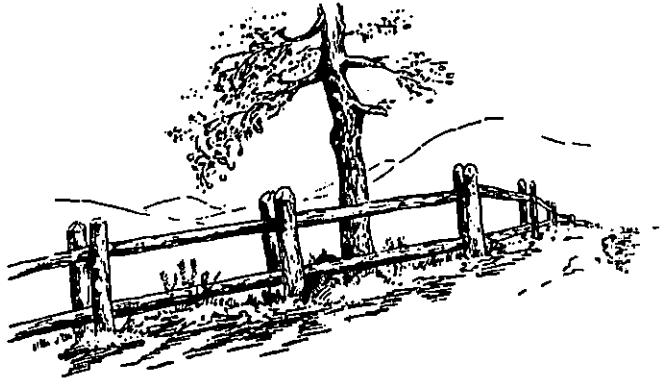


MOST

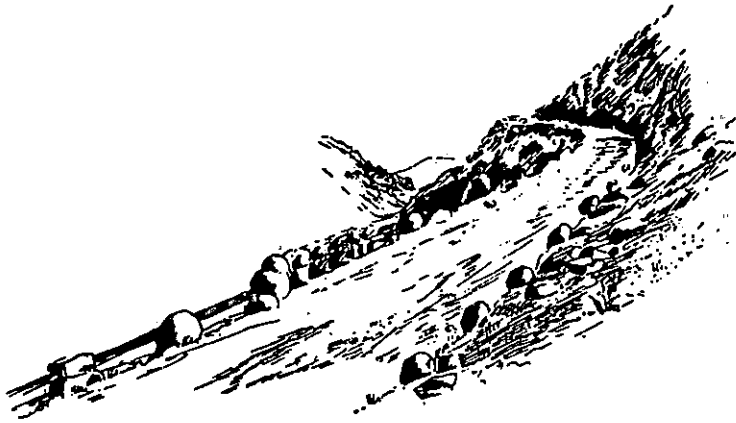
OGRADA I.



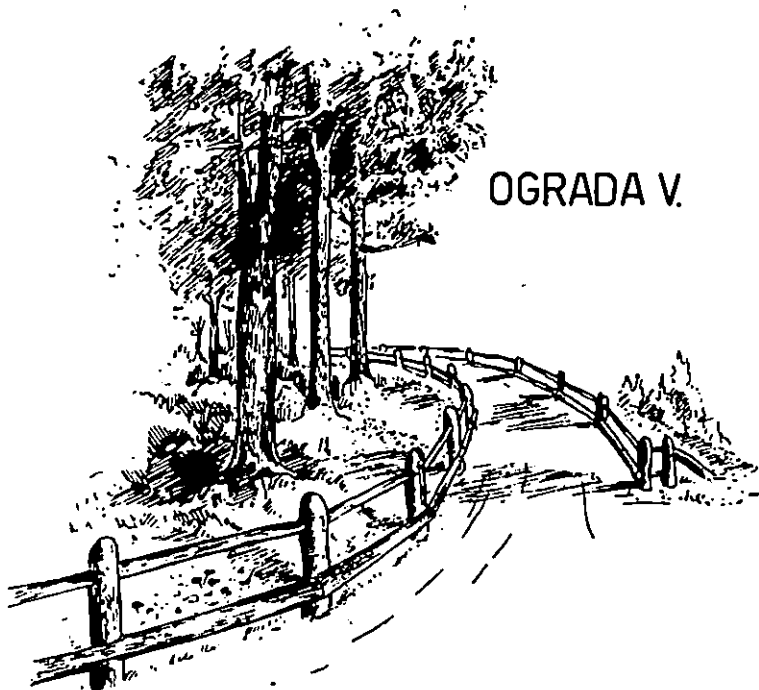
OGRADA II.



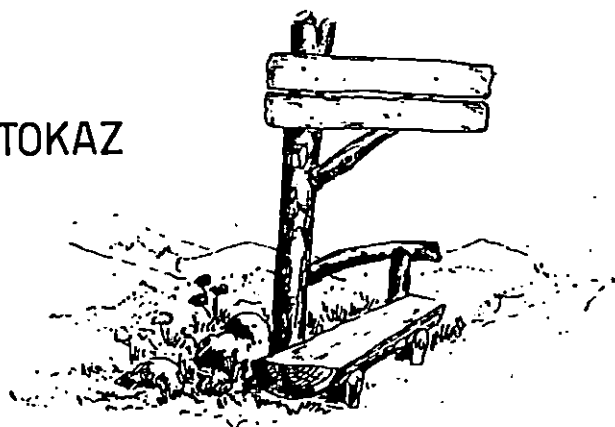
OGRADA III.



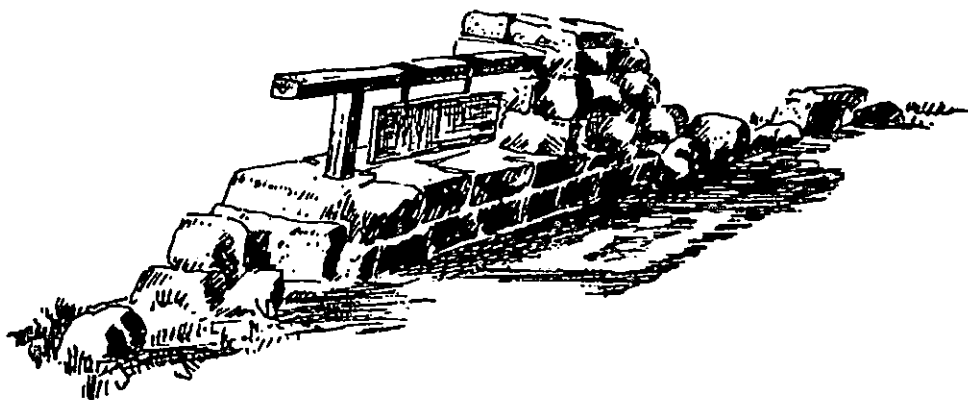
OGRADA IV.



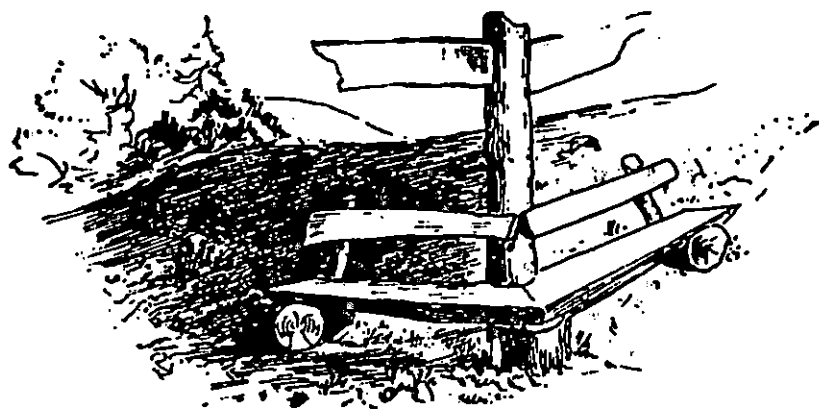
PUTOKAZ



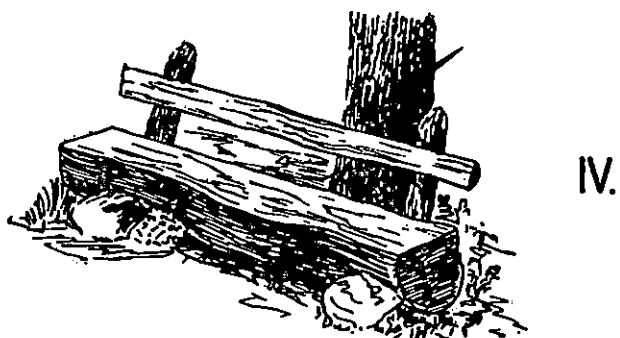
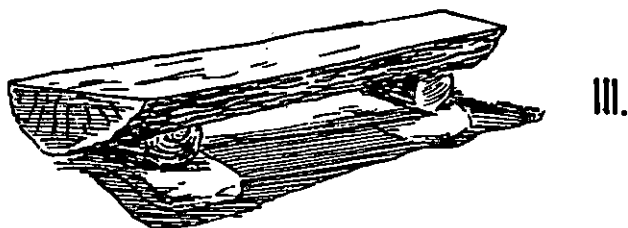
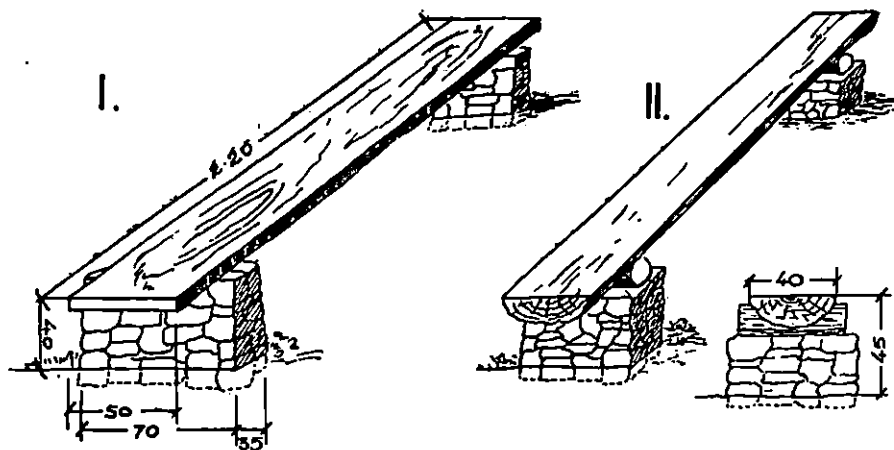
OZNAKA



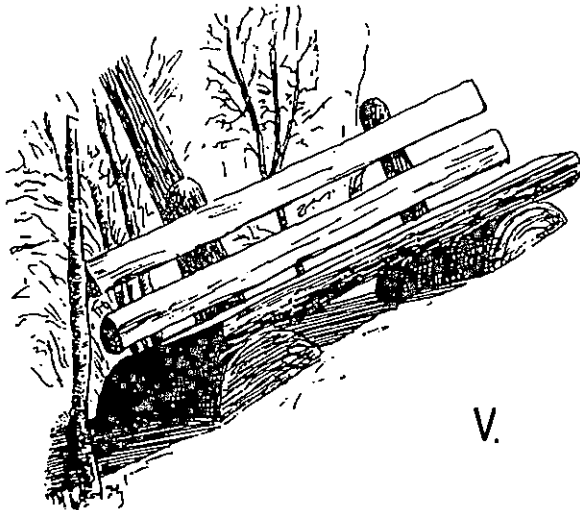
PUTOKAZ



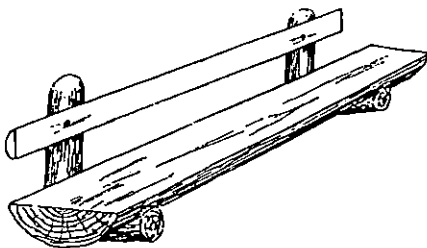
RUSTIKALNE KLUPE



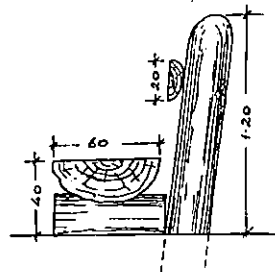
RUSTIKALNE KLUPE



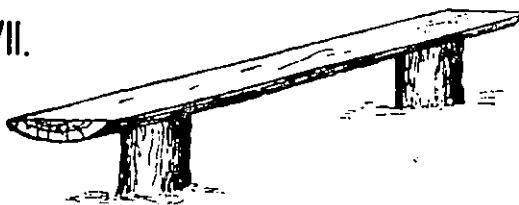
V.



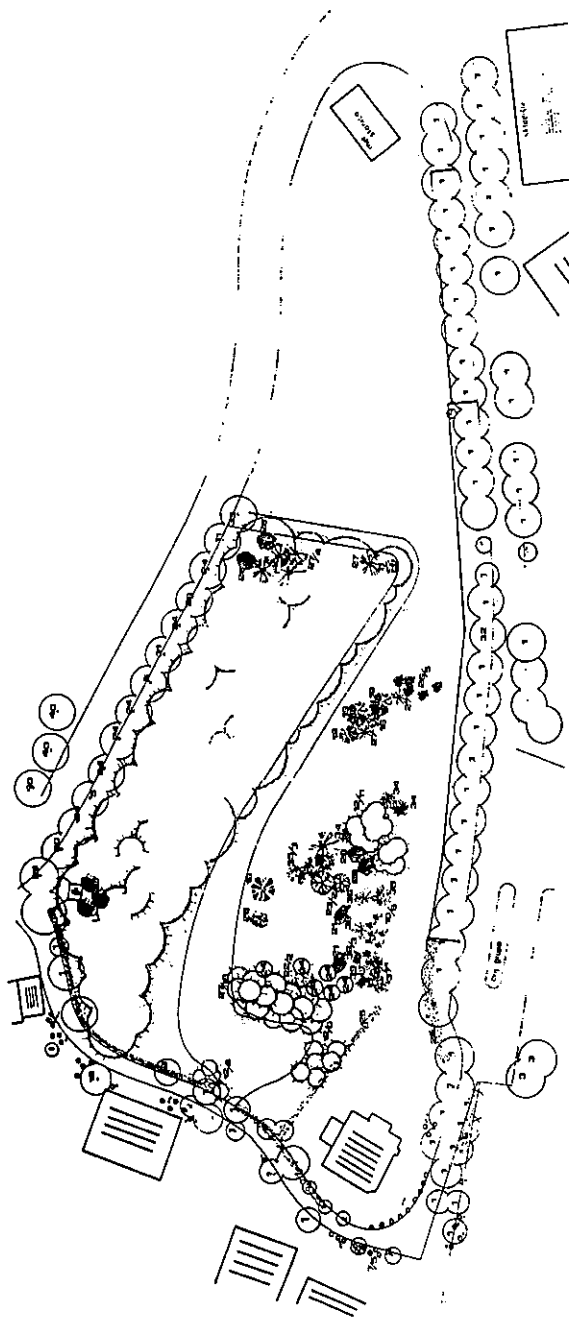
VI.

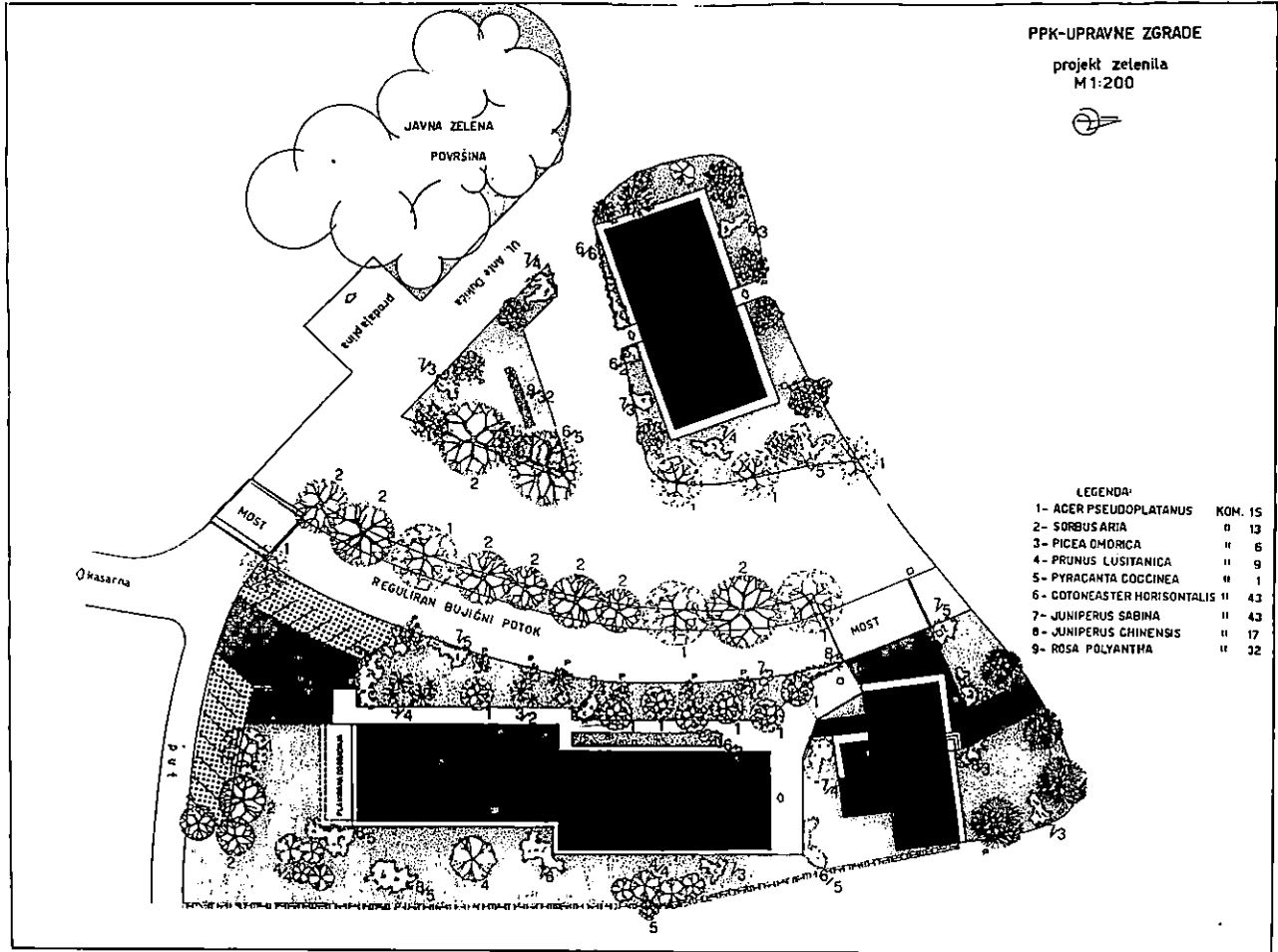


VII.



PARK I ALEJA ISPRED ŽELJEZNIČKE STANICE





Planek, I.: Pejzažne značajke Pazinske jame s gledišta oblikovanja vegetacije okoliša Pazina.
 Glas. sum. pokuse 31:317-390, Zagreb, 1994

THE SCENERY OF THE PAZINSKA JAMA CAVE IN VIEW OF THE LANDSCAPE ARCHITECTURE OF THE PAZIN SURROUNDINGS

Summary

A part of the planned landscape evaluation, this discussion has yielded ideas respecting both the susceptibility and the attraction of the Cave area. Research has been carried out on the spatial factors established through the studies of scientific data, specialist projects and publications, as well as by the comparison of the already achieved solutions in similar nature areas in Croatia (Zeleni Vir in Skrad, Komačnik in Vrbovsko).

Besides field surveys of the greater area around the Pazinska Jama cave, photography taking in the Cave itself, the studies of the way it has been used so far, and the estimate of its future use, the following should also be established:

- The allocation of the suggested developments, considering the physical features of the space and the economical suitability. A model, we could call it **attraction model**, contains the possible placements or transformation of the existing facilities within the given range; the model also suggests the most optimal solution in terms of the functions and contents of the space.
- Which of either natural areas or man-made facilities, inseparable from the desired functions and use of the areas around the Cave and along the river Pazinčica, will stimulate the development of tourism?
- Which of the zones close to the Cave are to a greater or lesser degree susceptible to the planned activities? We call this a **susceptibility model**. It should answer the question whether it is possible to find a balance between the interests of tourism and those of environmental protection.

This kind of approach includes the required amount of active protection. In the present passive protection there is the danger of blocking any further planned activities, which would give the Cave a status of a visual attraction full of potential hazards for its environment: urbanization, pollution, devastation.

A higher and more adequate model of planned protection would be achieved using the same methodology as with the attraction model; any measures that could irretrievably damage any part of the area should be imperatively banned.

This model has been created only through field research and the comparison of the scientific and technical data of similar areas.

In the course of the research I have realized, that there are no limiting factors in the Pazin surroundings in terms of spatial disturbance and pollution. It is estimated that the pollution of all forms has been increasing, which is a serious obstacle in planning the desired tourist attraction of the area. If the *status quo* remains, the increasing threat of the present polluting agents coming directly into the Cave would lead to inconceivably disastrous consequences for the whole Istrian

peninsula. A very dangerous disturbance of the biotopes above and under the ground would take place.

This area has been treated as a reserve area protected by the Law on Environmental Protection. There are, however, tendencies to meet the various demands by implementing development and spatial plans in the areas established as integral wholes.

The guidelines of this discussion admit further activities in terms of suggestions for the design and layout proposals. The aim of the discussion is to initiate other opinions on the nature resources of the Pazin area, previous to any measures that could be taken; another aim is also to support the efforts that have been made so far.

Protected as a nature reserve, the Pazinska Jama cave is a unique phenomenon of the Istrian karst. Accordingly, all activities and measures taken there should be in accordance with the Law on Environmental Protection. Thus, the attraction model will have to be strictly subdued to the susceptibility model. Previous to any developments, the nature areas will have to be prepared and evaluated. The preparation of the nature areas will include the protection of the soil, vegetation, wildlife and architectural heritage. It will also entail amelioration, adaptation and conservation of the parts that have been highly estimated, such as buildings, geomorphological forms, vegetation and wildlife.

A further step will be the development of the infrastructure focused on tourism. The interaction of the city and its surrounding areas will create an integral area ready to develop tourism as an essential branch of Istrian economy which has been limited to the narrow coast belt, while the jewels of the cultural and natural heritage lie hidden in the heart of the Peninsula.

Detection and elimination of the past failures followed by uncompromising prevention of new ones are the two preconditions needed for a change in the attitude toward the magnificent nature area of Pazinska Jama.

Author's address:
Ivan Pentek
51 400 Pazin
M. B. Rašana 11
Croatia

ŽELJKO MAJER

RITSKE ŠUME HRVATSKOG PODUNAVLJA I NJIHOVA PRIRODNA OBNOVA

FLOOD PLAIN FORESTS OF THE DANUBE BASIN AND THEIR NATURAL REGENERATION

Prispjelo: 28. IV. 1994.

Prihvaćeno: 9. V. 1994.

Autor je u svome radu obradio prirodne uvjete dijela Podunavlja od Borova Sela do Šarengrada, na ukupnoj duljini od 38 km, i obavio istraživanja prirodne obnove ritskih šuma toga dijela hrvatskog Podunavlja.

Obrađujući sinekološke prilike, utvrdio je da se na tom dijelu Podunavlja razvijaju paraklimaksne zajednice mekih listača – vrba i topola – koje se prirodno pomlađuju. No, čovjek je u svojoj želji za što bržim stvaranjem profita uveo i umjetno pomlađivanje, tj. podizao je kulture i plantaže različitih klonova vrba i topola, pa je time dosta poremetio prirodnu obnovu i stabilnost ovih šuma.

Radi što sigurnije prirodne obnove spomenutih šuma autor je proveo niz pokusa obnove bijele i crne topole i bijele vrbe. Pokusi se odnose na povređivanje žilja presijecanjem ili kopanjem jaraka na različitim udaljenostima od panja, premazivanjem panjeva kemijskim sredstvima i dr.

Dobiveni rezultati potvrđuju pretpostavku da je prirodna obnova ritskih šuma moguća i da zadovoljava te da je mnogo jeftinija i sigurnija od umjetne obnove.

Ključne riječi: Podunavlje, poplava, prirodna obnova, podzemna voda, euroameričke topole, bijela i crna topola, bijela vrba, malati, njega šuma.

UVOD I PROBLEMATIKA INTRODUCTION AND MAIN ISSUES

Šume gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade« većim su dijelom u prošlosti pripadale grofoviji Eltz u Vukovaru. Iz toga se izuzima šuma Borovska ada, koje je bila vlasništvo zemljišne zajednice sela Borovo i šuma Stotinska ada, koja je pripadala urbarijalnoj zajednici sela Sotin.

Eksproprijacijom godine 1936. dio šume Šarengadska ada dodijeljen je kao pašnjak zemljišnoj zajednici sela Šarengrad, kojim se i danas koristi.

Dio sadašnjih šuma gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade« prema gospodarskoj osnovi šuma vukovarskog vlastelinstva pripadao je gospodarskoj

jedinici E. To je bila niska šuma s 35-godišnjom ophodnjom, površine 1188 katastarskih jutara.

Godine 1947, kada su sve šume proglašene društvenim vlasništvom, sve su ade predane na gospodarenje Šumariji Vukovar.

Prva gospodarska osnova za šume vukovarskog vlastelinstva sastavljena je 1905. godine. U njoj su označeni ciljevi i ustanovljene smjernice budućega gospodarenja. Prema toj osnovi dunavski otoci popunjavani su vrbom, običnom (crna i bijela topola) i kanadskom topolom, i to »putem ključeca, šiba i štapića«, kako stoji u osnovi. Prilikom sječe šuma na otocima su ostavljani hrastovi i brijestovi pričuvci, koji će rasti kroz dvije, eventualno tri ophodnje niske šume.

Nekada je glavni tok Dunava išao između odjela 5, 6, 7, 8 i 9 te 12, 13, 14 i 15 u šumskom predjelu Borovska ada, pa su odjeli 12, 13, 14 i 15 teritorijalno pripadali Bačkoj. Mohovski rit, Mohovska ada i Šarengradka ada bili su do konca 19. stoljeća jedinstven kompleks, a Dunav je tekao sjeverno od Mohovske ade, Šarengradke ade i Hagla. Godine 1890. počelo je, a 1899. godine završeno kopanje kanala koji je bio širok oko 40 metara, a koji je razdvojio Mohovsku i Šarengradsku adu od sadašnjega Mohovskog rita, tako da je to postao novi tok Dunava, koji je nakon što je kanal prokopan proširio svoje korito, odnoseći obale i nasipe koji su bili oko sto metara udaljeni od obala.

Taj se proces nastavlja i danas, tako da je sada glavni tok Dunava širok oko 500 metara.

Stari tok Dunava, koji je nekada tekao sjeverno od Hagla, prestao je biti plovna 1937. godine, a nanošenjem mulja i pijeska sve je plići pa se pri niskom vodostaju Dunava ne može proći malim čamcem, a katkada i potpuno presuši. Godine 1978. u šumskim predjelima Mohovska ada i Šarengradka ada posječena je čistom sječom autohtona šuma i to u Mohovskoj adi u duljini 1500 metara i širini 150 metara, što iznosi 22,5 ha, i u Šarengradskoj adi u duljini 1900 metara i širini 150 metara, što iznosi 28,5 ha. To je učinjeno radi izgradnje nasipa uz Dunav. Nakon više godina neizvjesnosti, konačno se od toga odustalo. Posječena površina mjestimično se sama obnovila naletom sjemena crne i bijele topole i bijele vrbe, te američkog jasena, duda i negundovca. Dio je obnovljen iz panjeva i žilja istih vrsta drveća.

Šume gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade« prostiru se od sela Borova na sjeverozapadu do sela Šarengrad na jugoistoku općine Vukovar uz desnu i lijevu obalu Dunava. Dunav svojom nestalnom količinom vode na nekim dijelovima uz vodotok odnosi obale, dok na drugim dijelovima nanosi obalu i tako se stvaraju poloji (ritovi) i ade (otoci). U gospodarskoj osnovi šuma vukovarskog vlastelinstva iz 1925. godine piše: »Cjelokupna površina dunavskih otoka povećala se je prema tome u toku zadnjih 20 godina za 24 katastralna jutra i 40 četvornih hvati.«

Šume na tim ritovima i adama dobile su nazive prema najbližim gradovima i selima, a to su: Borovska ada, Vukovarska ada, Sotinska ada, Opatovačka ada, Mohovski rit, Mohovska ada i Šarengradka ada.

Problemi koji se javljaju u obnovi sastojina gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade« na dijelu Podunavlja od sela Borova do sela Šarengrad možemo svrstati u tri kategorije:

1. objektivni,
2. subjektivni i
3. biotski.

1. Objektivni razlozi neuspjeha u obnovi i podizanju šuma na adama i ritovima su voda, suša, led i drugi. Visoki vodostaj Dunava tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci uništava mlada stabalca bijele vrbe.

Kako se vrba sadi na niskim terenima, mlada stabalca vrbe se gotovo »skuhaju« u vodi ako visok vodostaj dulje potraje. To je osobito istaknuto ako je cijelo stabalce pod vodom. Visok vodostaj negativno djeluje i na mlada stabalca euroameričkih topola. Poznato je da topola ima plitak korijenski sustav pa se na tako raskvašenom tlu uz manji nalet vjetra lako izvali. Na neuspjeh nakon pošumljavanja euroameričkim topolama znatan utjecaj ima i nizak vodostaj Dunava, jer tada korijenski sustav mladih topola ostaje bez vode i topola se suši. To je posebno uočljivo na mjestima gdje su čisti sterilni pijesci, kao što su Borovska ada, Mohovska ada i Šarengradska ada.

Led u barama, nizama, a ponekad i na gredama guli koru s mladih stabalaca vrbe i topole ili ih lomi i savija.

2. Subjektivni razlozi neuspjeha su sljedeći:

- predugo stajanje sadnica ili prutova topole i vrbe na otvorenom prostoru, gdje ih vjetar i sunce isušuju,
- nezaštićene sadnice pri transportu kopnom ili vodom (transport vodom /čamcem/ traje i po 6-7 sati),
- duže stajanje neposađene sadnice u izbušenoj jami,
- loš izbor klona euroameričke topole ili bijele vrbe,
- neispitano tlo,
- sadnja sadnica euroameričkih topola na preniske terene, tj. na staništa vrbe, ili još niže, te sadnja vrbe u bare.

3. Biotski razlozi neuspjeha obnove ovih šuma jesu:

- divljač koja odgrizanjem vršnih pupova i guljenjem kore mladih stabalaca nanosi velike štete, što je osobito vidljivo u Mohovskoj adi, Haglu i šarengradskoj adi, gdje obitava prevelik broj divljači,
- stoka, koja također odgrizanjem vrhova stabalaca te lomljenjem nanosi znatne štete (Mohovska ada, Šarengradska ada),
- bolesti i štetočine, kao što su rak kore na topoli (*Dotichiza populae* Sacc. et Briard) i pjegavost lišća topole (*Marsonina brunea*). Manje štete čine i topolova crvena zlatica (*Melasoma populi*), modra vrbina zlatica (*Plagiodera versicolora* Laich.) i mala topolova staklokrilka (*Sciapteron tabaniforme* Rott.).

Iz iznesenoga možemo zaključiti da postoji niz problema koji prate uzgajanje šuma na dunavskim ritovima i otocima.

»Činjenica je da i uz promjenu klona, kultivara i tehnologije, svakim danom problemi uspjeha pošumljavanja postaju sve veći. Već pomalo postaje pravilo da se većina površina dva do tri puta pošumljava, što izaziva velike financijske probleme.

Nužno je problematiku topolarstva promatrati u kontekstu ekoloških promjena, koje su evidentne u području ritskih nizinskih šuma, gdje su nivo podzemnih voda i dinamika plavljenja doživjeli velike promjene, što itekako ima utjecaja na šumsko tlo i šumu.

Osim toga moramo biti svjesni dinamike progresivnog razvoja tih staništa koja idu u pravcu klimatogene zajednice hrasta lužnjaka. Ukoliko na to stanište (gdje je bila kultura topole) ponovo sadimo topolu, unosimo je na stanište koje joj više ne odgovara i gdje je ona inferiorna u odnosu na druge vrste drveća i ostlau vegetaciju (Matić 1990: 33, 56).

SINEKOLOŠKE KARAKTERISTIKE ŠIREG PODRUČJA SYNECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GREATER AREAS

POLOŽAJ I POVRŠINE - SITUATION AND AREAS

Sastojine gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade« nalaze se na ritovima (polojima) i adama (otocima) Dunava, od sela Borova na sjeverozapadu općine do sela Šarengrada na jugoistoku općine Vukovar.

Prostorno su ade i ritovi vrlo udaljeni jedni od drugih.

Ade i ritovi se protežu na Dunavu od 1308. km do 1346. km od njegova ušća u Crno more, odnosno na ukupnoj duljini od 37,5 km.

Karakteristično je za ove površine da su izložene stalnim smanjenjima i povećanjima površina. Uzrok tomu je nestabilan vodostaj Dunava, koji na jednom dijelu odnosi (odronjava) površinu, a na drugom dijelu taloži mulj i pijesak. Na taj način nastaju novi otoci u obliku malata.

Ukupna površina gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade« iznosi 1809,03 ha. Od toga je obraslo 1606,10 ha, neobraslo proizvodno 12,64 ha, neobraslo neproizvodno 29,91 ha i neplodno 160,38 ha. Tomu treba dodati i površinu koja je izdvojena za nasip, tako da ukupna površina gospodarske jedinice iznosi 1860 ha.

Neobraslu proizvodnu površinu čine čistine koje do danas nisu bile pošumljene, a moguće ih je pošumiti.

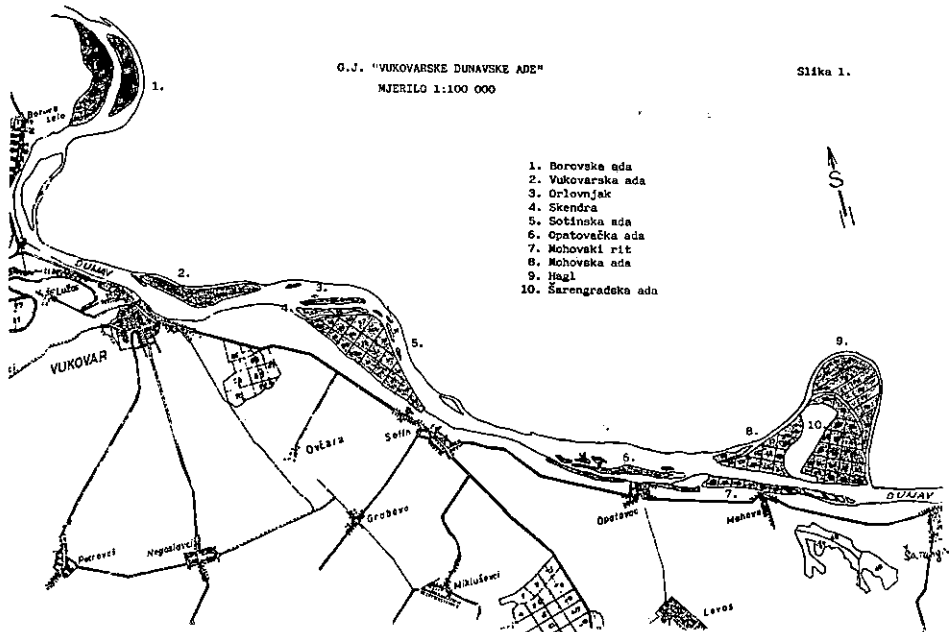
Neplodne površine čine bare, koje su gotovo cijelu godinu pod vodom. U sljedećoj tablici dajemo prikaz svih površina po šumskim predjelima gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade«.

Šumski predjel	Odjeli	Površina (ha)
1. Borovska ada	1-15	275,26
2. Vukovarska ada	16-21	138,74
3. Orlovnjak	22	46,28
4. Skendra	23-24	48,66
5. Sotinska ada	25-45	403,48
6. Opatovačka ada	46-50	100,80
7. Mohovski rit	51-57	101,02
8. Mohovska ada	58-69	158,16
9. Hagl	70-77	276,06
10. Šarengadska ada	78-96	260,57
Ukupno:		1 809,03

GEOLOŠKA PODLOGA - PARENT ROCK

Prema studiji »Ekološko-gospodarski tipovi ...« Šumarskog instituta iz Jastrebarskoga gospodarska jedinica »Vukovarske dunavske ade« leži na aluvijalnom nanosu. Ona obuhvaća desnu obalu Dunava i ade od sela Borova do sela Šarengrad.

Nadmorska visina ovog dijela Podunavlja iznosi od 75 do 85 m. Desna obala



Dunava ima karakterističan strmi oblik. Na pojedinim mjestima strmo se uzdiže prapor. Na nekim mjestima se ispod tako strme obale rasprostire aluvijalna terasa, koja je obrasla ritskim šumama. Veći dio tih ritskih šuma do danas je posječen čistim sječama, a na njihovo mjesto posađeni su klonovi euroameričkih topola i neki klonovi bijelih vrba. Lijeva obala Dunava ima veoma blagi pad prema Dunavu, tako da za visokog vodostaja dio ada i ritova uz Dunav bivaju poplavljeni.

Konfiguracija terena više-manje je valovita. Karakteristične su grede i bare. Na gredama se razvila raznolika šumska vegetacija, zavisno od utjecaja poplave vode, dok u barama osim barske vegetacije nema ništ drugo. Valovitost terena stvara voda svojim stalnim djelovanjem. Kada je vodostaj Dunava visok, tada voda tlači i raskvašuje strme obale ritova i ada. To je posebno istaknuto tamo gdje je matica rijeke blizu obale, a karakteristično je za Vukovarsku adu, Skendru, Sotinsku adu, Mohovsku adu i Hagl. Kada se voda povlači (opada vodostaj), obala se obrašava u Dunav jer nema protutlaka vode. Bez obzira na to da li se blizu obala nalazi šumska vegetacija ili ne nalazi, one se nakon povlačenja Dunava ruše u rijeku te se tako površina ada i ritova smanjuje. Obrnuto je na drugim mjestima gdje je matica rijeke daleko od obale. Tamo voda nanosi mulj i pijesak te se taloženjem nanesenog materijala povećavaju već nastali otoci ili se stvaraju novi. Na tako nastalom prudu za vrijeme povoljnog vodostaja stvara se malat rakite i bijele vrbe. Ako vodostaj bude povoljan, tj. ako se nastala vegetacija održi godinu dana, tada je gotovo sigurno da će ona tu trajno i ostati.

Na prudovima je najzastupljenija bademasta vrba, koja ima pionirsku ulogu. Vijek bademaste vrbe je veoma kratak i iznosi svega 10 godina. Međutim, ona omogućuje da se na tom malatu i odumrlim stabalcima zadrži mulj i pijesak, te se tako »podizhe« teren i stvaraju se povoljni uvjeti za pridolazak trajne vegetacije (Rauš 1976).

PEDOLOŠKA OBILJEŽJA PEDOLOGICAL FEATURES

Tla dunavskih ada i ritova na ovom dijelu Podunavlja pripadaju razredu nerazvijenih tala (fluvisoli), te prema klasifikaciji tala Posavine (Kovačević i dr. 1967.) i prema klasifikaciji tala Jugoslavije (Škorić, Filipović & Čirić 1972) svrstavaju se ova tla, s obzirom na karakter vlaženja, u red hidromorfinih tala.

Aluvijalna tla istraživanog područja su recentna karbonatna, a prema stupnju razvitka su nerazvijena, slabo razvijena ili razvijena aluvijalna tla.

Još se javljaju neoglejane, oglejane ili glejne varijante aluvijalnih tala, koja su pod slabijim ili jačim utjecajem poplavljenih ili podzemnih voda Dunava.

Prilikom taksacijskih radova na uređenju gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade« otvoren je profil u blizini pokusne plohe (Hagl 70b) u sastojini crne i bijele topole. Profil je otvoren 26.09.1988. godine. Obradu je obavio Danko Sušac, dipl. inž. šum., iz Službe za uređivanje šuma, pri Upravi šuma Vinkovci »Hrvatskih šuma« Zagreb.

Opis profila

O1 – debljina 2–3 cm – organski površinski horizont

I (A) – debljina 0–25 cm – žutosmeđe boje tla (ima primjese pijeska) sa znakovima oglejavanja (rdaste mazotine).

Horizont reagira na solnu kiselinu (dokazuje prisutnost karbonata).

oštar prijelaz

II – debljina – 25–95 cm – pijesak bez znakova oglejavanja. Reagira na solnu kiselinu.

oštar prijelaz

III – debljina – 95–105 cm – žutosmeđe bogato tlo, s primjesom pijeska. Postoje znakovi oglejavanja (rdaste mazotine). Reagira na solnu kiselinu.

oštar prijelaz

IV – debljina – 105–185 cm – pijesak vlažniji (postoje znakovi oglejavanja rdaste mazotine). Horizont reagira na solnu kiselinu, no reakcija je slabija nego u prethodnim horizontima.

Vrste tla

Aluvijalno–karbonatno oglejeno, vrlo duboko tlo.

Opće karakteristike

Aluvijalna tla (fluvisoli) nastaju na polojima (riječne terase), rijeka zbog permanentnog taloženja svježih suspenzija. Ova vrsta taloženja uzrokuje nemogućnost razvoja humusnog horizonta, te su i redukcijski procesi u ovoj vrsti tla slabo očitovani (znatna pokretljivost podzemnih i poplavnih voda u riječnim dolinama čini ih bogatijim kisikom).

S obzirom na takve karakteristike voda i mogućnost postojanja dužih razdoblja u kojima je suficitna voda potpuno nestala iz tla, redukcijski procesi u takvim uvjetima manje su izraženi, a kadtkada ih i nema.

Zemljište se vlaži iz tri izvora: iz atmosferskih taloga, iz poplavnih i iz

podzemnih voda. Dinamiku vodnog režima karakterizira veliko sezonsko kolebanje razine suficitnog vlaženja, koje korespondira s razinom vode u rijeci.

Rasprostranjenost

Fluvisoli se nalaze u dolinama svih naših rijeka u različitim varijantama (karbonatni, karbonatno-oglejani, karbonatno-zaslanjeni, nekarbonatni, nekarbonatno oglejani itd.). Osobito značajna prostranstva zauzimaju u dolinama naših velikih rijeka (Dunav, Sava, Drava).

Osnovna svojstva

Tipično za morfologiju fluvisola je postojanje raznovrsnih slojeva koji se obilježavaju rimskim brojkama (I, II ...), počvši od površinskog sloja kao najmlađega.

Osnovni tip profila je I (A-II-III). Od genetskih horizonata može se naći horizont A i eventualno horizont G, no broj slojeva, njihov granulometrijski sastav i njihove međusobne kombinacije mogu biti neograničeno velike.

Mineralni i kemijski sastav također su promjenljivi i zavise od porijekla i prirode materijala koji se iz slivnog područja transportira u riječni tok. Na primjer, suspenzije poplavnih voda Dunava mogu sadržavati 2,5% humusa, 5,2% CaCO_3 i 2,4% K_2O (Filipović 1974).

Ekološko-proizvodne karakteristike

Bez obzira na to što su fluvisoli nerazvijena tla, oni obično imaju visoku plodnost i naseljeni su šumama topola i vrba. Tako se na najsušim gredama javljaju bijela i crna topola, a porastom vlaženja i stupnja oglejavanja nastupaju crna topola i bijela vrba. Fluvisoli su također staništa interesantna za uzgoj plantaža topola. Treba naglasiti da pjeskoviti fluvisoli s dubokom razinom podzemne vode (više od 250 cm) nisu pogodna staništa za plantaže topola. Za razliku od ilovastih fluvisola, fluvisola s fosilnim humusnim horizontima te varijante s plicom razinom podzemne vode, koji bi mogli kompenzirati suhoću pjeskovitih nanosa, pružaju pogodnije uvjete za uzgajanje topola.

KLIMATSKA OBILJEŽJA – CLIMATE

Na ovom dijelu Podunavlja vlada umjereno kontinentalna klima, podunavska varijanta, s izrazito ostrim zimama i izrazito velikim ljetnim vrućinama.

Klimatske prilike istraživanog područja prikazat ćemo na temelju podataka meteorološke stanice u Iloku za razdoblje 1971-1980. godine.

- Srednja godišnja temperatura zraka za razdoblje 1971-1980. iznosila je u prosjeku 10,9 °C.
- Srednja temperatura zraka vegetacijskog razdoblja (travanj-rujan) iznosila je 17,6 °C.
- Srednji maksimum najtoplijeg i srednji minimum najhladnijeg mjeseca vide se u tablici 1.
- Apsolutni maksimum u desetogodišnjem nizu iznosio je za stanicu Ilok 36,6 °C, što je vidljivo u tablici 1.
- Apsolutni minimum u tom razdoblju iznosio je - 21,9 °C.

Tabele 1.

Meteo- rološka stanica	Go- dine	Srednje godišnje temperature	Srednji				Apsolutni			
			maksimum °C	najtopl. mjesec	minimum °C	najhladn. mjesec	maksimum °C	minimum °C		
	1971.	11,0	29,4	VIII	-2,9	I	36,6	VIII	-12,0	XII
	1972.	11,1	27,1	VI	-2,4	I	33,2	VIII	-11,0	I
	1973.	10,8	27,5	VII	-2,5	I	35,5	VII	-13,1	XII
	1974.	11,5	28,5	VIII	-0,7	I	35,0	VII	-8,0	I
	1975.	-	27,0	VII	-2,8	II	32,6	VII	-9,4	XI
	1976.	10,8	27,4	VII	-3,6	II	33,8	VII	-15,2	II
	1977.	11,1	26,8	VIII	-3,4	XII	33,4	VII	-10,8	XII
	1978.	10,3	26,3	VIII	-1,9	I	32,7	VIII	-21,9	II
	1979.	11,4	27,1	VI	-4,8	I	35,0	VIII	-15,6	I
Ilok	1980.	10,1	26,2	VIII	-6,6	I	34,0	VIII	-17,8	I
Prosjeak		10,9	-	-	-	-	-	-	-	-

Srednje mjesečne i godišnje relativna vlaga zraka (%) u razdoblju 1971.-1980. god. Tabele 2.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Ilok	81	77	69	71	77	71	71	74	76	79	81	81	76

Srednje mjesečne i godišnje količine oborine (mm) za razdoblje 1971.-1980. god. Tabele 3.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Ilok	34	34	32	53	61	90	71	79	44	56	54	40	648

Razlike između apsolutnih minimalnih i apsolutnih maksimalnih temperatura daju temperaturnu amplitudu od 58,5 °C, što se djelomično negativno odražava na pridolazak i uspijevanje šumske vegetacije.

Relativna zračna vlaga ima također veliko značenje za biljni svijet. Prikazana je u tablici 2.

Srednja količina mjesečnih i srednja godišnja količina oborina za cijelo razdoblje mogu se vidjeti u tablici 3. Srednji godišnji hod količine oborina za razdoblje 1971-1980. pokazuje dva maksimuma, i to prvi i glavni ljeti u lipnju (90 mm), a drugi, sporedni u listopadu (56 mm). Također su jasno istaknuta dva oborinska minimuma, i to prvi u ožujku (32 mm), a drugi u prosincu (40 mm).

U vegetacijskom razdoblju u prosjeku je 60 kišnih dana, što praktično znači da je svaki treći dan kišan, a to je vrlo dobar raspored oborina za vegetacijsko razdoblje.

Količina oborina koje padnu u vegetacijskom razdoblju iznosi 61% ukupnih oborina, što je dosta povoljno za razvoj vegetacije. Za čitavo istraživano područje količina oborina iznosi 648 mm. Od toga u vegetacijskom razdoblju padne 398 mm.

Srednji godišnji broj dana s mrazom iznosi 44,4.

Srednji broj dana sa snježnim pokrivačem iznosi 17,8.

Zračna strujanja na Dunavu su redovita, zatišja je veoma malo. Vjetrovi koji ovdje pušu uglavnom su sjeverozapadni i jugoistočni vjetar (košava). Rjeđe pušu jugozapadni i sjeveroistočni vjetrovi.

Budući da je ovdje riječ o paraklimaknoj vegetaciji, klima ima manje značenje za razvoj šumske vegetacije nego što to imaju poplavna i podzemna voda, te nadmorska visina i mikroreljef.

Vodostaj Dunava ovisan je, zbog velikoga slivnog područja, o vremenskim prilikama srednje Europe, pa je vodostaj najviši u svibnju, lipnju i srpnju, kada se topi snijeg u Alpama.

VEGETACIJA RITSKIH ŠUMA THE VEGETATION OF THE FLOOD PLAIN FORESTS

Šumsku vegetaciju ovog dijela Podunavlja proučavali su u nas: Španović (1931, 1932, 1954), Rajevski (1950), Slavnić (1952), Herpka (1960, 1963), Zsuffe (1964), Jovanović (1965, 1969), Rauš (1973, 1986), i drugi. U stručnoj literaturi pisali su još mnogi stručnjaci, npr. Matić (1986) i drugi.

Šumsku vegetaciju ovog dijela Podunavlja istraživao je prema kombiniranoj Braun-Blanquetovoj metodi Rauš (1989). Šumska vegetacija predstavljena je isključivo paraklimaksnim zajednicama.

Na osnovi istraživanja Horvatovih i Horvatićevih ovaj dio Podunavlja svrstavamo u kopneni (kontinentalni) pojas vegetacije, i to u prijelazna područja šuma hrasta sladuna i cera (*Quercetum confertae cerris* Rud.) u stepsku vegetaciju (*Chrysopogonietum danubiale* Ht.).

Prema fitogeografskoj raščlanjenosti Jugoslavije (Zagreb 1967) istraživano područje spada u eurosibirsko-sjevernoameričku regiju, ilirsku provinciju i niži šumski pojas sveze *Carpinion betuli illyricum*.

Sistematski pregled i opis šumskih zajednica donosimo prema Rauš (1976).

Sistemski pregled istraženih zajednica

Razred: *Querc-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 1937

Red: *Populetalia* Br.-Bl. 1931

Sveza: *Alno-Ulmion* Br.-Bl. et Tx. 1943

Asocijacija: a) *Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 1952 Salicion (Sóó) Oberd. 1953

b) *Populetum nigro-albae* Slav. 1952

c) *Salici-Populetum nigrae* (Tx. 1931) Meijer-Drees
rubetosum caesii Rauš 1973

d) *Galio-Salicetum albae* Rauš 1973

e) *Salicetum triandrae* Malc. 1929

f) *Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 1952

Razred: *Phragmitetea* Tx. et Preis. 1942

Red: *Phragmitetalia* W. Koch 1926

Sveza: *Phragmition* W. Koch 1926

Asocijacija: g) *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926

a) Šuma veza i poljskoga jasena s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 1952)

Navedenu fitocenozu u vojvođanskim nizinskim šumama prvi je opisao Slavnić 1952. godine. Ova šumska zajednica nastanjuje najviše položaje dunavskih otoka i ritova (gređe). Zastupljena je mjestimično na ovom dijelu Podunavlja u šumskim predjelima Šarengradska ada i Hagl. Zajednica zauzima starija i razvijenija aluvijalna tla viših položaja dunavskih otoka, gdje se već primjećuju pojedini procesi pedogeneze.

Nalazi se uglavnom na karbonatnim pjeskovito-ilovastim tlima, koja su dosta dobro opskrbljena hranivima, a aeracija je također dobra.

Poplavna voda rijetko dolazi na ova staništa (pri vodostaju Dunava iznad 400 cm mjereno kod Vukovara), a kada i dođe, vrlo kratko se zadržava.

Sloj drveća tvore: hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), različite forme, poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl), američki jasen (*Fraxinus americana* L.), vez (*Ulmus laevis* Pall.), negunodovac (*Acer negundo* L.) i dud (*Morus alba* L.) i *Morus nigra* L. U fitocenološkom pogledu najznačajniji su: ritski hrast lužnjak, poljski jasen i vez.

Sloj grmlja slabo je razvijen, a čine ga: petosjemeni glog (*Crataegus pentagyna* W. et K.), svib (*Cornus sanguinea* L.), klen (*Acer campestre* L.), crvena hudika (*Viburnum opulus* L.) i dr.

Sloj prizemnog rašća dosta dobro je razvijen, a čine ga: velika vlasulja (*Festuca gigantea* L./ Vill.), stupnik (*Scrophularia alata* Gilib.), kiselica (*Rumex sanguineus* L.), vez (*Ulmus laevis* Pall.) i dr. Pratilice su zastupljene u velikom broju.

Ova šumska zajednica nema neko veće ekonomsko značenje i tek je mjestimično rasprostranjena na veoma malim površinama. Nekada je bila mnogo više rasprostranjena u Podunavlju, a danas je rijetkost ritskih šuma.

b) Šuma crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952)

Prvi ju je opisao Slavnić (1952). Šuma crne i bijele topole na ovom dijelu Podunavlja obrašćuje više dijelove dunavskih otoka i ritova. Poplave su rjeđe i kratko traju jer ova zajednica nastava više položaje. Nadmorska visina se kreće 80–82 m. Voda plavi pri vodostaju 350–400 cm mjereno kod Vukovara.

Tlo je aluvijalno–karbonatno, slabo razvijeno, umjereno oglejano.

U sloju drveća dolaze: crna topola (*Populus nigra* L.), bijela topola (*Populus alba* L.) i bijela vrba (*Salix alba* L.).

U sloju grmlja dolaze: petosjemeni glog (*Crataegus pentagyna* W. et K.), crvena hudika (*Viburnum opulus* L.), trušnjika (*Rhamnus frangula* L.), vez (*Ulmus laevis* Pall.), crni glog (*Crataegus nigra* W. et K.), dud (*Morus alba* L. i *Morus nigra* L.), crni trn (*Prunus spinosa* L.), svib (*Cornus sanguinea* L.), divlja loza (*Vitis sylvestris* Gmel.) i dr.

Sloj prizemnog rašća čine ove vrste: plava kućina (*Rubus caesius* L.), vučja noga (*Lycopus europaeus* L.), šarena srba (*Galeopsis speciosa* Mill.), strupnik (*Scrophularia alata* Gilib.), paskvica (*Solanum dulcamara* L.), kasni drijemovac (*Leucoium aestivum* L.) i druge.

Ova fitocenoza obrašćuje najbolja staništa Podunavlja i ima veliko značenje u šumskogospodarskom pogledu. Na ovim staništima rastu lijepa stabla crne i bijele topole. Raspored je uglavnom stablimičan, dok je ponegdje i grupimičan. Na staništu zajednice nailazimo na čistine gdje ne raste nikakva vegetacija osim travne. To su naslage čistoga sterilnog pijeska.

c) Šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom (*Salici-Populetum nigrae* (Tx. 1931) Meijer-Drees 1936 rubetosum caesii Rauš 1973)

Ovo je optimalna i najrasprostranjenija fitocenoza dunavskih otoka i ritova.

Poplave su u ovoj šumi česte i visoke te trajnije nego u dosada spomenutim zajednicama. Ako poplave ne traju predugo, tada su i korisne. Staništa su poplavljena pri vodostaju 300–400 cm mjereno kod Vukovara.

Ova je biljna zajednica rasprostranjena na srednjem dijelu dunavskih otoka i ritova, tj. između topolovih i vrbovih šuma.

Tlo je aluvijalno–karbonatno, najmlađe i nerazvijeno ili slabo razvijeno.

U sloju drveća dolaze: bijela vrba (*Salix alba* L.) i crna topola (*Populus nigra* L.).

U sloju grmlja zastupljene su ove vrste: petosjemeni glog (*Crataegus pentagyna* W. et K.), crvena hudika (*Viburnum opulus* L.), bijela vrba (*Salix alba* L.), crna topola (*Populus nigra* L.), svib (*Cornus sanguineus* L.), crni glog (*Crataegus nigra* W. et K.) i druge.

U sloju prizemnog rašća javljaju se: milava (*Calamagrostis epigeios* /L./ Roth), rastavljeni šaš (*Carex remota* L.), paskvica (*Solanum dulcamara* L.), bahornica (*Circaea lutetiana* L.), vučja noga (*Lycopus europaeus* L.), žučkasta kozlačica (*Thalictrum flavum* L.), divlji hmelj (*Humulus lupulus* L.) i druge.

Glavnu diferencijalnu vrstu čini plava kupina (*Rubus caesius* L.), koja pokriva 80-100% površine ove zajednice.

Poplave koje su ovdje česte omogućavaju prirodnu obnovu ove fitocenoze. Veoma bogato tlo je pogodno i za umjetno podizanje kultura euroameričkih topola i klonova bijele vrbe.

d) Šuma bijele vrbe s broćikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 1973)

U Podunavlju ova biljna zajednica zauzima nize. Tla su u njoj aluvijalno-karbo-natna, slabo razvijena, oglejana ili glejna. Šuma je monotipska, što znači da sloj drveća čini samo jedna vrsta, i to bijela vrba (*Salix alba* L.).

Za vrijeme poplava, koje su u ovoj zajednici vrlo česte i visoke, iz stabala bijele vrbe raste adventivno korijenje koje lebdi u vodi, a kada se voda povuče, tada ostaje visiti kao kozja brada uz deblo.

U sloju grmlja, koji je slabo razvijen, ili ga uopće nema, mogu se pojaviti: rakita (*Salix purpurea* L.), siva iva (*Salix cinerea* L.) i bademasta vrba (*Salix triandra* L.).

U sloju prizemnog rašća kao svojstvene vrste dolaze: močvarna broćika (*Galium palustre* L.), busenasti šaš (*Carex elata* All.), žuta perunika (*Iris pseudacorus* L.), bjelkasta rosulja (*Agrostis alba* L.), močvarna potočnica (*Miosotis scorpioides* L.) i druge.

Ova biljna zajednica razvila se u unutrašnjosti ritova i ada uz postojeće bare pa je nazivamo rubnom fitocenozom. Svojim se višim dijelom naslanja na zajednicu vrba i topola, a nižim dijelom na zajednice šibljacka rakite ili na močvarnu vegetaciju bez drveća i grmlja.

Za vrijeme niskog vodostaja ostaju rubovi bara bez vode i tada su pogodno tlo za klijanje sjemena bijele vrbe, koje je doneseno vjetrom. Na taj način nastaju malati bijele vrbe. Ako je vodostaj i dalje povoljan, malati se razvijaju u zajednicu bijele vrbe s broćikom. Ukoliko je vodostaj nepovoljan (visok), tada sav malat propada i tlo ostaje ponovo bez vegetacije. Na rubnim dijelovima bara tlo je pogodno za umjetno pošumljavanje prutovima i sadnicama bijele vrbe.

e) Šuma bademaste vrbe (*Salicetum triandrae* Malc. 1929)

Fitocenoza se razvija na dunavskim adama i ritovima kao pionirska šuma. Nastaje iz sjemena u obliku malata. Životni vijek ove zajednice je veoma kratak i iznosi samo desetak godina. Međutim, ova pionirska vrsta stvara pogodne uvjete za razvoj šume bijele vrbe te crne i bijele topole.

Sklop stabala je veoma gust (kao četka), pa se na taj način pri visokom vodostaju taloži mulj i pijesak te se i podiže tlo. Na tako izginutom tlu pogodni su uvjeti za razvoj kvalitetnijih vrsta drveća, kao što su bijela vrba i crna topola.

Ova zajednica nema nikakvo ekonomsko značenje, ali je značajna po tome što ima pionirski karakter.

Tereni na kojim dolazi plavljeni su pri vodostaju 200-250 cm mjereno kod Vukovara.

Tlo je aluvijalno-karbonatno, najmlađe razvijeno.

U sloju drveća zastupljene su samo bademasta vrba (*Salix triandra* L.) i bijela vrba (*Salix alba* L.).

Sloja grmlja ovdje gotovo i nema, a u sloju prizemnog rašća, koje ima malu pokrovnost zbog neprestanog utjecaja vode, dolaze ove vrste: paskvica (*Solanum dulcamara* L.), šaš busenasti (*Carex elata* All.), čistac (*Stachys palustris* L.), broćika močvarna (*Galium palustre* L.) i druge.

f) Šibljak rakite (*Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 1952)

Zauzima najniže položaje dunavskih otoka i ritova, obrašćuje nize i bare, te predstavlja barsku granicu šume prema močarnim fitocenozama. Nalazimo je u šumskim predjelima Borovske, Sotinske i Šaregradske ade.

Razvija se u formi grmlja, a zastupljene su ove vrste: rakita (*Salix purpurea* L.), mlječika (*Euphorbia salicifolia* Host.), žuta perunika (*Iris pseudacorus* L.), šaš busenasti (*Carex elata* All.), siva iva (*Salix cinerea* L.) i druge.

Stanište ove zajednice nije pogodno za uzgoj ostalih vrsta drveća jer je plavljeno pri vodostaju 200 cm mjereno kod Vukovara.

Tlo je aluvijalno-karbonatno, najmlađe razvijeno.

g) Fitocenoza obične trske (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926)

Zauzima sasvim niska područja (bare) ili se nalazi uz stara korita dunavskih rukavaca ili u njima. Osim trske ovdje rastu i druge barske trave i vodena vegetacija.

Tlo je aluvijalno-karbonatno, slabo razvijeno, močvarno i glejno. Tereni su plavljeni pri vodostaju Dunava 180-300 cm mjereno kod Vukovara (R a u š 1976).

h) Bare bez drvenastih biljaka

Ovi su tereni bez vegetacije i nalaze se pretežno ili stalno pod vodom.

i) Kulture različitih klonova euroameričkih topola

Nalaze se na staništima veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom i šume crne i bijele topole.

j) Kulture različitih klonova bijele vrbe

Nastavaju staništa šume bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom, staništa bijele vrbe s broćkom, a znaju se naći i u fitocenozi obične trske.

k) Bagremove kulture

Panjače bagrema nalaze se na strmim obalama Dunava i fragmentarno na adama (Borovska ada i Mohovska ada).



Fot. — Phot. 1. Šuma poljskog jasena i veza s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52) u Vukovarskoj Adi — Flatterulmen/Feldeschenwald mit Stieleiche (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52) in Vukovarska Ada. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. — Phot. 2. Stablo bijele joha (*Alnus incana* Willd.) na staništu šume poljskog jasena i veza u Vukovarskoj Adi — Ein Weisserlenbaum (*Alnus incana* Willd.) am Standort des Feldeschen Flatterulmenwaldes in Vukovarska Greda. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. — Phot. 3. Šuma crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) u Srengradskoj Adi — grupa bijelih topola — Schwarzpappel/Silberpappelwald (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) in Srengradska Ada — eine Gruppe der Silberpappeln. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. — Phot. 4. Šuma crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) u Srengradskoj Adi — grupa bijelih topola — Schwarzpappel/Silberpappelwald (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) in Srengradska Ada — eine Gruppe der Silberpappeln. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. — Phot. 5. Kraljica crnih topola (*Populus nigra* L.) u Saregradskoj Adi s prsnim promjerom oko 2 m i visinom od 25 m — Schwarzpappelkönigin (*Populus nigra* L.) in Saregradska Ada mit Brusthöhendurchmesser von ca. 2 m und Stammhöhe von 25 m. (Foto: D. Raus).



Fot. — Phot. 6. Kraljica bijelih topola (*Populus alba* L.) u Saregradskoj Adi s prsnim promjerom oko 2 m i visinom preko 30 m. — Silberpappelkönigin (*Populus alba* L.) in Saregradska Ada mit Brusthöhendurchmesser von ca. 2 m und Stammhöhe von über 30 m. (Foto: D. Raus).



Fot. — Phot. 7. Šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73) u Mohovskoj Adi — Silberweiden-Schwarzpappelwald mit Ackerbeere (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73) in Mohovska Greda. (Foto: D. Rauš).



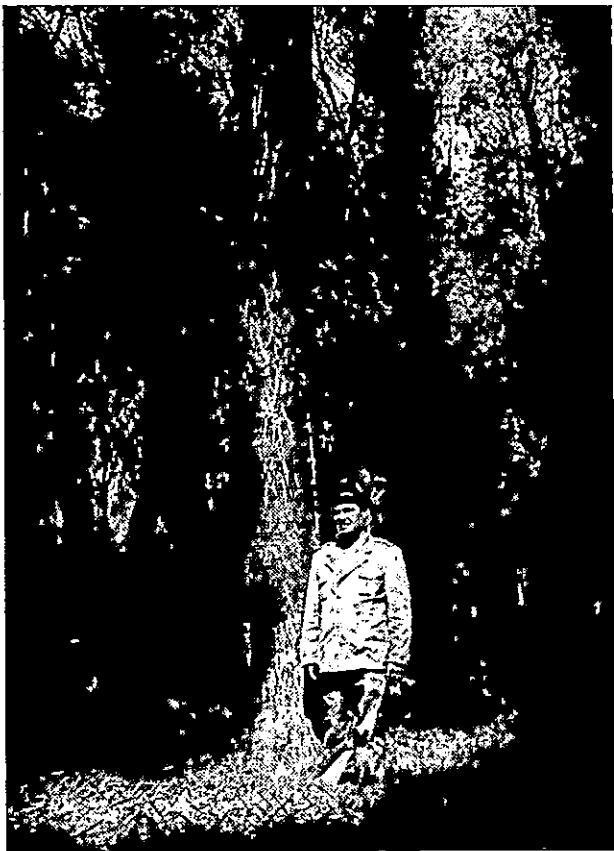
Fot. — Phot. 8. Šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73) u Erdutskoj Adi — Silberweiden-Schwarzpappelwald mit Ackerbeere (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73) in Erdutška Greda. (Foto: D. Rauš).



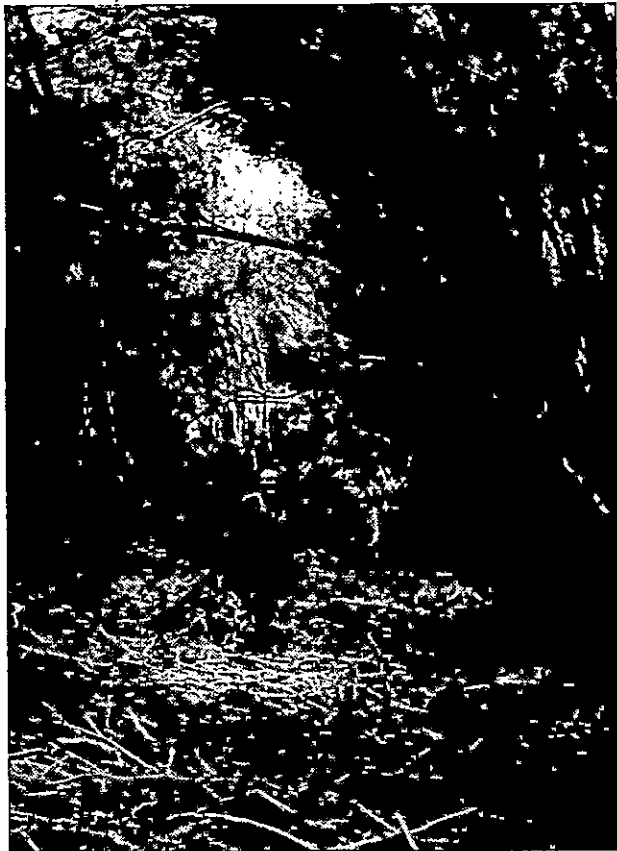
Fot. — Phot. 9. Stanište šume bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom pošumljeno kanadskom topolom na otoku Inzula kod Erduta — Standort des Silberweiden/Schwarzpappelwaldes mit Ackerbeere auf der Insel »Inzula« bei Erdut, der mit kanadischer Pappel aufgeforstet wurde. (Foto: Đ. Raus).



Fot. — Phot. 10. Isprano korijenje vrba na rubu šume bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom u Opatovačkoj Adi — Ausgewaschte Wurzeln der Weiden am Rande des Silberweiden/Schwarzpappelwaldes mit Ackerbeere in Opatovačka Ada. (Foto: Đ. Raus).



Fot. — Phot. 11. Šuma bijele vrbe s bročikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73), terminalna faza s ponekom crnom topolom u Borovskoj Adi — Silberweidenwald mit Labkraut (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73), Terminalphase mit sporadisch eingesprengter Schwarzpappel in Borovska Ada. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. — Phot. 12. Granica između dviju sastojina (starije i mlade) bijele vrbe s bročikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73) u Opatovačkoj Adi — Grenze zwischen zwei Beständen (dem älteren und jüngeren) des Silberweidenwaldes mit Labkraut (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73) in Opatovačka Ada. (Foto: Đ. Rauš).



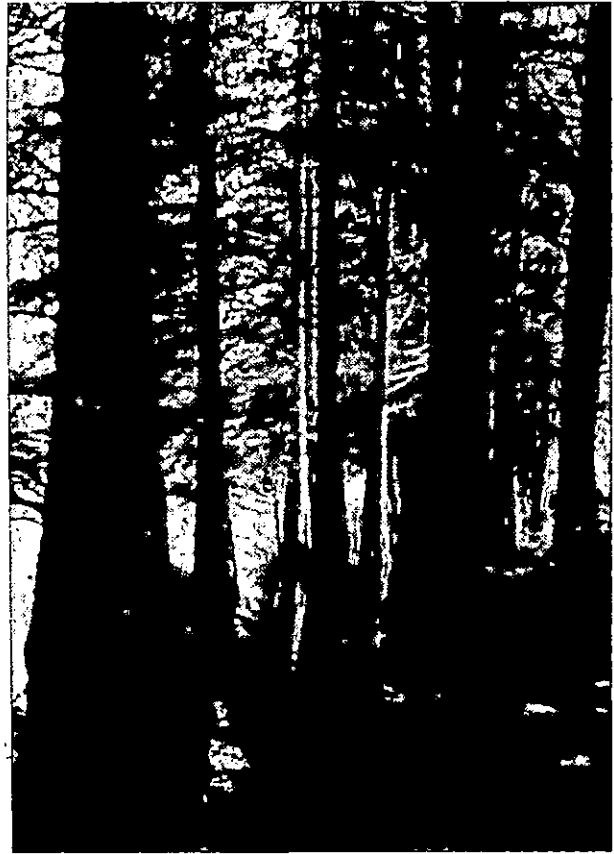
Fot. — Phot. 13. Šuma bademaste vrbe (*Salicetum triandrae* Malc. 29), optimalna faza (nastupa u 4—8. god.) u Sotinskoj Adi — Mandelweidenwald (*Salicetum triandrae* Malc. 29), Optimalphase (im 4—8. Jahr eintretend) in Sotinska Ada. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 14. Šuma bademaste vrbe (*Salicetum triandrae* Malc. 29), terminalna faza (nastupa u 8—10. god.) u Sotinskoj Adi — Mandelweidenwald (*Salicetum triandrae* Malc. 29), Terminalphase (in 8—10. Jahr eintretend) in Sotinska Ada. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 15. Fitocenosa obične trske (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 26) u Mohovskoj Adi — Simsen/Schilfröhricht (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 26) in Mohovska Ada. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 16. Kultura močvarnog taksodija (*Taxodium distichum* Rich.) uz desnu stranu puta od Dunava prema Bačkoj Palanci, uzgojena na staništu bijele vrbe s bročikom (prirodno se pomladuje od svoje 40. godine) — Kultur der Sumpfeibe (*Taxodium distichum* Rich.) längs der rechten Seite des Weges von der Donau nach Bačka Palanka, die auf dem Standort der Silberweide mit Labkraut erzogen wurde und sich natürlich seit ihrem 40. Lebensjahr verjüngt. (Foto: D. Rauš).

VLASTITA ISTRAŽIVANJA

METODA RADA – WORK METHODS

Terenski rad – Field work

Pokusna ploha – Experimental plot

U odjelu 70b gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade«, šumski predjel Hagl, površine 12,10 ha, osnovana je u listopadu 1988. godine pokusna ploha površine 0,50 ha (100 × 50 m). Ploha je osnovana u šumi crne i bijele topole (*Populetum nigro – albae* Slav. 1952).

Opis staništa i sastojine

Obrast:	0,9
Dob:	55 godina
Kvaliteta:	srednja
Sklop:	mjestimično prekinut
Stanje sastojine:	zrela
Raspored stabala:	grupimičan

Sastojina se nalazi na valovitoj ravnici. Tlo je obraslo gustom kupinom. To je visoka mješovita sastojina nastala prirodnim putem (većina stabala je iz sjemena, manji dio iz panja). Sastojina je jednoetažna bez podstojeće etaže. Godišnji tečajni prirast (m^3/ha) iznosi za crnu topolu 3,8, bijelu topolu 0,4 i vrbu 1,6, tj. ukupno $5,8 m^3/ha$.

Snimanje podataka – Data survey

U listopadu 1988. godine, prema uobičajenoj metodologiji, obavljani su ovi radovi:

Dendrometrijski su izmjerena sva stabla na plohi preko 7 cm prsnog promjera. Promjeri su mjereni pomoću promjerke (klupe) na 1 cm točnosti. Totalne visine stabala mjerene su pomoću Blume-Leissova visinomjera. Podaci izmjera nalaze se u tablici 4. i grafikonima 1, 2. i 3. Nakon toga je obavljeno ortogonalno snimanje krošanja svih stabala te je nacrtana karta u mjerilu 1:400. Tako je dobiven prostorni razmještaj stabala i horizontalna projekcija krošanja na cijeloj pokusnoj plohi, što je vidljivo iz skice 1. i slika 2. i 3.

U jesen 1989. godine obavljena je čista sječa svih stabala u odsjeku i na pokusnoj plohi. Čista sječa je obavljena kao mjera prirodnog pomlađivanja. U veljači 1990. godine, prije kretanja vegetacije, obavljani su ovi radovi:

1. Obrojčani su svi panjevi od rednog broja jedan do rednog broja devedeset osam. Obrojčavalo se na taj način što je na svaki panj utisnut broj kolobrojem te je osim toga postavljena metalna značka s brojem.
2. Pripremljeno je stanište za prirodnu obnovu spaljivanjem granja i iznošenjem s plohe.

3. Panjevi su premazani otopinom herbicida Tordon T-22 K u vodi u koncentraciji 2%, 4%, 6%, 8%, 10% i 12%. Panjevi bijele topole broj 1 i 6 premazani su 2%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panjevi bijele topole broj 21 i 27 premazani su 4%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panjevi bijele topole broj 30 i 47 premazani su 6%-tnim T-22 K u vodi. Panjevi bijele topole broj 52 i 60 premazani su 8%-tnim T-22 K u vodi. Panjevi bijele topole broj 68 i 86 premazani su 10%-tnim T-22 K u vodi. Panjevi bijele topole broj 87 i 92 premazani su 12%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Ukupno je premazano dvanaest panjeva bijele topole.

Panjevi crne topole broj 44 i 54 premazani su 2%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panjevi crne topole broj 57 i 59 premazani su 4%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panjevi crne topole broj 63 i 66 premazani su 6%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panjevi crne topole broj 70 i 71 premazani su 8%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panjevi crne topole broj 82 i 89 premazani su 10%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panjevi crne topole broj 93 i 98 premazani su 12%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Ukupno je premazano dvanaest panjeva crne topole.

Panj bijele vrbe broj 36 premazan je 4%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panj bijele vrbe broj 38 premazan je 6%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Panj bijele vrbe broj 43 premazan je 8%-tnom otopinom T-22 K u vodi. Ukupno su premazana tri panja bijele vrbe.

Premazivanje je obavljeno na taj način što je četkicom nanošena otopina T-22 K na panj. Premazan je rubni dio panja, tj. bjeljika i kora. Za svaki panj, ovisno o njegovu promjeru, utrošeno je od 1,0 do 1,5 decilitara otopine T-22 K u vodi. Na skici broj 2. vide se panjevi koji su premazani tordonom.

ŠUMA CRNE I BIJELE TOPOLE
(POPULETUM NIGRO-ALBAE SLAV. 1952.)

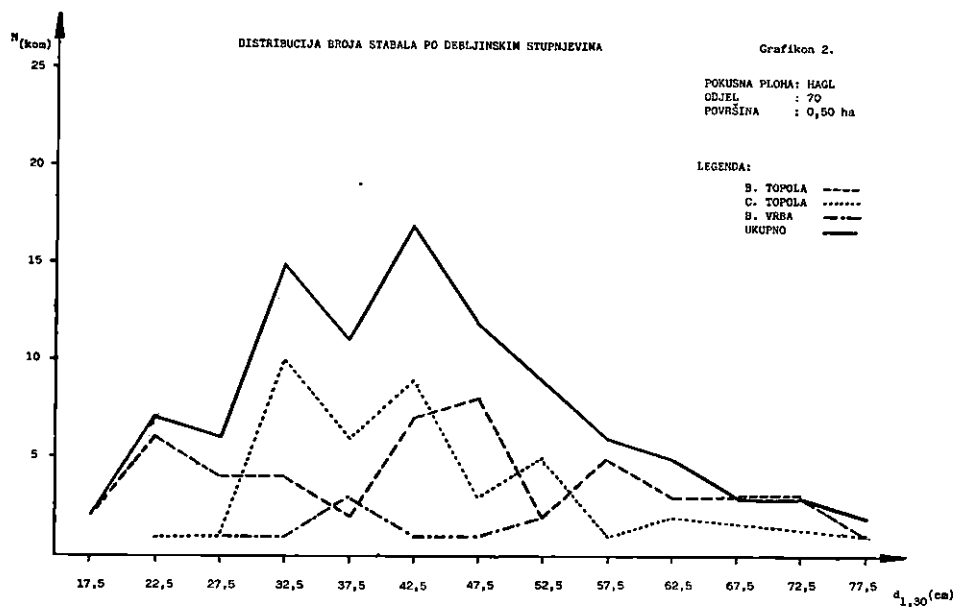
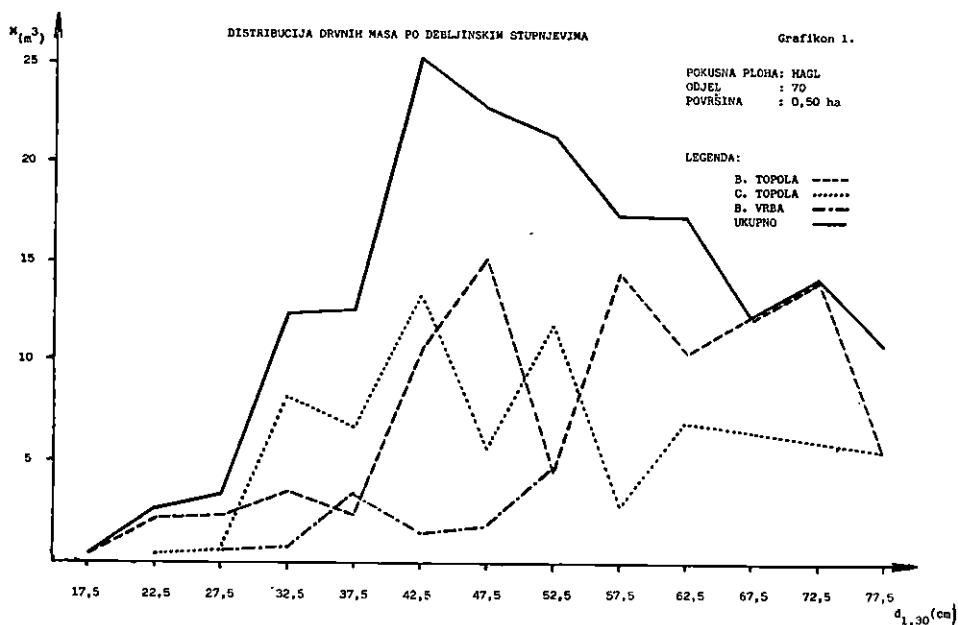
Tabele 4.

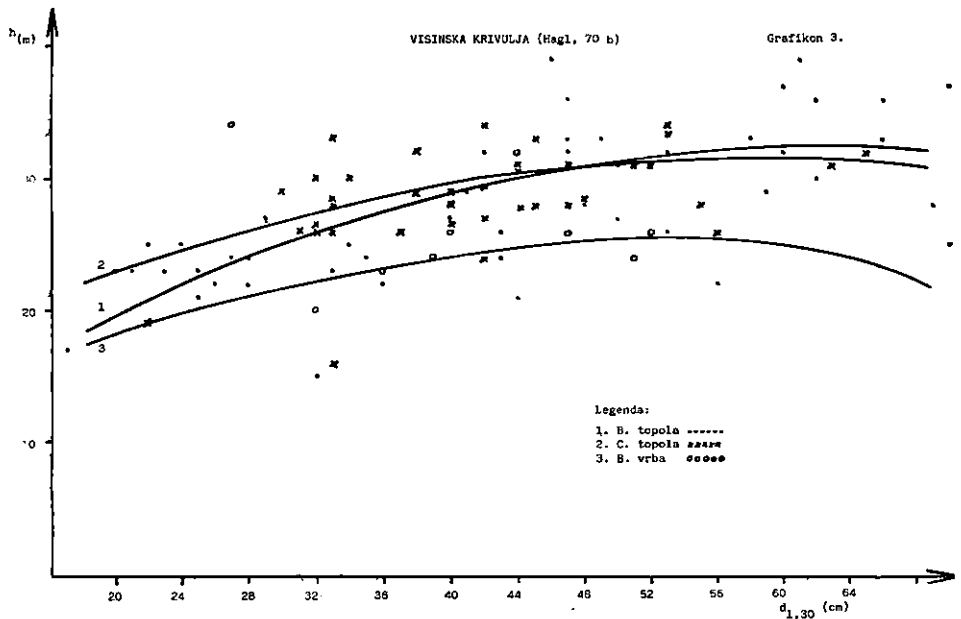
Gospodarska jedinica: "Vukovarske dunavske sde" (Šumarija Vukovar)
Šumski predjel : "Hagl"
Odjel, odsjek : 7o "b"

Površina: 0,50 ha
Datum : listopad, 1988.

Struktura na pekanoj plohi

Debljinski rezred (cm)	Bijela topole			Crna topole			Bijele vrbe			Ukupne		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
16-20	2	0,05	0,40							2	0,05	0,40
21-25	6	0,24	2,16	1	0,04	0,36				7	0,28	1,52
26-30	4	0,24	2,28	1	0,06	0,57	1	0,06	0,55	6	0,36	3,40
31-35	4	0,33	3,28	10	0,83	8,20	1	0,08	0,80	15	1,24	12,28
36-40	2	0,22	2,26	6	0,66	6,78	3	0,33	3,36	11	1,21	12,40
41-45	7	0,99	10,36	9	1,28	13,32	1	0,14	1,49	17	2,41	25,17
46-50	8	1,06	15,20	3	0,53	5,70	1	0,18	1,92	12	1,77	22,82
51-55	2	0,43	4,74	5	1,00	11,85	2	0,43	4,84	9	1,86	21,43
56-60	5	1,30	14,45	1	0,26	2,89				6	1,56	17,34
61-65	3	0,92	10,41	2	0,61	6,94				5	1,53	17,35
66-70	3	1,07	12,30							3	1,07	12,30
71-75	3	1,24	14,28							3	1,24	14,28
76-80	1	0,47	5,47	1	0,47	5,47				2	0,94	10,94
Ukupno:	50	8,56	97,59	39	5,74	62,08	9	1,22	12,96	98	15,52	172,63
Ukupno/ha	100	17,12	195,18	78	11,48	124,16	18	2,44	25,92	196	31,04	345,26





4. Nadalje je obavljeno ozljeđivanje žilja topola i vrba kopanjem jama oko panjeva u obliku koncentričnih krugova. Kanali (jame) kopani su ručno, lopatom, na udaljenosti 1-4 metara od ruba panja i na dubinu 20-40 cm, te u širinu jedne lopate.

Jame su kopane oko panjeva bijele topole broj 3, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 31, 40, 49, 69, 72, 84 i 97. Kopalo se (ozljeđivalo žilje) oko četrnaest panjeva bijele topole.

Oko panjeva crne topole broj 20, 32, 37, 46, 56, 58, 76, 79, 83, 88 i 95 također su kopane jame. Ukupno je ozljeđeno oko jedanaest panjeva crne topole.

Ozljeđeni su nadalje panjevi bijele vrbe broj 13, 51 i 80. Ukupno je kopano oko tri panja bijele vrbe.

Na skici 3. obilježeni su panjevi oko kojih su ozljeđene žile. Nakon kontrole dubine kopanja jama u jame je vraćena iskopana zemlja.

Za kontrolu oko panjeva bijele topole broj 2, 5, 11, 15, 22, 24, 25, 28, 29, 33, 35, 42, 45, 48, 61, 62, 64, 67, 74, 75, 77, 81, 85, 91 i 94, ili ukupno 25 panjeva, nije rađeno ništa. Također, za kontrolu oko panjeva crne topole broj 4, 8, 16, 18, 19, 26, 34, 39, 41, 55, 65, 73, 78, 82 i 96, ili ukupno oko petnaest panjeva, nije rađeno ništa. Oko panjeva bijele vrbe broj 23, 50 i 53, ili ukupno tri panja, nije rađeno ništa.

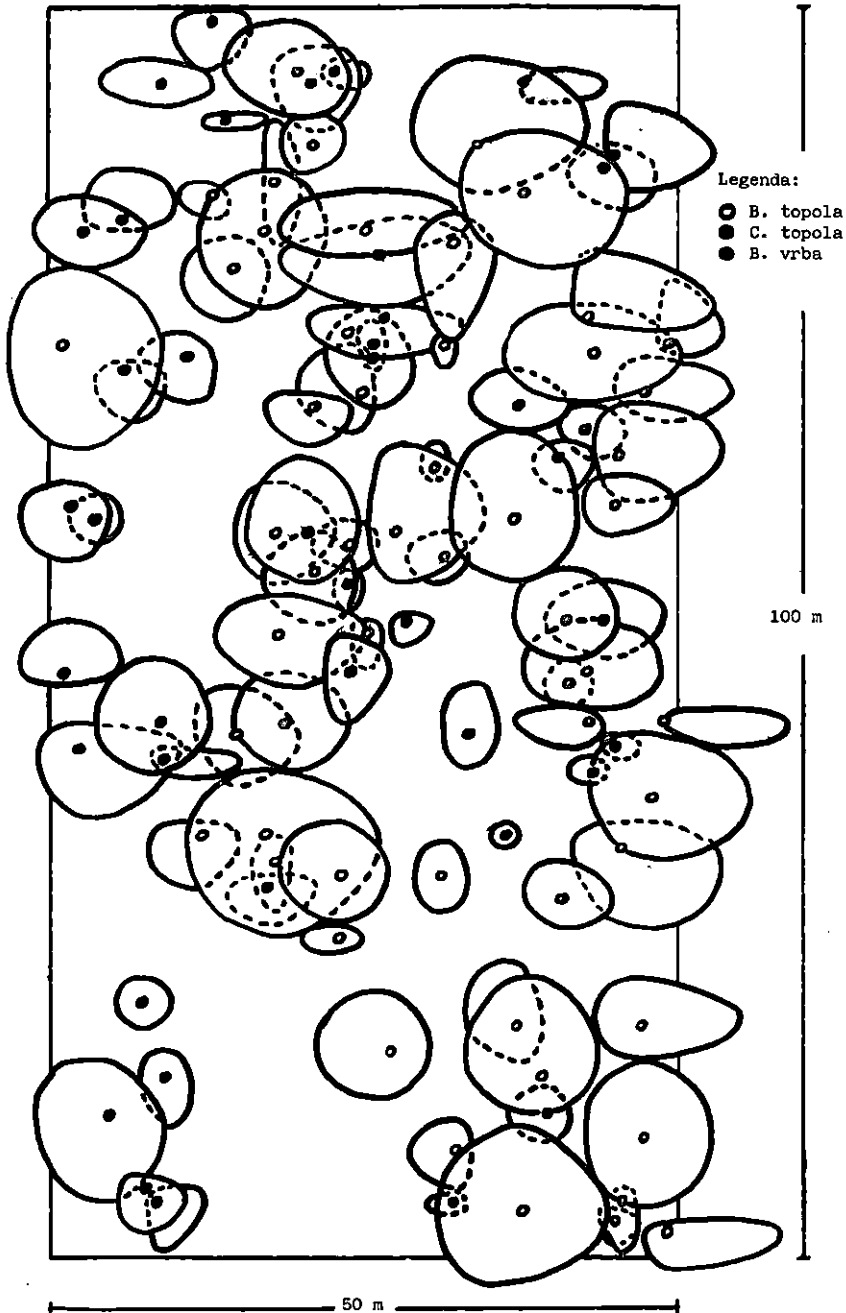
U studenome i prosincu 1990. godine, tj. nakon prve vegetacije, obavljani su ovi radovi na plohi:

5. Snimljen je (izmjeren) sav pomladak. Mjerene su visine stabalaca bijele topole, crne topole, bijele vrbe, pajavaca, američkoga jasena i duda. Visine su mjerene na taj način da su sva stabalca svrstana u devet visinskih razreda: I. 0-25 cm visine, II. 26-50 cm, III. 51-75 cm, IV. 76-100 cm, V. 101-125 cm, VI. 126-150 cm, VII. 151-175 cm, VIII. 176-200 cm i IX. 201-225 cm.

TLOCRT PROJEKCIJE KROŠANJA (HAGL, 70 b)

Skica 1.

M 1:400

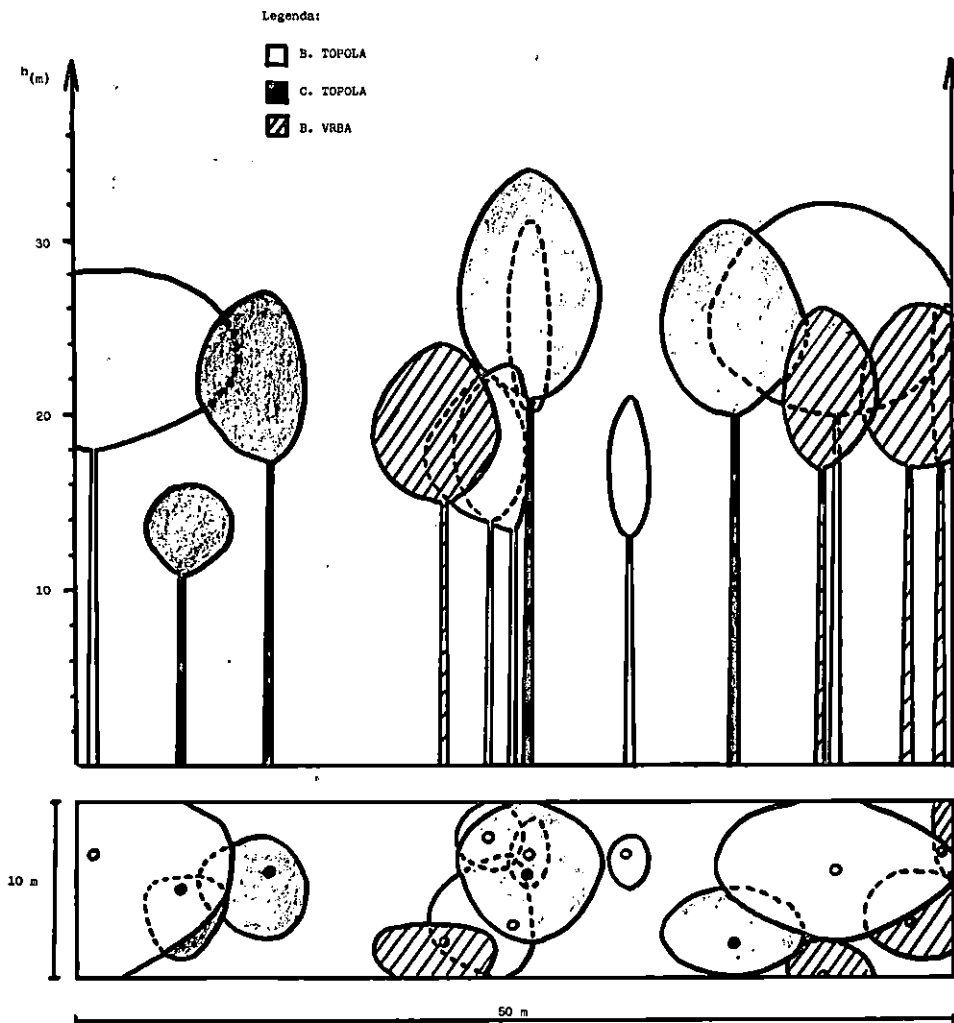


UZDUŽNI PROFIL I HORIZONTALNA PROJEKCIJA KROŠALJA
 (DETALJ S POKUSNE PLOHE)

Slika 2.

M 1:200

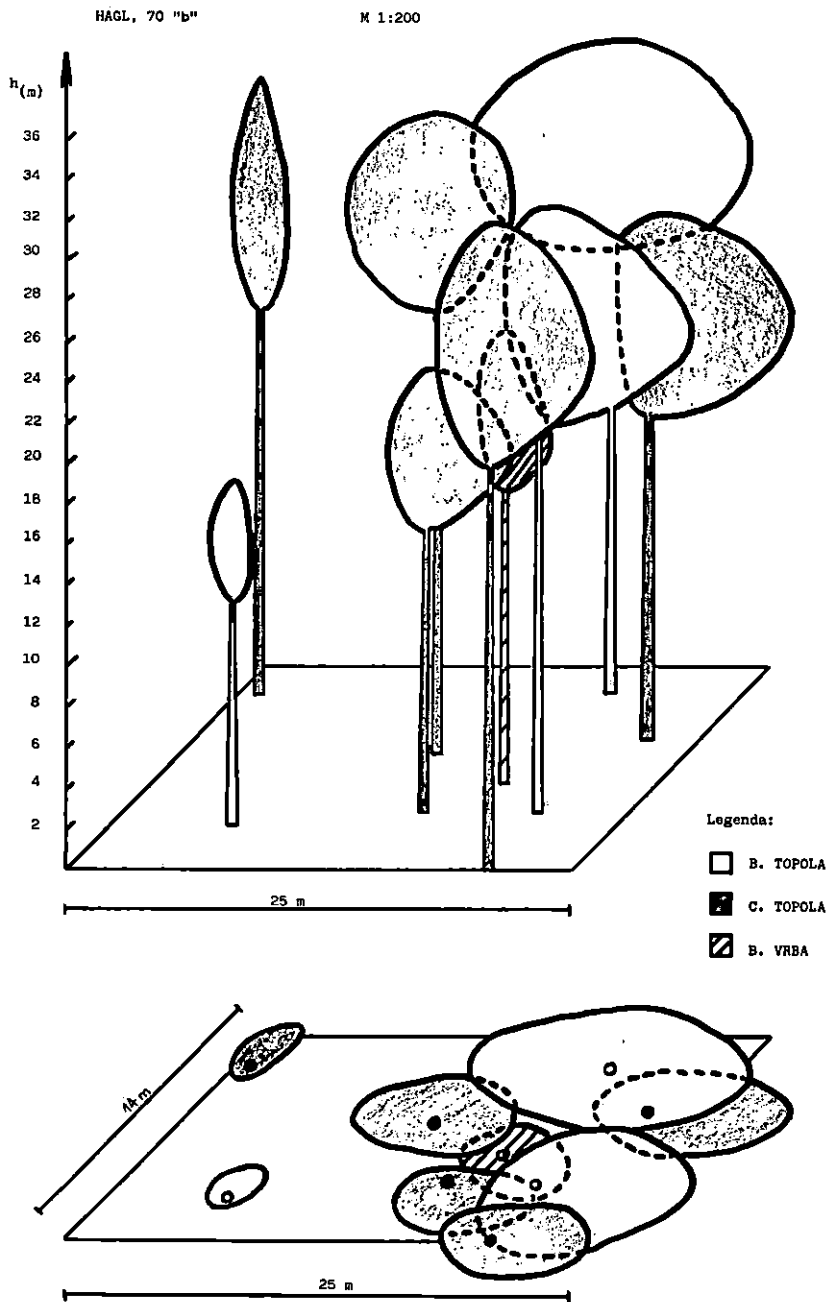
HAGL, 70 "b"



Visina stabalca mjerena je na 30% površine pokusne plohe. Veličina plohe je 0,50 ha, što znači da su visine mjerene na 0,15 ha. Ploha je dimenzija 100 × 50 m. Uzorak od 30% uzet je tako da je ploha podijeljena na petnaest plohica dimenzija 50 × 2 m, što iznosi 0,01 ha ili ukupno 0,15 ha. Plohice se nalaze na ovim razmacima: I. plohica 0-2 m, II. plohica 7-9 m, III. plohica 14-16 m, IV. plohica 21-23 m, V. plohica 28-30 m, VI. plohica 35-37 m, VII. plohica 42-44 m, VIII. plohica 49-51 m, IX. plohica 56-58 m, X. plohica 63-65 m, XI. plohica 70-72 m, XII. plohica 77-79 m, XIII. plohica 84-86 m, XIV. plohica 91-93 m i XV. plohica 98-100 m.

PROSTORNI RASPORED STABALA I HORIZONTALNA PROJEKCIJA KROŠANJA
 (DETALJ S POKUSNE PLOHE)

Slika 3.



Majer, Ž.: Ritske šume Hrvatskog podunavlja i njihova prirodna obnova.
Glas. šum. pokuse 31:391-434, Zagreb, 1994

BROJ STABALACA BIJELE TOPOLE (POPULUS ALBA L.) PO VISINSKIM KLASAMA

Tabela 5.

Visinske klase (cm)	Plošica broj															Uk.	Uk/ha
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.		
I 0-25	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-	1	7	47	
II 26-50	16	17	4	2	10	10	11	40	79	48	53	25	25	18	26	384	2560
III 51-75	70	59	28	28	43	42	69	128	193	157	110	47	75	73	73	1195	7967
IV 76-100	151	88	65	59	51	94	121	146	188	117	72	41	84	105	75	1457	9713
V 101-125	138	96	71	64	38	74	89	77	104	41	51	29	39	62	55	1038	6920
VI 126-150	86	89	49	73	19	50	69	30	33	8	19	18	21	25	38	627	4180
VII 151-175	27	53	24	36	9	25	23	10	7	1	5	7	6	11	27	271	1807
VIII 176-200	6	19	8	11	9	6	8	-	-	-	-	3	-	2	7	79	527
IX 201-225	-	5	9	1	15	1	1	-	-	-	-	1	-	-	2	35	233
Sveukupno:																5098	33954

BROJ STABALACA CRNE TOPOLE (POPULUS NIGRA L.) PO VISINSKIM KLASAMA

Tabela 6.

Visinske klase (cm)	Plošica broj															Uk.	Uk/ha
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.		
I 0-25	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	4	27
II 26-50	1	2	2	1	9	9	10	4	29	12	10	7	-	2	28	126	840
III 51-75	12	4	11	1	11	14	17	4	10	9	23	22	2	3	32	175	1167
IV 76-100	9	5	3	6	8	25	6	6	10	7	6	15	4	7	13	130	867
V 101-125	4	4	-	2	1	21	1	10	2	1	4	12	3	2	1	68	453
VI 126-150	-	-	-	-	-	5	1	4	-	1	1	1	1	-	1	15	100
VII 151-175	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
VIII 176-200	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
IX 201-225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Sveukupno:																520	3466

BROJ STABALACA BIJELE VRBE (SALIX ALBA L.) PO VISINSKIM KLASAMA

Tabela 7.

Visinske klase (cm)	Plošica broj															Uk.	Uk/ha
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.		
I 0-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
II 26-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
III 51-75	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	20
IV 76-100	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
V 101-125	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
VI 126-150	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
VII 151-175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
VIII 176-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
IX 201-225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Sveukupno:																6	38

BROJ STABALACA PAJAVCA (ACER NEGUNDO L.) PO VISINSKIM KLASAMA

Tabela 8.

Visinske klase (cm)	Plošica broj															Uk.	Uk/ha
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.		
I 0-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
II 26-50	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	4	27
III 51-75	-	-	2	1	-	1	-	1	-	2	-	-	1	-	-	8	53
IV 76-100	1	-	1	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	6	40
V 101-125	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	13
VI 126-150	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	20
VII 151-175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
VIII 176-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
IX 201-225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Sveukupno:																23	153

Majer, Ž.: Ritske šume Hrvatskog podunavlja i njihova prirodna obnova.
Glas. šum. pokuse 31:391-434, Zagreb, 1994

BRJ STABALACA DUDA (MORUS ALBA L.) PO VISINSKIM KLASAMA

Tabela 9.

Visinske klase (cm)	Ploha broj															Uk.	Uk/ha
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.		
I 0-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
II 26-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
III 51-75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	6
IV 76-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
V 101-125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	6
VI 126-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	6
VII 151-175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
VIII 176-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
IX 201-225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Sveukupno:																3	18

BRJ STABALACA AMERIČKOG JASENA (FRAXINUS AMERICANA L.) PO VISINSKIM KLASAMA

Tabela 10.

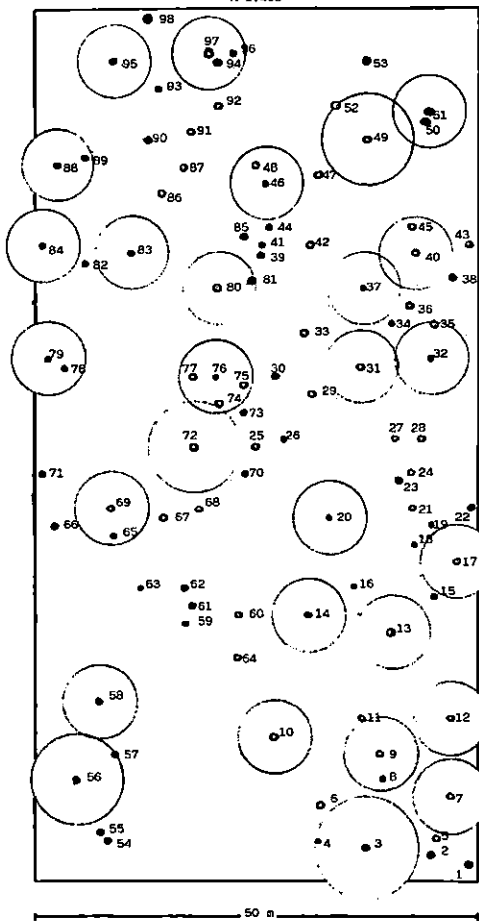
Visinske klase (cm)	Ploha broj															Uk.	Uk/ha
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.		
I 0-25	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
II 26-50	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	20
III 51-75	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	20
IV 76-100	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	27
V 101-125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
VI 126-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
VII 151-175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
VIII 176-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
IX 201-225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Sveukupno:																11	63

KONTROLA (BEZ TRETIRANJA)

Tabela 11.

Vrsta drveta	Panj broj	Porijeklo izbojka	Broj izbojaka u visinskoj klasi									Ukupno		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX			
			0-25	26-50	51-75	76-100	101-125	126-150	151-175	176-200	201-225			
Bijela topola	33		-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
	42	panj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	64		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Ukupno:		0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
	33		-	50	121	100	35	3	-	-	-	-	-	309
42	žile	-	17	53	34	35	15	10	1	-	-	-	165	
64		-	16	48	45	28	17	3	-	-	-	-	157	
Ukupno:		0	83	222	179	98	35	13	1	0	0	0	631	
Crna topola	4		-	1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	5
	16	panj	-	3	7	7	-	-	2	-	-	-	-	19
	26		-	-	3	13	16	2	-	-	-	-	-	34
	Ukupno:		0	4	13	20	17	4	0	0	0	0	0	58
	4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16	žile	2	11	19	18	6	2	-	-	-	-	-	58	
26		-	2	6	7	-	-	-	-	-	-	-	15	
Ukupno:		2	13	25	25	6	2	0	0	0	0	0	73	
Bijela vrba	23		-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	50	panj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	53		-	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	9
	Ukupno:		0	7	6	1	0	0	0	0	0	0	0	14
	23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
50	žile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
53		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Ukupno:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

OZLJEDJIVANJE ŽILNOG SISTEMA (HAGL, 70 b)
M 1:400



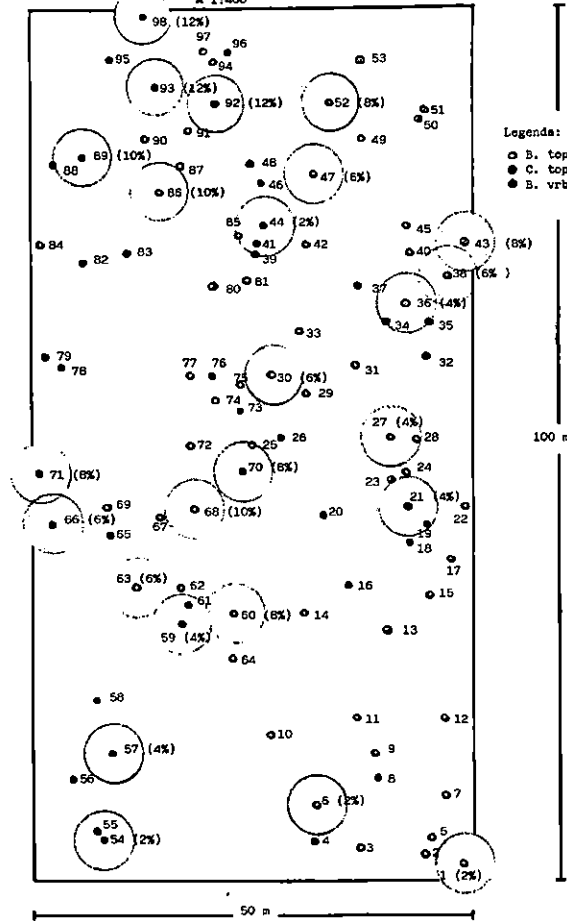
Skica 3.

Legenda:

- B. topola
- C. topola
- B. vrba

100 m

TRETIRANJE PANJEVA TORDONOM 1-22K (HAGL, 70 b)
M 1:400

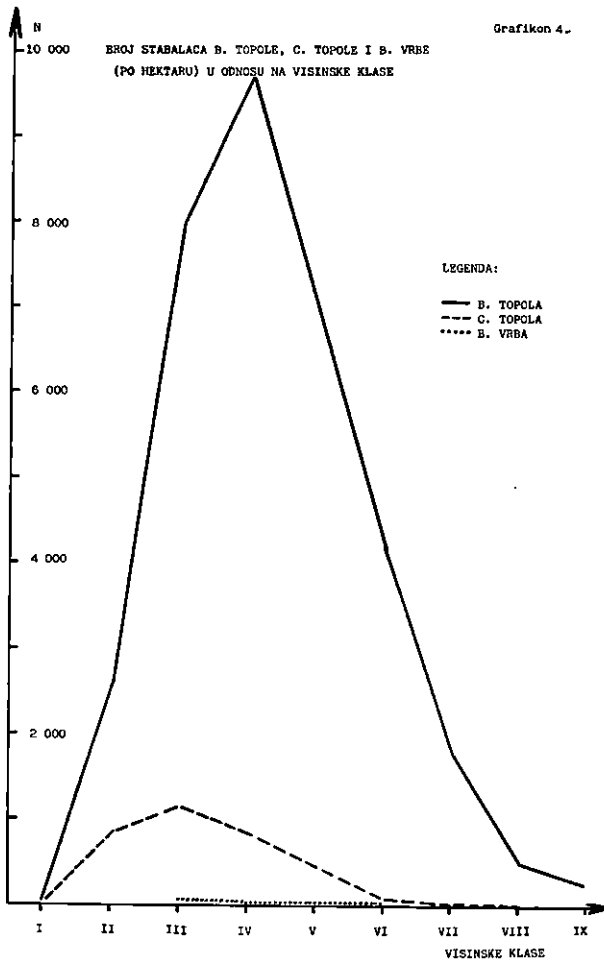


Skica 2.

Legenda:

- B. topola
- C. topola
- B. vrba

100 m



U tablici 11. (kontrola, tj. panjevi koji nisu tretirani tordonom, niti je ozljeđivano žilje) vidljiv je broj izbojaka iz panjeva i žilja prema visinskim razredima stabalaca bijele i crne topole i bijele vrbe.

Najbolju izbojnu snagu ima bijela topola sa 631 izbojkom iz žilja i 4 izbojka iz panja (ukupno tri panja). Na drugom mjestu je crna topola sa 73 izbojka iz žilja i 58 izbojaka iz panja (tri panja). Na koncu je bijela vrba kod koje nema izbojaka iz žilja, već samo 14 izbojaka iz panja (tri panja). Zaključujemo da najbolju izbojnu snagu ima bijela topola, i to iz žilja, dok crna topola ima gotovo podjednaku izbojnu snagu i iz panjeva i iz žilja, ali mnogo slabiju izbojnu snagu iz žilja nego bijela topola. Bijela vrba nema mogućnost izbojne snage iz žilja, dok je iz panjeva slaba izbojna snaga.

Majer, Ž.: Ritske šume Hrvatskog podunavlja i njihova prirodna obnova.
Glas. šum. pokuse 31:391-434, Zagreb, 1994

OZLJEDJIVANJE ŽILJA

Tabela 12.

Vrsta drveta	Panj broj	Porijeklo izbojka	Broj izbojaka u visinskoj klasi								IX 201-225	Ukupno
			I 0-25	II 26-50	III 51-75	IV 76-100	V 101-125	VI 126-150	VII 151-175	VIII 176-200		
Bijela topola	10	panj	-	1	6	7	11	20	12	2	-	59
	31		-	5	13	8	-	-	-	-	-	26
	97		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Ukupno:	0	6	19	15	11	20	12	2	0	85	
	10	žile	1	28	46	47	52	33	15	3	2	227
	31		3	87	145	101	31	5	-	-	-	372
97	4		103	191	121	34	8	-	-	-	461	
Ukupno:	8	218	382	269	117	46	15	3	2	1050		
Crna topola	20	panj	-	-	2	7	1	2	-	-	-	12
	58		-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
	95		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Ukupno:	0	0	5	7	1	2	0	0	0	15	
	20	žile	2	21	40	16	8	3	1	1	-	92
	58		-	-	10	11	4	2	-	-	-	27
95	-		1	8	2	1	-	-	-	-	12	
Ukupno:	2	22	58	29	13	5	1	1	0	131		
Bijela vrba	13	panj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	51		-	5	5	-	-	-	-	-	-	10
	80		3	1	-	-	-	-	-	-	-	4
	Ukupno:	3	6	5	0	0	0	0	0	0	14	
	13	žile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	51		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
80	-		-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Ukupno:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

PREMAZIVANJE (T- 22 K)

Tabela 13.

Vrsta drveta	Panj broj	T-22 K %	Broj izbojaka u visinskoj klasi								IX 201-225	Ukupno
			I 0-25	II 26-50	III 51-75	IV 76-100	V 101-125	VI 126-150	VII 151-175	VIII 176-200		
Bijela topola	1, 6	2	-	43	197	262	223	119	36	11	4	895
	21,27	4	-	21	87	84	49	33	17	7	1	299
	30,47	6	-	41	118	157	80	33	11	1	-	441
	52,60	8	-	12	59	76	63	20	7	4	-	241
	68,86	10	-	11	58	54	45	12	9	6	-	195
	87,92	12	1	24	105	93	29	8	-	-	-	260
Crna topola	44,54	2	-	3	6	1	-	-	-	-	-	10
	57,59	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	63,66	6	-	6	11	7	1	-	-	-	-	25
	70,71	8	-	-	-	3	5	-	-	-	-	8
	82,89	10	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3
	93,98	12	-	2	2	2	2	-	-	-	-	6
Bijela vrba	36	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	38	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	43	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

Iz tablica 5, 6, 7, 8, 9. i 10. vidi se broj stabalaca po visinskim razredima na pojedinoj plohi i ukupno na svih petnaest ploha te broj stabalaca na hektaru po vrstama drveća. Iz tablica 5-10 načinjen je grafikon 4, na kojemu su ucrtane krivulje broja komada stabalaca bijele topole, crne topole i bijele vrbe u odnosu na visinske razrede.

Drugi dio izmjera obavljen je na istoj pokusnoj plohi, a sastojao se u ovome:

- a) Izmjerene su visine stabalaca crne i bijele topole i bijele vrbe oko panjeva koji služe kao kontrola, odnosno oko panjeva gdeje nije obavljeno nikakvo tretiranje. Tako su izmjerene visine stabalaca oko panjeva bijele topole broj 33, 42 i 64, crne topole broj 4, 16 i 26 i bijele vrbe broj 23, 50 i 53. Ti se podaci vide u tablici 11.
- b) Izmjerene su visine oko panjeva oko kojih su kopani jarci i na taj način ozljeđivane žile. Žile su ozljeđivane na udaljenosti od ruba panja do četvrtog metra od panja. Izmjerene su visine stabalaca oko panjeva bijele topole broj 10, 31 i 97, crne topole broj 20, 58 i 95 i bijele vrbe oko panjeva broj 13, 51 i 80. ti su podaci vidljivi iz tablice 12.
- c) Naposljetku, izmjerena su stabalca crne i bijele topole i bijele vrbe oko svih panjeva koji su tretirani različitim postotkom tordona T-22 K, i to na udaljenosti od ruba panja do četvrtog metra. U tablici 13. vidi se broj stabalaca pojedine vrste drveća po visinskim razredima i različitom postotku tretiranja.

LABORATORIJSKI RAD - LABORATORY WORK

Iz tablica 5-10. vidi se, po vrsti drveća, broj stabalaca po visinskim razredima po pojedinoj plohi (I-XV) te ukupan broj stabalaca i broj stabalaca po hektaru, ukupno po visinskom razredu i plohi, te ukupan broj svih stabalaca na svih petnaest ploha i cijeloukupan broj stabalaca po hektaru. Ukupno je izmjereno 5 656 komada stabalaca bijele i crne topole, bijele vrbe, pajavaca, američkog jasena i duda. Broj stabalaca po hektaru iznosi 37 561 komad.

Iz tablica se vidi da bi broj stabalaca pojedinih vrsta drveća po visinskim razredima imao zvonolik oblik visinske krivulje. Najviše je stabalaca bijele topole, koja su najbrojnija u visinskom razredu 76-100 cm, zatim stabalaca crne topole, kojih je najviše u visinskom razredu 51-75 cm. U istom razredu na trećem mjestu nalazi se broj stabalaca pajavca. Ostale vrste drveća javljaju se u manjem broju. Stabalaca su u velikoj većini iz žilja, neznatan je broj stabalaca iz panjeva i još manje i sjemena.

Stabalca crne topole jako napada jelenska divljač, ostale vrste su mnogo manje napadnute, dok je samo neznatan broj stabalaca bijele topole napadnut od divljači. Napad se očituje u odgrizanju vršnih pupova.

Stabalca bijele topole su najvitalnija te dosežu visinu i do 225 cm. Njih ima najviše. Razlog tomu je nizak vodostaj Dunava u toku vegetacijskog razdoblja u 1990. god. Od svih vrsta drveća koja su se obnovila na pokusnoj plohi bijela topola ima najdublji korijenski sustav, koji je dopro do podzemne vode, koja je pod utjecajem vodostaja Dunava. Osim niskog vodostaja Dunava u vegetacijskom razdoblju tijekom 1990. godine bilo je i veoma malo oborina. Moglo bi se reći da je bila veoma sušna godina. To je također jedan od razloga što se bijela topola obnovila puno bolje od ostalih vrsta drveća.

U tablici 12. (panjevi oko kojih su kopani koncentrični krugovi i na taj način ozljeđivano žilje na udaljenosti jedan do četiri metra od panja) vidljiv je broj izbojaka iz panja i iz žilja prema visinskim razredima spomenutih triju vrsta drveća.

Najbolju izbojnu snagu ima bijela topola s 1 060 izbojaka iz žilja i 85 izbojaka iz panja. Izbojna snaga crne topole mnogo je slabija sa 131 izbojkom iz žilja i 15 izbojaka iz panja. Izbojnu snagu iz žilja nema bijela vrba, dok je iz panja 14 izbojaka. Za pokus su korištena po tri panja od svake vrste drveća.

Možemo zaključiti da daleko najbolju izbojnu snagu iz ozljeđenoga žilja ima bijela topola, puno slabiju crna topola, dok bijela vrba nema izbojnu snagu iz ozljeđenih žila.

Iz tablice 13. (panjevi koji su tretirani različitim postotkom tordona T-22 K u vodi) vidi se broj izbojaka iz žilja prema visinskim razredima navedenih vrsta drveća. Ni iz jednog panja koji je tretiran tordonom nema izbojaka iz panjeva.

Najbolju izbojnu snagu iz žilja i u ovom tretiranju ima bijela topola, puno slabiju crna topola, dok bijela vrba nema izbojnu snagu iz žilja. Broj izbojaka smanjuje se, uz manja odstupanja, povećanjem koncentracije tordona. Na plohi je uočljivo i to da što je veći postotak tordona, to su najbliži izbojci udaljeniji od panjeva. Tako su kod 2-4% T-22 K prvi izbojci bijele topole na jedan metar od panja, kod 6% na dva metra od panja, da bi kod 12% T-22 K prvi izbojci bili tri metra udaljeni od panja. Kod 4% T-22 K prvi izbojci crne topole javljaju se na dva metra od panja, kod 6% na tri metra od panja, da bi kod 12% prvi izbojci bili četiri metra udaljeni od panja.

Zaključujemo da je bijela topola najotpornija na herbicid tordon T-22 K i da bi se obnova mogla obaviti tretiranjem panjeva s 2-4% T-22 K u vodi. Crna topola je mnogo osjetljivija na herbicid T-22 i obnova na taj način daje slabe rezultate. Bijelu vrbu nemoguće je obnoviti iz žilja pomoću tordona.

Uspoređujući podatke iz tablica 11, 12. i 13, možemo zaključiti da je obnova ozljeđivanjem žilja dala najbolje rezultate za bijelu topolu. Obnova bijele topole moguća je i tretiranjem panjeva s 2-4% tordonom T-22 K, dok je veći postotak nepovoljan za obnovu bijele topole. Na koncu, obnova bijele topole moguća je i bez ikakva tretiranja, ali su u tom slučaju rezultati slabiji.

Za obnovu crne topole najbolje rezultate daje ozljeđivanje žilja. Ostala dva načina nepogodna su za obnovu crne topole.

Za obnovu bijele vrbe potrebno je naći neki drugi način (nalet sjemena bijele vrbe uz povoljan vodostaj, mokro tlo, ili umjetno pošumljavanje odnosno popunjavanje odabrnim klonovima bijele vrbe).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

Mogućnost prirodne obnove ritskih šuma istraživali smo u sastojini crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952). Ova zajednica razvila se u paraklimaksonom području crne i bijele topole vukovarskih ada i ritova na posebnim staništima sa svim klimatskim karakteristikama tog područja. Budući da se ovdje radi o paraklimaksonoj vegetaciji, klima ima manje značenje za razvoj šumske vegetacije nego što to imaju poplavna i podzemna voda, te nadmorska visina i mikroreljef. Ti

elementi imaju dosta utjecaja na prirodno pomlađivanje, i to od propadanja jednog dijela sjemena, nemogućnosti klijanja, do razvoja i propadanja ponika, pomlatka i mladika.

Vodostaj Dunava ovisan je (zbog velikoga slivnog područja) o vremenskim prilikama srednje Europe, pa je vodostaj najviši u svibnju, lipnju i srpnju, kada se topi snijeg na Alpama. Obično se tijekom godine, osim navedenih mjeseci, pojavi visok vodostaj i zbog kiše ili zatopljenja koje topi snijeg. Takav visok vodostaj traje kratko (5-10 dana).

Odraslo stablo bijele vrbe proizvede u kasno proljeće (svibanj i početak lipnja) veliku količinu sjemena, koje je jako lagano i gusto dlakavo, tako da je moguće prenošenje na veće udaljenosti pomoću vjetra ili struje vode. Ako sjeme dopsije na uzrovanu i vlažno tlo, ono će klijati, a ponik će se dalje razvijati u obliku malata. Bijela topola ima sposobnost za razvoj adventivnih izbojaka iz korijena nakon oštećivanja ili prerezivanja stabljike ili izbojka (W e b e r 1974).

Cvjetni pupovi crne topole formiraju se još u jesen, a cvatnja je u proljeće. Sjeme dozrijeva za 40-60 dana, ono je veoma sitno i kratkog vijeka. Karakteristično je za crnu topolu da su izbojci iz panja brojni i snažnog rasta (Z s u f f a 1974). Sjeme crne topole ima veliku klijavost, a klija već nakon 24 sata nakon što je palo u povoljne uvjete za klijanje.

Bijela topola se lagano generativno razmnožava, dok vegetativno varira. Otporna je na sušu (S e k a w i n 1975). Bijela topola razvija žilu srčanicu, ima vrlo razgranato površinsko žilište, tako da se izbojci iz žilja javljaju i do 50 metara daleko od matičnog stabla. Sjeme dozrijeva u svibnju i lipnju, a klijavost mu je velika.

Kao što je ranije rečeno, voda ima dominantan utjecaj za obnovu i razvoj šumske vegetacije na dunavskim otocima i ritovima. Sjeme svih triju navedenih vrsta drveća dozrijeva u kasno proljeće, pa je klijanje i razvoj ponika izravno vezano za vodni režim. Dunav je u to doba i najviši pa sjeme biva prenošeno vodom. Sjeme vrbe poslije povlačenja vode klija i nastaju malati, dok sjeme crne i bijele topole, zbog kratkog vijeka u takvim uvjetima propada.

Također i nizak vodostaj Dunava, odnosno suho tlo ima negativan utjecaj na klijanje i razvoj ponika svih triju vrsta drveća. To se upravo dogodilo 1990. godine na pokusnoj plohi.

Tijekom 1990. godine vodostaj Dunava bio je nizak pa je tlo (aluvijalni nanos) bilo suho i nije postajala mogućnost klijanja sjemena ni jedne od spomenutih triju vrsta drveća, iako se u neposrednoj blizini pokusne plohe nalaze sastojine crne i bijele topole i bijele vrbe, koje rađaju sjemenom.

Ozljeđivanjem žilja spomenutih triju vrsta drveća postigao se željeni efekt obnove sastojine iz žilja. Najveću izbojnu snagu iz žilja ima bijela topola, zatim crna topola, dok bijela vrba nije potjerala izbojke iz ozljeđenoga žilnog sustav (tablice 5-10).

Slični su bili problemi umjetne obnove šuma na dunavskim otocima i ritovima. Visok vodostaj je djelomično ili potpuno uništavao posađene prutove ili sadnice bijele vrbe i euroameričke topole. Ta se činjenica očitovala u nekoliko pokazatelja.

Bijelu vrbu smo sadili na niže terene (nize i bare), gdje je pri visokom vodostaju Dunava stabilce bilo potpuno pod vodom duže vrijeme. Da su iz vode virila makar i tri vršna listića, stabilca ne bi propala. Pri visokom vodostaju Dunava stabilca, pa i stabla euroameričke topole, veoma se lako izvaljuju iz raskvašenog tla pri lakšem vjetru jer euroamerička topola razvija plitak korijenski sustav.

Topola zahtijeva veoma intenzivnu obradu tla i njegu stabalaca, odnosno duboka, rastresita zemljišta s dovoljno vapna i dostupnom podzemnom vodom (80-150 cm). Obrada tla oko sadnica, a po mogućnosti i među redovima najbolja je vrsta njege. U sušnoj godini nakon pošumljavanja sadnice bi trebalo zalijevati. Poželjno je i međuredno gajenje povrtlarskih kultura u prvoj, drugoj i trećoj godini nakon pošumljavanja uz obavezno okopavanje sadnica. Topole zahtijevaju također i orezivanja grana i formiranje vrhova stabalaca svake ili svake druge godine. Znatan je i napad štetnih kukaca i bolesti koje oštećuju list ili se ubušuju u stabalca. Kukci i bolesti suzbijaju se raznim kemijskim preparatima.

Nakon svega iznesenoga jasno je da na dunavskim adama i ritovima ima veoma malo mogućnosti za uzgoj kvalitetnih sastojina euroameričkih topola zbog ovih razloga:

- Tla vukovarskih dunavskih ada i dijelom ritova nisu ni bogata, ni rastresita, a osim toga sadržavaju veoma malo vapna. Na nekim dijelovima ada nalaze se čisti sterilni pijesci i po tri metra dubine (Borovska ada, Mohovska ada, Šaregradska ada).
- Podzemna voda u korelaciji je s razinom Dunava.
- Obrada sadnica gotovo je nemoguća zbog veoma bujne korovske i druge vegetacije.
- Zalijevanje je također nemoguće zbog nepristupačnog terena i udaljenosti vodotoka. Uzgajanje povrtlarskih i ratarskih kultura izazvalo bi goleme troškove i velik rizik za uspjeh navedenih radova.
- Orezivanje grana svake ili svake druge godine također izaziva velike troškove.
- Kemijska zaštita kultura topola, zbog neprohodnog terena, veoma je otežana, a katkada i nemoguća.
- Bilo koji drugi način zaštite osim ručnoga ne dolazi u obzir zbog blizine vodotoka (mogućnost trovanja ribe).

Prema tomu, nakon niza neuspjeha u podizanju kultura euroameričkih topola, osim rijetkih izuzetaka (Sotinska ada), odlučili smo se da kotač obnove vratimo prirodi, tj. da ritske šume obnavljamo prirodnim putem iz sjemena, žilja i panjeva autohtonih vrsta drveća, a dijelom i alohtonih. Znamo da će ophodnja biti produžena s 25 na 50-ak godina, ali također znamo da ćemo bez velikog ulaganja postići cilj, a taj cilj nije samo ekonomski, veći i ekološki. Na taj način i pomladno će razdoblje biti produženo i do 10 godina, ali šume ne treba promatrati od danas do sutra, već na puno duže razdoblje. Krajnji je cilj prirodnog pomladivanja da se na ovim terenima dobije šuma veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 1952), koja se već sada javlja na najvišim dijelovima ada i ritova, a javljala se i ranije, što je opisano u gospodarskoj osnovi šuma vukovarskog vlastelinstva.

Rezultati istraživanja idu u prilog prirodne obnove (na hektaru se pojavljuje 37 561 stablace), koja osigurava uz njegu mladika i čišćenja te prorede kvalitetnu sastojinu autohtonih vrsta drveća (tablice 5-10).

Bez obzira na to hoće li se obnova provoditi ozljeđivanjem žilja ili premazivanjem panjeva, uspjeh je dobar. Iz tablica 11, 12. i 13. vidljivo je da mali postotak tordona T-22 K ne slabi izbojnu snagu iz žilja, ali onemogućava izbijanje izbojaka iz panja.

Velike štete na stabalcima nanosi i divljač, koja odgrizanjem vršnih pupova, lomljenjem stabalaca i guljenjem kore oštećuje stabalca topola i vrba. To se događa osobito u šumskim predjelima Mohovska ada, Hagl i Šaregradska ada, gdje se

nalazi velik broj divljači. Tim je lovnim područjem gospodarila Vojna ustanova »Karadorđevo« iz Karadorđeva.

Iz svih navedenih razloga i provedenih analiza došlo se do zaključka da na ova tri šumska predjela, ukupne površine 780 ha, nije moguće umjetno uzgajanje topola i vrba. Na ostalim dijelovima ada i ritova, zbog velikih troškova obnove, njege i iskorištavanja kultura topola i vrba, odustalo se od njihova umjetnog podizanja.

Preporuka za buduću obnovu i njegu šuma vukovarskih ada i ritova bila bi: prirodno pomlađivanje naletom sjemena ili ozljeđivanjem žilnog sustava uz popunjavanje nedovoljno obnovljenih površina plemenitim listačama, kao što su pojedini klonovi euroameričkih topola i bijele vrbe te poljskim jasenom i eventualno hrastom lužnjakom, koji se mjestimično javljaju na adama (Vukovarska ada, Mohavska ada i Hagl). Tomu u prilog ide i pokus koji je postavljen 1989. godine na Mohovskoj adi. Uspjeh pošumljavanja poljskim jasenom dao je odlične rezultate (postotak preživljavanja nakon prve vegetacije iznosio je 94%, a nakon druge vegetacije ostalo je 89% stabalaca, uz prosječni godišnji visinski prirast od 50 cm. Prema tomu smjernice budućega gospodarenja na adama i ritovima bile bi:

1. Prirodna obnova autohtonim vrstama drveća (crna i bijela topola, bijela vrba, dud i unesenim, ali veoma dobro rasprostranjenim na adama i ritovima, negundovcem i poljskim jasenom) nakon čistih siječa.

2. Njega pomlatka (mladika) nakon druge vegetacije, gdje bi se ostavljala stabalca iz sjemena te ona iz žilja ljepšeg izgleda i vitalnija. Pri tome treba obratiti pažnju na to da sastojina bude mješovita kako bi bila otpornija i stabilnija na uvjete koje diktira Dunav.

3. Popunjavanje nakon druge vegetacije plemenitim listačama (onih dijelova koji nisu dovoljno prirodno obnovljeni) s najviše 100 komada sadnica po hektaru. Ovdje će se javiti problem u čistim izoliranim kulturama euroameričkih topola (Sotinska ada, Vukovarska ada), gdje se u podstojnoj etaži ne nalaze ili se tek mjestimično nalaze ostale vrste drveća.

Prijedlog za obnovu ovih dijelova ada i ritova bio bi pošumljavanje trogodišnjim sadnicama poljskog jasena uz prethodnu pripremu tla (kemijska i ručna), te njega u prvoj i eventualno drugoj vegetaciji.

4. Čišćenje koljika nakon treće do šeste godine, kada bi se vadila loša i prekobrojna stabalca, forsirajući unesenu topolu i vrbu te poljski jasen.

5. Prorjede nakon čišćenja, pa sve do kraja ophodnje, kojima bi se provodila pozitivna selekcija stabala.

6. Čista sječa na manjim površinama i ponovo prirodna obnova.

Pri prirodnoj obnovi ritskih šuma javit će se ovi problemi:

- izbor stroja ili alata za ozljeđivanje žila,
- popunjavanje nakon druge vegetacije.

Te ćemo radove obaviti za mirovanja vegetacije, nakon što pomladak navrší dvije godine. Vegetacija na dunavskim adama i ritovima toliko je bujna (razne trave, divlji hmelj, pavit i kupina) da je upotreba stroja za duboku sadnju gotovo nemoguća (stroj bez traktora teži oko tri tone). Kretanje traktora i priključnog stroja je veoma otežano. Bušenje jama traktorskim svrdlom, na jedan metar dubine, nešto je lakše, ali bujna vegetacija »guši« rad bušilice, a kupina se namata na svrdlo te je potrebno često čišćenje svrdla. Osim toga traktor i priključni strojevi, krećući se po površini, uništavat će pomladak da bi došli do plješine koju treba popuniti.

Ručna sadnja bila bi stoga najpogodnija, ali uz uvjet da jama za sadnju topola bude najmanje dimenzije $40 \times 40 \times 80$ cm. Za sadnju vrba, koje bi se sadile pomoću prutova, ne bi bilo problema, ali za sadnju ožiljenica jame bi trebale biti dimenzija kao i za sadnju topola. Pošumljavanje i popunjavanje poljskim jasenom zahtijeva dimenzije jama $30 \times 30 \times 30$ cm. Bez obzira na ove dvojbe jasno je da su mnogo manji troškovi za prirodnu nego za umjetnu obnovu ritskih šuma.

ZAKLJUČCI - CONCLUSIONS

Svrha ovog rada bila je da se ustanovi je li moguća prirodna obnova ritskih šuma vukovarskih ada i ritova, posebno u šumi crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952). Na osnovi istraživanja na pokusnoj plohi te razrade prikupljenih podataka došli smo do ovih zaključaka:

1. Na ovom dijelu Podunavlja razvijene su (prema Rauš u 1976) ove šumske fitocenozе:

- a) šuma veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 1952),
- b) šuma crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952),
- c) šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom (*Salici-Populetum nigrae* /Tx. 1931/ Meijer-Drees 1936 *rubetosum caesii* Rauš 1973),
- d) šuma bijele vrbe s broćikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 1973),
- e) šuma bademaste vrbe (*Salicetum triandrae* Malc. 1929),
- f) šibljak rakite (*Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 1952) i
- g) fitocenoza obične trske (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926).

Osim ove vegetacije dolaze i šumske kulture euroameričkih topola, američkog jasena te kulture različitih klonova bijele vrbe.

2. Istražujući mogućnost prirodne obnove ritskih šuma vukovarskog dijela Podunavlja, osnovana je u predjelu Hagl pokusna ploha u šumi crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952). Iz tablice 4. vidi se struktura sastojine prije čiste sječe.

3. Rezultati istraživanja strukture sastojine pokazuju da ove sastojine tvore tri vrste drveća: crna i bijela topola te bijela vrba s relativno velikom drvnom masom, koja po hektaru iznosi 345 m^3 . To govori o prilično velikoj produktivnoj mogućnosti ovih staništa.

4. Rezultati istraživanja broja pomlatka pokazuju da se nakon prve vegetacije javlja znatan broj stalaca koja potječu iz žilja, panjeva ili sjemena ($37\,561$ kom./ha). Osim crne i bijele topole te bijele vrbe javljaju se pajavac, dud američki jasen.

5. Rezultati istraživanja broja pomlatka prema načinu obnove (ozljeđivanje žilja, premazivanje panjeva i kontrola) pokazuju sljedeće:

- a) Najbolju izbojnu snagu iz ozljeđenih žila ima bijela topola, slabiju crna topola, dok bijela vrba nema mogućnost izbojne snage iz žilja (tablica 12),
- b) Najbolju izbojnu snagu iz žilja (panjevi koji su tretirani tordonom T-22 K) ponovo ima bijela topola, zatim crna topola, dok bijela vrba nema mogućnost izbojne snage. Što je postotak tordona manji (2-4%), to je obnova iz žilja bolja (tablica 13).

c) Najbolju izbojnu snagu iz žilja (netretirani panjevi i žile) ima također bijela topola, dok crna topola ima gotovo podjednaku izbojnu snagu iz panjeva i žilja, ali mnogo slabiju iz žilja nego bijela topola. Bijela vrba nema mogućnost izbojne snage iz žilja, dok je iz panjeva slaba izbojna snaga (tablica 11).

6. Obnova bijele topole ozljeđivanjem žilja dala je najbolje rezultate. Ona je moguća i tretiranjem panjeva 2-4%-tnim tordonom T-22 K u vodi, dok veći postotak tordona negativno djeluje na obnovu bijele topole iz žilja. Obnova bijele topole moguća je i bez ikakva tretiranja, ali su rezultati takve obnove mnogo slabiji (tablica 11). Crna topola najbolje se obnavlja ozljeđivanjem žilja, dok su druga dva načina nepogodna za obnovu crne topole. Za obnovu bijele vrbe potrebno je naći drugi način obnove jer nije dala pozitivne rezultate u navedenim trima načinima obnove.

7. Uzgojne radove koje treba provoditi u ovim sastojinama dijelim na obnovu (pomlađivanje) i njegu.

Obnova ovih šuma obavlja se čistom sječom na velikim površinama. Nakon čiste sječe potrebno je sječinu pripremiti (očistiti) za prirodnu obnovu (nalet sjemena) autohtonih i alohtonih vrsta drveća putem vode ili zraka, ozljeđivanjem žilja (bijela i crna topola), tretiranjem panjeva jednim od herbicida (bijela topola) i izbojcima iz panjeva (bijela vrba). U drugoj vegetaciji nakon čistih sječa potrebno je obaviti intenzivnu njegu nastalog pomlatka, a nakon druge vegetacije popunjavanje slabije pomlađenih površina kvalitetnim sadnicama raznih klonova deltoidnih topola, selekcioniranih vrba i domaćih crnih i bijelih topola. Ona mjesta gdje to omogućavaju stanišni uvjeti popunjavat će se sadnicama i sjemenom poljskog jasena i eventualno hrasta lužnjaka.

8. Ovim načinom obnove ritskih šuma zadržali bismo prirodnu strukturu, također bismo oplemenili kvalitetnim vrstama drveća i prirastom, a to bi trebalo biti pravilo.

9. Čišćenje koljika u ovim sastojinama obavljalo bi se od četvrte do sedme godine. Forsirala bi se »stabla budućnosti« i svi zahvati radili bi se u korist takvih stabala.

10. Prorede bi se obavljale od desete godine do čistih sječa.

11. Na osnovi rezultata istraživanja možemo tvrditi da u ritskim šumama postoje svi uvjeti za dobro i uspješno prirodno pomlađivanje.

Ti se uvjeti odnose na biološko-ekološka svojstva pojedinih vrsta drveća koja tvore cenoze na dunavskim adama i ritovima te na ekološke čimbenike koji vladaju u ritskim šumama. Ako se javlja problem prirodne obnove ovih šuma, on je većinom uzrokovan vodostajem Dunava, neriješenim pitajem divljači i stoke na pojedinim dijelovima dunavskih ada i ritova te čistim kulturama euroameričkih topola koje osiromašuju tlo, a koje se javljaju kao monokulture.

12. Ritske šume ovog dijela Podunavlja spadaju u vrlo rijetke i vrijedne sastojine u Europi. Iz tih razloga moramo poduzeti sve kako bi ove šume sačuvali u njihovoj prirodnoj strukturi, a one bi nam na taj način osigurale produktivnost, stabilnost i trajnost.

13. Ovime istraživanja obnove ritskih šuma nisu završena jer je ostala još dvojba koja će se rješavati sljedećih godina.

Istraživanja će se i dalje nastaviti, odnosno postoje pokusne plohe koje bi trebale dati odgovor na još neka pitanja.

LITERATURA – LITERATURE

- Bertović, S., 1975: Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj (Razdoblje 1948–1960. god.). Acta biologica VII/2, knjiga 40, Zagreb.
- Čirić, M., 1965: Atlas šumskih zemljišta Jugoslavije. Jugoslavenski poljoprivredno-šumarski centar, Beograd.
- Čirić, M., 1986: Pedologija. Sarajevo.
- Haller-Fickler, 1965: Waldbaume und Straucher. Heidelberg.
- Herman, J. 1971: Šumarska dendrologija. Zagreb.
- Kovačević, Ž., 1956: Primijenjena entomologija, III knjiga – šumarski štetnici. Zagreb.
- Krstinić, A., Ž. Majer & D. Kajba, 1990: Utjecaj staništa i klonova na produkciju drvne mase u kulturama stablastih vrba na dunavskim adama kod Vukovara. Šumarski list 1–2, Zagreb.
- Matić, S., 1990: Šume i šumarstvo Hrvatske – jučer, danas, sutra. Glasnik za šumske pokuse 26: 33–56, Zagreb.
- Matić, S., 1973: Prirodno pomlađivanje kao faktor strukture sastojine u šumama jele s rebračom (Blechno-abietetum Horv.). Šumarski list 9–10, Zagreb.
- Matić, S., B. Prpić, D. Rauš & A. Vranković, 1979: Rezervati šumske vegetacije – Prašnik i Muški bunar. N. Gradiška.
- Matić, S. 1983: Šuma i mehanizacija. Zbornik radova Savjetovanja mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija.
- Matić, S. 1983: Neki biološki pokazatelji učinka mehanizacije u uzgajanju šuma. Zbornik radova Savjetovanja mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija.
- Matić, S., 1978: Istraživanja uspjeha sadnje topola dubokom sadnjom pomoću stroja Elletari i Iva-3M. Mehanizacija 9–10, 241–251, Zagreb.
- Majer, Ž. 1987: Problematika gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade«. Rukopis, Vukovar.
- Rauš, Đ., & S. Matić, 1986: Panonske ritske šume. Šume i prerada drveta Jugoslavije, Beograd.
- Rauš, Đ., 1976: Vegetacija ritskih šuma dijela Podunavlja od Aljmaša do Iloka. Annales pro experimentis forestis XIX: 5–75, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1976: Šumarska fitocenologija. Zagreb.
- Rauš, Đ. & S. Matić, 1990: Vegetacijsko-uzgojna istraživanja u Gospodarskoj jedinici »Vukovarske dunavske ade« PJ Šumarice Vukovar. Šume, list 1–2: 5–44, Zagreb.
- Rauš, Đ., N. Šegulja & J. Topić, 1985: Vegetacija sjeveroistočne Hrvatske. Glasnik za šumske pokuse 23, Zagreb.
- Sekawin, M., 1975: Genetika bijele topole (*Populus alba* L.), Anali za šumarstvo 6/6, Zagreb.
- Škorić, A., 1986: Postanak, razvoj i sistematika tala. Zagreb.
- Šilić, Č., 1973: Atlas drveća i grmlja. Sarajevo.
- Zsuffa, L. 1964: Genetika crne topole (*Populus nigra* L.). Anali za šumarstvo 6/2, Zagreb.
- Weber, E. 1974: Genetika vrste *Salix alba* L., Spec. plant. (1753). Anali za šumarstvo 6/1, Zagreb.
- XXX Gospodarstvena osnova šuma vukovarskog vlastelinstva iz 1925. godine.
- XXX Osnova gospodarenja 1959–1968. god. »Vukovarske dunavske ade«.
- XXX Osnova gospodarenja »Vukovarske dunavske ade« 1981–1990. god.
- XXX Revidirana osnova gospodarenja 1971–1980. god. »Vukovarske dunavske ade«.
- XXX Šumarska enciklopedija. Zagreb 1987.
- XXX Šumarski institut Jastrebarsko, Tipološke značajke nizinskih šuma Slavonije. Radovi, Jastrebarsko 1986.

DODATAK

PREDGOVOR

Sve veći neuspjesi umjetne obnove ritskih šuma (dijela Podunavlja od sela Borova do sela Šaregrad) Gospodarske jedinice »Vukovarske dunavske ade« naveli su nas na razmišljanje da bi se šume ove gospodarske jedinice mogle i trebale prirodno obnavljati.

Bez obzira na dobru kvalitetu u sadnica i samu sadnju euroameričkih topola (klon I-214 i neki klonovi deltoidnih topola) uspjesi su svake godine bili sve slabiji.

U razgovoru s direktorom bivšeg OOUR-a Uzgoja i zaštite šuma »Hrast« Vinkovci, u sastavu ROŠ »Slavonske šume« Vinkovci, gospodinom Krunoslavom Jeličićem, dipl. inž. šum., zaključili smo da s ovakvom praksom prekinemo (puno ulaganja za slab konačan rezultat). Na osnovi tih razmišljanja pozvani su tijekom 1987. godine stručnjaci zagrebačkoga Šumarskog fakulteta, Katedre za uzgajanje šuma, prof. dr. Đuro Rauš i prof. dr. Slavko Matić da pomognu u rješavanju nastalih problema.

Već i u ranijim kontaktima s prof. dr. Đuro Raušem javila se ideja o očuvanju ritskih šuma uz rijeku Dunav. Nakon nekoliko stručnih sastanaka i upoznavanja sa stanjem na vukovarskim dunavskim adama i ritovima odlučeno je da se postave pokusne plohe radi istraživanja prirodne obnove ovih šuma. Od tog vremena postavljene su dvije trajne pokusne plohe »Čovjek i biosfera« u šumskom predjelu Orlovnjak, odjel 22, i šumskom predjelu Mohovska ada, odjel 58, u šumi bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom (*Salici populetum nigrae* Tx. 1931 Meijer-Drees 1936 *rubetosum caesii* Rauš 1973).

Prof. dr. Slavko Matić postavio je pokusnu plohu u šumskom predjelu Mohovska ada, odjel 60, na kojoj je posađen hrast lužnjak, poljski jasen, klonovi bijele vrbe, klonovi deltoidne topole te po jedan klon domaće crne i bijele topole. Osim njih postavljene su i dvije plohe u šumskom predjelu Sotinska ada, odjeli 26 i 27, u šumi euroameričke topole, klon I-214, i deltoidne topole, klon 55/65 Lux, u dobi od tri i četiri godine. Napose, prof. dr. Đuro Rauš i prof. dr. Slavko Matić postavili su niz pokusnih ploha duž vukovarskih ada i ritova i o tome napisali rad: Vegetacijsko-uzgojna istraživanja u gospodarskoj jedinici »Vukovarske dunavske ade« Pj Šumarije Vukovar, koji je objavljen u Šumarskom listu, br. 1-2, 1990. godine.

U međuvremenu postavljena je i pokusna ploha u šumskom predjelu Hagl, odjel 70, površine 0,50 ha, u šumi crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952), na kojoj se uglavnom i temelji moj rad.

Ovim putem želio bih zahvaliti svima koji su mi svojim sugestijama i konkretnom pomoći omogućili izradu ovoga rada, a napose prof. dr. Đuro Rauš i prof. dr. Slavku Matiću, profesorima Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Također zahvaljujem i svojoj majci prof. Štefici Majer koja je s pažnjom i veoma stručno ispravila sve gramatičke greške. Zahvaljujem i svim čuvarima šuma, poslovođama i šumskim radnicima koji su mi pomagali u radu na terenu.

Hvala i mojoj radnoj organizaciji ROŠ »Slavonska šuma« Vinkovci, OOUR Uzgoja i zaštite šuma »Hrast« Vinkovci, koja mi je omogućila upis i pohađanje postdiplomskog studija.

U Vukovaru 1991.

Autor

POGOVOR

Veoma mi je teško započeti prvu rečenicu. Je li bilo koja rečenica odgovarajuća u ovom trenutku? Možda da započnem kronološkim redom?

Čistopis rada dovršavao sam u ratnim uvjetima. Tipkao sam u vrijeme kada na Vukovar nije padalo puno granata. Sve je bilo pretipkano, osim nekih tablica. Sve je ostalo na stolu u uredu Šumarije Vukovar, uz otvoreni prozor (da ne popucaju stakla).

Odluka o odlasku iz polurazrušenog voljenog grada bila je trenutna. Poslije, pa sve dosada samo razmišljam: Što bi bilo da je bilo?

U takvu stanju (ne znam ga nazvati pravim imenom) ništa, baš ništa nisam ponio sa sobom. Nakon nekog vremena napetosti i opuštanja odlučio sam pisati u selo Mohovo šumarskom tehničaru M. Kojiću. Bilo je to u veljači ili ožujku 1992. godine. Za divno čudo dobio sam odgovor da je moj rad sačuvan. Nakon toga muk, otreženjenje i nada. Nikakvih kontakata više nije bilo.

Krajem veljače 1994. godine moja gospođa punica Ivka Zjalić odlučila je ići u Vukovar. Uspjelo joj je doći tamo, dobiti moj rad i vratiti se u Beč. Ovih dana dobio sam najdražu pošiljku. Sada je rad ovdje, onakav kakav je bio. Ništa ne mogu izmijeniti. Ostaje mi samo da dovršim neke tablice, skice, slike i grafikone.

Hoće li se na temelju ovih i drugih istraživanja ikada nešto raditi na vukovarskim dunavskim adama, zasada je veliko pitanje. No, nada ostaje. Ono što je bilo naše mora i ostati i dalje biti naše.

Gevelsberg, travanj 1994.

Autor

ŽELJKO MAJER

FLOOD PLAIN FORESTS OF THE DANUBE BASIN AND THEIR NATURAL REGENERATION

Summary

The purpose of this project was to establish whether it is possible to naturally regenerate the Vukovar marshlands and river island forests, particularly the ones of the black and white poplar (*Populetum nigroalbae* Slav. 52). The test plot research and the collected data brought us to the following conclusions:

1. The following phytocoenoses grow in this part of the basin (Rauš 1976):
 - a) field ash and peduncled oak (*Fraxino-Ulentum laevis* Slav. 1952)
 - b) black and white poplar (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952),
 - c) white willow and black poplar with blackberry (*Salici-Populetum nigrae* Tx. 1931 (Meijer-Dress 1936) rubetosum caesii Rauš 1973).
 - d) white willow with wild madder (*Galio-Salicetum albae* Rauš 1973),
 - e) willow forest (*Salicetum triandrae* Malc. 1929),
 - f) purple willow scrubs (*Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 1952) and
 - g) the phytocenosis of the common reed (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926).

Apart from this, there are also the forest cultures of the euroamerican poplars, American ash and various white willow clones.

2. Within the research on the possibilities of natural regeneration of the Vukovar marshlands as part of the Danube basin, a test plot was laid in a black and white poplar forest (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) of the Hagl area. Table 4 shows the structure of the stand before the clear cut.

3. The research on the stand structure reveals three constituent tree species: black and white poplar, white willow with a relatively big wood volume – 345 m³/ha – which means that these stands have a high production capacity.

4. The research on the quantities of young trees has shown that after the first vegetation a considerable number of trees grow out of roots, stumps or seed (37561/ha).

5. The research on the number of new growth as to the regeneration method has shown the following:

- a) the best coppice vigour of the damaged roots was found in the white poplar; slightly weaker in the black poplar, while the white willow showed no coppice vigour in the roots at all (Table 12),
- b) the best coppice vigour of the roots (stumps treated with Tordon T-22 K) was also found in the white poplar followed by the black poplar, while the white willow again had no vigour at all; the smaller percentage of the Tordon (2-4%), the better root regeneration (Table 13),
- c) the best coppice vigour from the roots with untreated stumps and roots was also established in the white poplar, whereas the black poplar showed

equally good vigour in the stumps and roots, though considerably weaker root vigour than that of the white poplar. The white willow has no root coppice vigour at all, though a weak one in the stump (Table 11).

6. The regeneration of the white poplar by root damaging has given the best results. It is also possible by treating the stumps with 2-4% of the Tordon T-22 K diluted in water, a higher concentration having unfavourable effects. The regeneration of the white poplar is also possible without any treatments at all, though with considerably poorer results (Table 11).

7. The silvicultural work needed in these stands consists of regeneration and tending. The former is done by clear cut over large areas which should afterwards be cleaned to prepare them for natural regeneration through the seed impact of the autochthonous and allochthonous tree species via water and air; root damaging (white and black poplar); treatments of the stumps by herbicides (white poplar), and by stump sprouts (white poplar). During the secondary vegetation following the clear cut, it is necessary to carry out intensive tending of the new growth, upon which the less successfully regenerated places are to be improved by the seedlings of various deltoid poplar clones, selected willows and domestic black and white poplars. Where the habitat conditions allow, field ash and also peduncled oak seedlings and seeds will be used for these corrections.

8. Retaining their natural structure, the flood plain forests would thus acquire quality tree species and gain increment. This regeneration method should in these forests become a rule.

9. The cleaning of the young trees in these stands would be carried out from age four to seven. The trees of the future would be a priority, all operations done for their benefit.

10. Thinning would be carried out after age ten until the clear cuts.

11. The research has proved that the flood plain forests have all the conditions needed for successful natural regeneration, in terms of the biological and ecological properties of the individual tree species of the Danube basin coenoses and the flood plain forests. If there is a problem arising in the natural regeneration of these forests, it is mostly caused by the Danube water-level; the still unsolved problem of the game and cattle in some parts of the river's islands and marshlands; and the pure monocultures of the euroamerican poplars which impoverish the soil.

12. The flood plain forests in this part of the Danube basin are among the rarest in Europe. All available measures should therefore be taken in order to preserve their productivity, stability and durability.

13. The research on the regeneration of the flood plain forests has not finished. The continual test plots should give answers to a number of other questions.

JURO ČAVLOVIĆ

LINEARNO PROGRAMIRANJE U PLANIRANJU I GOSPODARENJU JEDNODOBNIM ŠUMAMA

EVEN-AGED FOREST MANAGEMENT WITH LINEAR PROGRAMMING

Prispjelo: 27. V. 1994.

Prihvaćeno: 1. VI. 1994.

Autor je u radu prikazao mogućnost rješavanja konkretnog problema u planiranju i gospodarenju s jednodobnim regularnim šumama primjenom linearnog programiranja. Pri tome je bilo potrebno postaviti problem, odnosno definirati model koji se sastoji od funkcije cilja i uvjeta ograničenja izraženih linearnim jednadžbama. Rješenjem modela linearnim programiranjem određeno je područje svih mogućih alternativa i najpovoljnija alternativa

Ključne riječi: linearno programiranje, planiranje i gospodarenje, jednodobna šuma.

UVOD – INTRODUCTION

Gospodarenje šumama je vrlo kompleksno i ono uključuje mnogo različitih komponenti, kao što su biološka, ekonomska, sociološka, koje su u međusobnoj povezanosti i koje zajedno tvore jedan složeni sustav. Unutar tog sustava se nalazi niz resursa (šumsko zemljište, šumsko drveće, ljudi, vrijeme, novac) koji su u uzajamnim ograničavajućim odnosima. (Buongiorno & Gilles 1987).

Organizirana upotreba šume uz postizanje ekonomskih učinaka i očuvanja stabilnosti šume pretpostavlja ispravno donošenje odluka o vremenu, mjestu, količini i načinu korištenja šumskih resursa. Odluke se mogu odnositi na kraće ili duže razdoblje, na jednostavniji ili složeniji sustav unutar kojih se događaju svakodnevne djelatnosti. Pri tome je važno odrediti optimalan odnos šumskih resursa i djelatnosti kada će se postići najbolji učinci.

Svaki konkretan problem u gospodarenju šumama, bilo da se radi o jednostavnijem ili složenijem, može se formulirati kao specijalni matematski model – linearni program. Modeli su često pojednostavljeni opis stvarne situacije (Šegotić 1993).

Pri rješavanju postavljenog problema linearnim programiranjem potrebno je postaviti uvjete ograničenja koji limitiraju određene resurse ili djelatnosti. Linearnim programiranjem se može odrediti ne samo moguće alternative za određeni problem već i ona najpovoljnija. (B u o n g i o r n o & G i l l e s 1987).

U ovom će radu biti prikazano rješenje problema planiranja i gospodarenja regularnim šumama za jedan primjer hrastove i grabove šume primjenom linearnog programiranja. Korišten je računalni program Statgraphics – Simplex Method.

PRIMJER – EXAMPLE

Uzet ćemo za primjer šumariju Slatina koja gospodari i šumama u nizinskom području rijeke Drave. U sastavu tih šuma na površini od 1500 ha nalazi se 1000 ha šume hrasta lužnjaka na II. bonitetu, prosječne dobi 80 godina. Taj dio šume nazvat će se *kvalitativni razred* (KR) hrasta lužnjaka. Ostalih 500 ha je obraslo dvadesetogodišnjim stablima graba iz panja i to je *kvalitativni razred* (KR) grabove panjače.

Dugoročni cilje gospodarenja ovom površinom jest dobiti uređenu šumu hrasta lužnjaka s normalnim razmjerom dobnih razreda (DR).

PROBLEM 1 – PROBLEM 1

Na navedenoj površini od 1500 ha šumarija u idućih 20 godina namjerava posjeći 214 ha. U vezi s planom sječa na razini cijele šumarije limitirajući sječiva površina u KR hrasta lužnjaka je 143 ha. Šumarija je spremna u idućih 20 godina uložiti maksimalno 4000 radnik/dana (r.d.) za sječ i obnovu. Za sječ i obnovu u KR hrasta lužnjaka potrebno je uložiti 12 radnik/dana/ha godišnje, a u KR grabove panjače potrebno je uložiti 28 radnik/dana/ha godišnje. Godišnji prihod po hektaru u KR hrasta lužnjaka je 1500 novčanih jedinica (n.j.), a u KR grabove panjače je 450 n.j.

Postavljanje problema – Problem Formulation

Pretpostavka je da je cilj gospodarenja u idućih 20 godina maksimizirati prihod uz postavljena ograničenja. Zadatak je odrediti najpovoljniji odnos sječive površine u hektarima jednoga i drugoga kvalitativnog razreda

Označimo s: X_1 = sječiva površina u ha u KR hrasta lužnjaka
 X_2 = sječiva površina u ha u KR grabove panjače
 $MaxP$ = n.j. prihoda godišnje.

Ograničenja – Constraints

1. Za sječ i obnovu u KR hrasta lužnjaka potrebno je uložiti 12 r.d. po hektaru godišnje, a u KR grabove panjače 28 r.d. po hektaru godišnje, pa se može pisati: $12X_1 + 28X_2$. Šumarija je spremna uložiti najviše 4000 r.d. za sječ i obnovu, pa prvo ograničenje prikazujemo formulom: $12X_1 + 28X_2 \leq 4000$.

2. Sječiva površina u KR hrasta lužnjaka limitirana je s 143 ha, pa drugo ograničenje prikazujemo formulom: $X_1 \leq 143$.

3. U idućih 20 godina namjerava se posjeći najviše 214 ha u oba KR i tako je treće ograničenje prikazano formulom: $X_1 + X_2 \leq 214$.

4. Kako niti i jedna varijabla ne može biti negativna, imamo: $X_1 \geq 0$; $X_2 \geq 0$.

Funkcija cilja – Objective Function

Izražava odnos između maksimalnoga ukupnog prihoda i godišnjeg prihoda po hektaru i sječive površine pojedinog KR. Ona je prikazana formulom: $MaxP = 1500X_1 + 450X_2$.

Konačan model danog problema prikazan formulama izgleda ovako:

$MaxP = 1500X_1 + 450X_2$ n.j. godišnje

$12X_1 + 28X_2 = 4000$ uloženi r.d. u sječu i obnovu

$X_1 \leq 143$ maksimalna sječiva površina u KR hrasta lužnjaka (ha)

$X_1 + X_2 \leq 214$ ukupna sječiva površina (ha)

$X_1 \geq 0$; $X_2 \geq 0$

Grafičko rješenje problema – Graphic solution

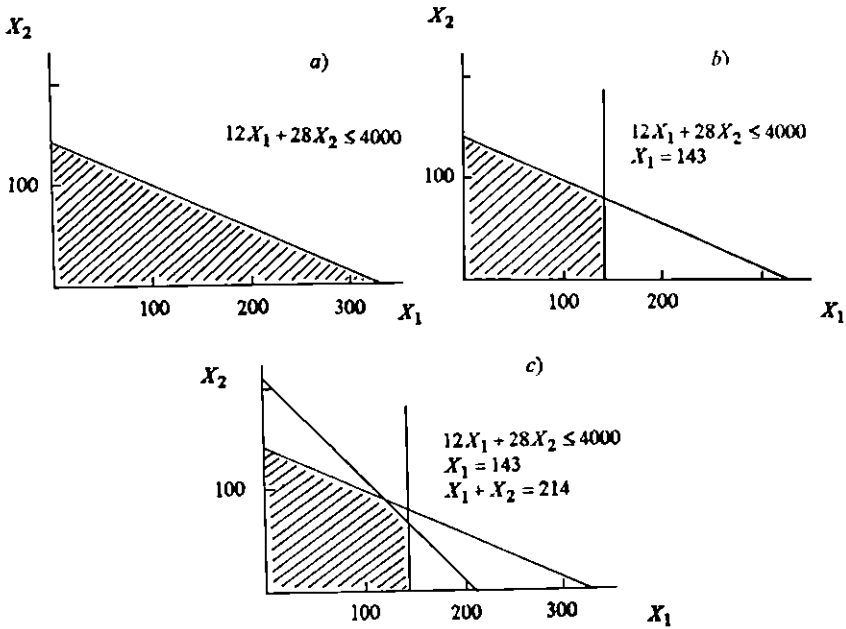
Koordinatnu os apscisa definirat ćemo varijablom X_1 , a os ordinata varijablom X_2 . Prvo ograničenje prikazano nejednadžbom $12X_1 + 28X_2 \leq 4000$ (sl. 1a) eliminira sve koordinate iznad pravca $12X_1 + 28X_2 = 4000$. Kada se pridruži i drugo ograničenje (sl. 1b), eliminiraju se sve koordinate desno od pravca $X_1 = 143$. Pridruživanjem i trećeg ograničenja izraženog nejednadžbom $X_1 + X_2 \leq 214$ (sl. 1c) dobije se područje svih mogućih alternativa (kombinacija X_1 i X_2).

Najbolja moguća alternativa je ona kod koje se ostvaruje maksimalan mogući prihod.

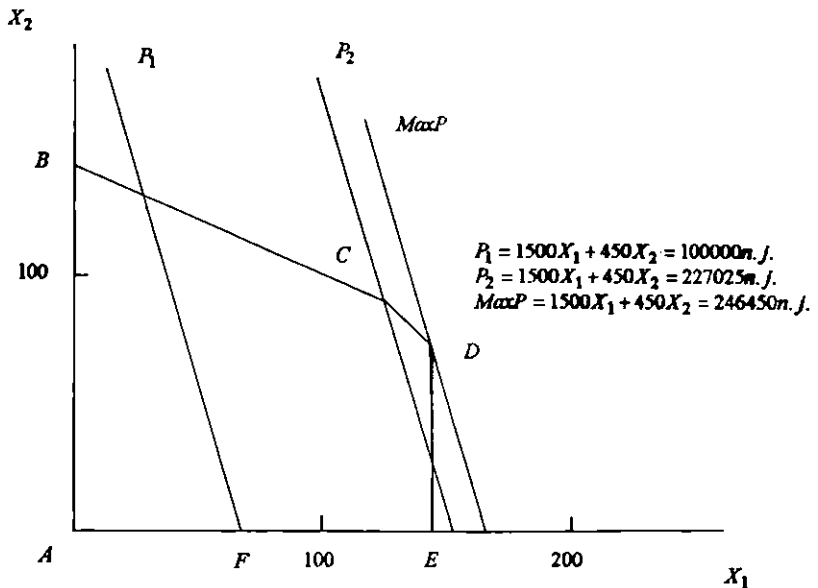
Ako stavimo da je $P_1 = 100\,000$ n.j., definirali smo pravac koji se nalazi na određenoj udaljenosti od ishodišta i koji prolazi preko područja mogućih alternativa. Taj pravac siječe apscisu u točki $F(66,7; 0)$ (sl. 2).

Točka C se nalazi na sjecištu pravaca $12X_1 + 28X_2 = 4000$ i $X_1 + X_2 = 214$. Rješenjem sustava od 2 jednadžbe dobivene su koordinate C (124,5; 89,5). Pravac paralelan s prethodnim koji prolazi točkom C prikazan je formulom $P = 1500X_1 + 450X_2 = 227\,025$. Sve točke na dijelu pravca koji se nalazi na označenom području mogućih alternativa predstavljaju kombinacije X_1 i X_2 za ukupan prihod od 227\,025 n.j. Vidi se da što je pravac dalje od ishodišta, to je vrijednost zavisne varijable P veća. Najudaljenija moguća točka od ishodišta je točka D. Koordinate te točke se dobiju rješenjem sustava jednadžbi $X_1 + X_2 = 214$; i $X_1 = 143$ i one su D (143; 71). Optimalna vrijednost funkcije cilja (maksimalan mogući prihod) u točki D prikazana je kao: $MaxP = 1500X_1 + 450X_2 = 246\,450$ n.j. godišnje.

Drugim riječima se može reći da treba u idućih 20 godina planirati sječu i obnovu na 143 ha površine u KR hrasta lužnjaka i 71 ha površine u KR grabove panjače, kako bi se postigao maksimalan mogući prihod uz postavljena ograničenja.



Sl. 1. - Fig. 1. Grafičko rješenje mogućih alternativ
 Graphic solution of the possible alternative



Sl. 2. - Fig. 2. Grafički prikaz optimalnog rješenja
 Graphic determination of the optimum solution

PROBLEM 2 – PROBLEM 2

Kao što je u primjeru navedeno, dugoročni cilj gospodarenja šumskom površinom je dobiti šumu hrasta lužnjaka s normalnim razmjerom dobnih razreda. To će se postići izvođenjem oplodnih sječa u KR hrasta lužnjaka i čistih sječa uz umjetno pošumljavanje u KR grabove panjača. Uzmimo da će se ovom šumom gospodariti s ophodnjom od 140 godina. Na kraju razdoblja od 140 godina šuma će biti uređena tako da će se sastojati od 7 dobnih razreda širine 20 godina. Svakih 20 godina će se sjeći jedna sedmina ukupne površine, tj. 214 ha.

Linearnim programiranjem je potrebno odrediti najpovoljniju kombinaciju sječivih površina jednoga i drugoga uređajnog razreda unutar svakoga pojedinog dobnog razreda uz dana ograničenja. Optimalno rješenje je ono pri kojemu se dobije maksimalan mogući prihod drvene mase.

Postavljanje modela

U planiranju i gospodarenju šumom osnovni zahtjev je dati odgovore na pitanja kada, gdje i koliko sjeći. (Klepac 1965). Potrebno je odrediti sječivu površinu unutar pojedinoga kvalitativnog razreda za svaki dobnii razred.

Neka $X_{i,j}$ predstavlja sječivu površinu i -tog kvalitativnog razreda u j -tom dobnom razredu. S X_1 će biti označen KR hrasta lužnjaka, a s X_2 KR grabove panjače. Na temelju podataka ukupne površine kvalitativnih razreda i predviđene ophodnje (7 dobnih razreda) mogu se postaviti ograničenja:

Prva skupina ograničenja pokazuje površine kvalitativnih razreda:

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} = 1000 \text{ ha}$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} = 500 \text{ ha}$$

Druga skupina ograničenja pokazuje zahtjev da sječiva površina svakoga pojedinog dobnog razreda iznosi jednu sedminu ukupne površine šume:

$$X_{1,1} + X_{2,1} = \frac{1000 + 500}{7} = 214 \text{ ha}$$

$$X_{1,2} + X_{2,2} = 214 \text{ ha}$$

$$X_{1,3} + X_{2,3} = 214 \text{ ha}$$

$$X_{1,4} + X_{2,4} = 214 \text{ ha}$$

$$X_{1,5} + X_{2,5} = 214 \text{ ha}$$

$$X_{1,6} + X_{2,6} = 214 \text{ ha}$$

$$X_{1,7} + X_{2,7} = 214 \text{ ha}$$

Funkcija cilja – Objective Function

Jedan od gospodarskih ciljeva je postići maksimalnu moguću količinu ukupne sječive drvene mase za razdoblje ophodnje. Da bi se mogla izraziti funkcija cilja;

potrebni su podaci očekivanih drvnih zaliha po hektaru koja će se moći posjeći u svakom pojedinom dobnom razredu. Korištene su prirasno-prihodne tablice za hrast lužnjak i obični grab za II. bonitet. (Špiranec 1975). Tako na primjer u KR hrasta lužnjaka za III. dobnog razreda je podatak 894 m³/ha. Podatak je dobiven tako da je početnoj drvnjoj zalihi od 418 m³/ha (sastojina dobi 80 godina) dodan prirast koji ta sastojina ostvari u svom razvoju od 80. godine do 130. godine (50 godina je vrijeme od početka razdoblja ophodnje do sredine III. dobnog razreda). (Klepac 1963).

Podaci očekivanih drvnih zaliha po dobnim razredima za svaki KR dani su u tablici 1.

Tab. 1. Očekivane drvene zalihe po kvalitet. i dobnim razredima
 Expected yield by compartment and 20-year management period

Kv.razr.	Compartment.	Površina- Area (ha)	Dobni razred - Management period						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
			m ³ /ha						
1	1000	521	738	894	1016	1113	1193	1260	
2	500	138	460	487	604	704	797	886	

Temeljem podataka iz tablice 1. prikazana je funkcija cilja kao linearna funkcija varijabli X_1 i X_2 :

$$MaxP = 521X_{1,1} + 738X_{1,2} + 894X_{1,3} + 1016X_{1,4} + 1113X_{1,5} + 1193X_{1,6} + 1260X_{1,7} + \\ + 138X_{2,1} + 460X_{2,2} + 487X_{2,3} + 604X_{2,4} + 704X_{2,5} + 797X_{2,6} + 886X_{2,7}$$

Iz skupina ograničenja i funkcije cilja načinjen je LP format koji predstavlja ulazni oblik za računalni program (tablica 2).

Tab. 2. LP tablica - Linear-Programming Table

	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	$X_{1,4}$	$X_{1,5}$	$X_{1,6}$	$X_{1,7}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,3}$	$X_{2,4}$	$X_{2,5}$	$X_{2,6}$	$X_{2,7}$	
P	521	738	894	1016	1113	1193	1260	138	460	487	604	704	797	886	
KR 1	1	1	1	1	1	1	1								≤ 1000
KR 2								1	1	1	1	1	1	1	≤ 500
DR 1	1							1							≤ 214
DR 2		1							1						≤ 214
DR 3			1							1					≤ 214
DR 4				1							1				≤ 214
DR 5					1							1			≤ 214
DR 6						1							1		≤ 214
DR 7							1							1	≤ 214

Model je riješen pomoću računala, pri čemu je korišten program LP Solution - Simplex Method. Rješenjem modela računalnim programom (maksimizacijom fun-

kcije cilja) određen je optimalan odnos sječivih površina jednoga i drugoga kvalitativnog razreda po dobnim razredima (*tablice 3. i 4.*). Iz tablice 3. se vidi da je potrebno u kvalitativnom razredu lužnjaka posjeći u I. dobnom razredu 144 ha, u II. i VII. ne bi se sjeklo ništa, dok se u III, IV, V. i VI. dobnom razredu predviđa sječa na 214 ha. U kvalitativnom razredu grabove panjače predviđa se sjeći 70 ha u I. i po 214 ha u II. i VII. dobnom razredu. Uz taj odnos sječivih površina po kvalitativnim i dobnim razredima, maksimalna moguća prihod u ovoj šumi za razdoblje ophodnje iznosi 1274952 m³ (*tablica 4.*).

Tab. 3. Plan sječa po površini uz maksimizaciju ukupnog prihoda drvene mase
 Harvest plan per ared with maximum total volume yield

Kvalitat. razred Compartment	ha po dobnim razredima – ha per management period							Ukupno-Total (ha)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	144	0	214	214	214	214	0	1000
2	70	214	0	0	0	0	214	500
Σ	214	214	214	214	214	214	214	1500

Tab. 4. Plan sječa po drvnjoj masi uz maksimizaciju ukupnog prihoda drvene mase
 Harvest plan per volume with maximum total volume yield

Kvalitat. razred Compartment	m ³ po dobnim razredima – m ³ per management period							Ukupno-Total (m ³)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	75024	0	191316	217424	238182	255302	0	977248
2	9660	98440	0	0	0	0	189604	297704
Σ	84684	98440	191316	217424	238182	255302	189604	1274952

ZAKLJUČAK – CONCLUSION

Uz primjenu računala linearnim programiranjem se mogu vrlo brzo riješiti različiti problemi pri planiranju i gospodarenju jednodobnim šumama kada se za dani problem definira model linearnim jednadžbama.

Prikazani primjer nije jedini i najbolji način gospodarenja istom šumom. Ako bi smo htjeli maksimizirati sadašnju vrijednost, odnos sječivih površina bio bi drugačiji.

Postoje i složeniji problemi u gospodarenju šumama (gdje je uključeno više resursa i uvjeta ograničenja) koji se mogu riješiti linearnim programiranjem uz pomoć računala, pri čemu je najvažnije ispravno definirati model linearnim jednadžbama.

LITERATURA - REFERENCES

- Buongiorno, J., & K. J. Gilles, 1986: Forest management and economics. Macmillan, New York, 285 pp.
- Klepac, D., 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina. Znanje, Zagreb 298 pp.
- Klepac, D., 1965: Uređivanje šuma. Znanje, Zagreb 340 pp.
- Kugler, M., 1968: Matrični račun. Zagreb, rkp.
- Šegotić, K., 1993: Matematički model za upravljanje šumama. Glas. šum. pokuse, posebno izdanje 4: 315-320, Zagreb.
- Špiranec, M., 1975: Prirasno prihodne tablice. Poslovno udruženje šumskoprivrednih organizacija, Zagreb.
- Vandál, A., 1980: Primjena matematičkih modela u ekonomiji. Informator, Zagreb 145-206.

Original scientific paper

JURO ČAVLOVIĆ

EVEN-AGED FOREST MANAGEMENT WITH LINEAR PROGRAMMING

Summary

Forest management is the planning of forest resources in space and time. They have a mutually limiting relationship. The best effect is obtained when the optimal relation is determined.

The maximum of the aim function, i. e. the most optimal alternative, is determined by the linear programming of the given problem and defining the model by linear equations.

The paper is an illustration of an even-aged forest with two problems to be solved, the first being simple graphic solutions determining the area of all possible alternatives with the limiting conditions, as well as the most optimal alternative by maximization of the total revenue.

In the second problem, the task was to plan the cutting in terms of time and space in two quality classes, so as to get a well-managed forest with normal proportion of age classes at the end of rotation. By defining the aim function and the proposed limiting conditions using linear equations, a model is obtained. Computer linear programming determines the most optimal combination of the felling areas of the one and the other quality class according to time periods and considering the maximum revenue per volume of 1,274,952 m³.

Author's address:
Juro Čavlović
Faculty of Forestry,
41 000 Zagreb,
P.O. Box 178, Croatia

UPUTE AUTORIMA

«Glasnik za šumske pokuse» znanstveni je časopis u kojem se objavljuju originalni znanstveni radovi, doktorske disertacije i magistarski radovi radnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Svi se radovi objavljuju uz obavezan sinopsis na hrvatskom jeziku i njegov prijevod na engleskom jeziku, s dvojezičnim naslovima, podnaslovima, te sažetkom (kratkim sadržajem do 1/10 njegova opsega) na engleskom ili njemačkom jeziku.

Radovi se prihvaćaju za tisak na sjednicama Redakcijskog odbora, a na prijedlog glavnog urednika.

Radovi pripremljeni za tisak predaju se uredniku u dva primjerka (original i kopija) sa svim prilogima. Opseg disertacije može iznositi do 4 tiskana arka. Magistarski radovi objavljuju e u opsegu do 2 tiskana arka, a ostali znanstveni radovi do 1 tiskanog arka, ako ga potpisuju jedan ili dva autora, odnosno za timske radove do dva arka, ako rad potpisuju dva do tri autora, ili do tri arka ako rad potpisuju tri ili više autora. Redakcija iz tehničkih ili financijskih razloga može zahtijevati da autor u još sažetijem obliku preda rukopis.

U navedeni opseg rada ulaze svi prilozi: obavezan sinopsis na hrvatskom i engleskom jeziku, tabele, grafikoni, fotografije, citirana literatura i sažetak na stranom jeziku.

Umoljavaju se autori da se pridržavaju ovih uputa:

Rukopis se predaje pisan na listovima formata 21 × 29,5 cm (A-4) s normalnim proredom i s marginom od 3–5 cm. Jedna stranica sadrži do 35 redaka, a redak 65 slovnih znakova, računajući i praznine između riječi. Listovi se ispisuju samo s jedne strane.

Naslov rada i svi podnaslovi u radu moraju biti napisani dvojezično, s tim da je drugi jezik engleski ili njemački – po izboru autora. Sinopsis na hrvatskom i engleskom jeziku, svaki, priložiti na posebnom listu. Pod sinopsisom se smatra koncizan i točan prikaz članka, bez kritičke procjene. Sadržaj članka mora biti potpuno razumljiv iz sinopsisa (self-contained). Svrha mu je u primarnoj publikaciji da omogućiti čitaocu da ocijeni je li članak za njega interesantan, a mora biti pisan tako da se bez prerađivanja može upotrijebiti u sekundarnom časopisu.

Ispod sinopsisa upisuju se ključne riječi, najviše 10; na hrvatskom ispod sinopsisa na hrvatskom jeziku i na engleskom ispod sinopsisa na engleskom jeziku, zbog lakše klasifikacije članaka.

U okviru teksta citate navoditi prema **A u t o r** (gldina). Pri tome koristiti znak &, kada su dva autora, umjesto i, and, und itd. Ne navoditi npr. (R a u š i V u k e l i ć 1983), već: (R a u š & V u k e l i ć 1983). Za tri i više autora treba navesti samo prvoga autora i dopisati: i dr., a u engleskom tekstu: et al.

Prilozi (tabele, grafikoni, fotografije, citirana literatura) moraju biti priređeni odvojeno od teksta i obilježeni, a dvojezični potpisi (redni broj priloga s objašnjenjem) ispisani zajedno na posebnim listovima papira. Crteži i grafikoni moraju biti izrađeni tušem na paus ili crtačem papiru, a tabele mogu biti ispisane pisanim strojem. Fotografije moraju biti izrađene na papiru visokog sjaja. U popisu literature navodi se samo citirana literatura. Iza prezimena i inicijala autora navodi se godina objavljivanja citiranog rada, naslov rada ili knjige u originalu (u zagradi se može navesti naslov na stranom jeziku, ako je rad u originalu pisan na našem jeziku, a ima sažetak na stranom jeziku), uobičajena skraćunica časopisa ili izdavača knjige, volumen i broj časopisa, strane rada od-do, odnosno ukupan broj strana knjige!

U popisu literature autori se navode prvo abecednim redom, a potom kronološki. Na primjer:

B o n d, J., 1951: Naslov rada. Časopis (službena skraćunica), Vol. broj (u zagradi broj sveska, ako postoji): strana od-do, Mjesto izdavanja časopisa.

B o n d, J., Naslov knjige. Broj izdanja, ako ih je bilo više. Izdavač, adresa. Strana na koju se odnosi citat.

B o n d, J., P. W h i t e & S. T e m p l a r, 1950: Naslov priloga u nekoj knjizi. U: Editor: Naslov knjige. Izdavač knjige, adresa. Strana priloga od-do. (U tekstu se ovaj citat navodi kao: B o n d i dr. 1950). Autor za svoj rad dobiva autorski honorar.

Autori su odgovorni za lekturu i točnost prijevoda na strani jezik. Posebno se to odnosi na stručnu terminologiju.

Autorima će se dostaviti prijelom na korekturu. Jedino su dopušteni ispravci koji se odnose na tisak. Nikakve preinake rukopisa (skraćivanje ili dodavanje) nisu dopuštene.

Autori će besplatno dobiti 50 separata.

Uredništvo

PERNAR, R.: METHOD AND RELIABILITY OF ASSESSING PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) DAMAGE ON COLOUR INFRARED (CIR) AERIAL PHOTOGRAPHS (Original in Croatian: *Način i pouzdanost određivanja oštećenosti hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) na infracrvenim kolornim (ICK) aerosnimkama*, with Summary and photointerpretation key for pedunculate oak in English). Glas. šum. pokuse, pokuse 31:1-34, Zagreb 1995.

To make possible assessing the damage status of trees (tree crowns) on colour infrared (CIR) aerial photographs, the principle prerequisite must be fulfilled, that is a carefully prepared photointerpretation key for particular tree species and damage status.

The purpose of this research, carried out in famous lowland Slavonia oak forests in the Sava valley (Croatia), was to make a high-quality and reliable photointerpretation key for the Slavonian oak (*Quercus robur* L.) damage assessing on CIR aerial photographs.

For this purpose several concrete tasks had to be carried out:

- to determine the way of damage projection on aerial photographs
- to assess pedunculate oak damage degrees on the CIR aerial photographs and on the terrain
- to assess the diameter increment of pedunculate oak trees according to the damage degrees
- to check the reliability of the application key of the elaborated interpolation in respect to individual observers, terrestrial data and the diameter increment.

The result of the carried out research is a detailed photointerpretation key for pedunculate oak (*Quercus robur* L.)

This photointerpretation key is presented in descriptive, schematic and photographic ways.

Key words: remote sensing, colour infrared (CIR) aerial photographs, photointerpretation, photointerpretation key, damage status, uniform damage degree (UDD), increment, Slavonian Sava valley, pedunculate oak (*Quercus robur* L.).

BOJANIN, S. & V. BRUČI: PRODUCTION OF PULPWOOD AND WOOD FOR BOARDS - FEELING, PRIMARY CONVERSION AND TRANSPORTATION (Original in Croatian: *Proizvodnja industrijskog drva - sječa, izrada i transport*, with Summary in English). Glas. šum. pokuse, pokuse 31:35-92, Zagreb 1994.

The article deals with felling, primary conversion, and the transportation of pulpwood and board timber. Of the whole yearly cut in Croatia, the cordwood amounts to 45.9% (13.8% goes for pulpwood and board timber; 32.1% goes for fuelwood). In mature stands of beech the cordwood amounts 40%, in oak stands 20%, and in the fir and spruce stands only 3.3%.

Felling and primary conversion are done with power saws. Particularly in thinning, conversion of long-length logs is preferred. When compared to the conversion of 1 m-lengths, in the conversion of 4 m-lengths time consumption diminishes by 2.5 times, twice in the conversion of 3 m-lengths. The problems of application of the multi-process machines, chipping in woods and on landings, and mechanical debarking, are all dealt with in the article.

In primary transportation various wheeled, mostly mounted-wince tractors, are used with tree-length, semi-tree length and long-length-long-systems. In the assortment system forwarders are used.

Major transportation of wood is done by trucks, railway and on waterways. Long-distance transport of chips is also presented.

And finally, mill-woodyards as processing sites are also presented.

Key words: cordwood, long-length log, felling and primary conversion, mechanical debarking, chipping of tree biomass, prehaul, minor transportation, forwarding, conversion landing, truck transport, common carrier railroad transport, water transportation.

RAUŠ, Đ., VUKELIĆ, J., ŠPANJOL, Ž., ĐURIČIĆ, T.: THE RESEARCH ON THE SUCCESSION OF THE MEDITERRANEAN OAK FORESTS ON THE CONTINUAL TEST PLOT (Nr. 36) ON THE ISLAND OF RAB (Original in Croatian: *Istraživanja sukcesije crnikovih šuma na trajnoj pokusnoj plohi (br. 36) na Rabu*, with Summary in English). Glas. šum. pokuse, pokuse 31:93–134, Zagreb 1994.

The authors have studied the synecology of the Island of Rab. The emphasis was given to the geomorphological position and the relief of the Island of Rab; its geological foundation; the soil and climate.

Its vegetation and geography were studied in detail, particularly the forest vegetation units. In the forest of the Mediterranean oak and black ash a continual plot for investigating the succession in the basic association of our eumediterranean region is thoroughly described.

The structure of the tree layer on the plot is presented; the plot was measured in 1983 and later in 1993. The difference between the two measurements is 10.00 m³, which means that the current annual increment is 1.00 m³.

The natural dieback of the Mediterranean oak and other tree species was observed, in order to record the increment progressive succession of the Mediterranean oak forest in Rab. The research results are presented in tables, graphs and written conclusions.

Key words: the Island of Rab, synecology, vegetation, Mediterranean oak forest, structure, increment, succession.

VRGOČ, P: *Fraxinus rotundifolia* Mill., *Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid. AND *Carpinus orientalis* Mill. IN BONSAI CULTURE (Original in Croatian: *Fraxinus rotundifolia* Mill., *Pinus nigra* ssp. *austriaca* (Hoess) Vid. i *Carpinus orientalis* Mill. u bonsai kulturi, with English Summary). Glas. šum. pokuse 31:135–198, Zagreb 1994.

The possibility of synthesis of the natural beauty of the Mediterranean vegetation with the idea of Japanese miniature trees has been an irresistible challenge previous to this work.

The goal of this research is bonsai cultivation of trees collected from nature of:

- 1) roundleaved black ash (*Fraxinus rotundifolia* Mill.),
- 2) Austrian black pine (*Pinus nigra* ssp. *austriaca* /Hoess/ Vid.) and
- 3) hornbeam (*Carpinus orientalis* Mill.).

The main points which characterize produced bonsai trees are:

- a) Identity of bonsai which can be recognized as Zen-related art work;
- b) Original decorative expression of cultivated trees. The decorativeess of morphological characteristics of tree species earlier not present in bonsai culture;
- c) Method of cultivation (of trees collected from natural environment) which can give excellent results in a short period of time.

Key words: Bonsai training, collected trees, European species, morphological characteristics, decorative expression.

RAUŠ, Đ.: THE MONOGRAPH »THE FORESTS OF CROATIA« – ITS PROMOTION AND THE ECHO IN THE PRESS (Original in Croatian: *Promocija i odjek u tisku monografije »Šume u Hrvatskoj«*). Glas. šum. pokuse, pokuse 31:199–230, Zagreb 1994.

The paper presents the promotion of the monograph »The Forests of Croatia« held on February 12 1993 in the hotel Intercontinental in Zagreb, with the full speeches and papers including the names of authors.

All the newspaper reviews following the promotion commenting the book's contents and design also appear in the paper.

The paper ends with a concluding comment on the monograph »The Forests of Croatia«.

Key words: monograph, forests, promotion, speeches, echo in the press.

PIČMAN, D.: ECONOMIC REASONS FOR BUILDING THE OPTIMAL NETWORK OF FOREST ROADS AS INFLUENCED BY THE TERRAIN CONFIGURATION AND HYDROGRAPHIC CONDITION (Original in Croatian: *Utjecaj konfiguracije terena i hidrografskih prilika na ekonomsku opravdanost izgradnje optimalne mreže šumskih prometnica*, with summary in English). Glas. šum. pokuse, pokuse 31:231–316, Zagreb 1994.

Using the digital terrain models (DTM), PC-supported, based on the forest-management maps, the whole processing and calculation procedure becomes simpler, more precise and faster. Personal computers enable the production of several variants with the fewest errors and least time; they also make possible the simulation of the real situation in a forest area.

Some of the existing so-called main tractor skidding tracks, longitudinal inclination ranging between 8 and 12%, offer the possibility of building very cheap forest roads; focused on achieving optimal accessibility, the building would thus prove to be economical and necessary at the same time.

Key words: forest roads, skidding tracks, mean skidding distance, optimal accessibility, terrain configuration, digital terrain model (DTM).

PANTEK, I.: THE SCENERY OF THE PAZINSKA JAMA CAVE IN VIEW OF THE LANDSCAPE ARCHITECTURE OF THE PAZIN SURROUNDINGS (Original in Croatian: *Pejzažne značajke Pazinske jame s gledišta oblikovanja vegetacije okoliša Pazina*, with summary in English). Glas. šum. pokuse, pokuse 31:317-390, Zagreb 1994.

Within the planned evaluation, this discussion has given suggested designs based on the susceptibility and attraction of the Cave area. Research has been carried out according to the spatial factors obtained by the studies of the most significant documents related to the area, based on professional data, specialist projects and scientific publication as well as by comparing the already achieved solutions in similar nature areas in Croatia (Zeleni Vir in Skrad, Komačnik in Vrbovsko).

In the course of the research I have realized, that there are no limiting factors in the Pazin surroundings in terms of spatial disturbance and pollution. It is estimated that the pollution of all forms has been increasing, which is a serious obstacle in planning the desired tourist attraction of the area. If the *status quo* remains, the increasing threat of the present polluting agents coming directly into the Cave will lead to inconceivably disastrous consequences for the whole Istrian peninsula, causing dangerous disturbances in the biotopes above and under the ground.

Key words: Pazinska Jama cave, environmental protection, ecological circumstances, forest vegetation, degradation, tourism and use of nature resources.

MAJER, Ž.: FLOOD PLAIN FORESTS OF THE DANUBE BASIN AND THEIR NATURAL REGENERATION (Original in Croatian: *Ritske šume Hrvatskog podunavlja i njihova prirodna obnova*, with English Summary). Glas. šum. pokuse, pokuse 31:391-434, Zagreb 1994.

The paper deals with the natural environment of one part of the Danube basin stretching between Borovo Selo (1346 km) and Šarengrad (1308 km), a distance of 38 km. The author carried out research on the natural regeneration in the flood plain forests in this Croatian part of the Danube basin.

While studying the synecological conditions, he established here paraclimax associations of soft broadleaves – willow and poplar – which regenerate naturally. However, pursuing fast profit, man introduced artificial regeneration by raising cultures and plantations of various willow and poplar clones, whereby he really caused disturbance of the forest stability.

Focused on a safe natural regeneration of these forests, the author carried out a number of tests with the white and black poplar and white willow. Among other methods, the tests consist of cutting or digging trenches at various distances from the stump and coating the stumps with chemicals.

The results prove the assumption that the natural regeneration of the flood plain forests is not only possible and satisfactory, but also much cheaper and safer than the artificial methods.

Key words: the Danube basin, flood, natural regeneration, underground water, euroamerican poplars, white and black poplar, white willow, paint, forest tending.

ČAVLOVIĆ, J.: EVEN-AGED FOREST MANAGEMENT WITH LINEAR PROGRAMMING (Original in Croatian: *Linearno programiranje u planiranju i gospodarenju jednodobnim šumama*, with English Summary). Glas. šum. pokuse, pokuse 31:435-442, Zagreb 1994.

Presented is the possibility of solving a concrete problem of planning and management of even-aged regular forests using linear programming. At this it was necessary to set the problem, i.e. to define a model consisting of the function of the aim and limiting conditions expressed by linear equations. By solving the model through linear programming, the area of all possible alternatives is determined together with the most optimal option.

Key words: linear programming, planning and management, even-aged forest.