

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

*Annales
pro experimentis foresticis*

10



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

OŽUJAK, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU — POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA ŠUMSKE POKUSE
UNIVERSITATIS IN ZAGREB, FACULTATIS AGRONOMICO-FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

ANNALES
PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

Volumen 10

ZAGREB IN JUGOSLAVIA 1952

UNIVERSITATIS IN ZAGREB, FACULTATIS AGRONOMO-FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU – POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA ŠUMSKE POKUSE

GLASNIK
ZA ŠUMSKE POKUSE

Knjiga 10

Z A G R E B 1 9 5 2

IZDAVAČKI ZAVOD JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE
ZNAOSTI I UMJETNOSTI

Urednik
Prof. dr. ANTUN LEVAKOVIĆ

Prof. dr. A. LEVAKOVIĆ:

O ANALITICKOM IZRAŽAVANJU SASTOJINSKE STRUKTURE

(*Dodatak*)

STRUCTURE DES PEUPLÈMENTS – SA DESCRIPTION
ANALITIQUE

(*Annexe*)

SADRŽAJ – SOMMAIRE:

PotANJI dokazi nekih navoda iz 9. knjige
Glasnika za šumske pokuse, str. 293–338.

Preuves des quelques assertions essentielles
du 9-ème livre de ce même périodique,
p. 293–338.

Za rješavanje nekih problema u istoimenoj svojoj radnji štampanoj u IX. knjizi »Glasnika za šumske pokuse« primjenjivao sam u dosta navrata poznatu simetričnu *Pearsonovu* funkciju, koja – isto tako kao i *Gaussova* funkcija, pa još i s većom opravdanošću – može u teoriji pogrešaka da se primijeni kao funkcija mjerodavna za vjerojatnost opservacionih pogrešaka ili – kratko – kao »vjerojatnosna funkcija« (»vjerojatnostni zakon«). Donosim je ovdje u normalnom obliku

$$\varphi(\varepsilon) = k \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^c \quad (1)$$

navedenom u spomenutoj radnji na strani 306, samo s tom razlikom, što je tamošnji parametar Y_0 označen ovdje slovom k , a tamošnja varijabila ξ slovom ε , koje je ovdje (kao grčko početno slovo latinske riječi »error« = pogreška) podesnije. Kad govorim

ovdje o ovakovim, s ε označenim pogreškama, ondâ pod njima razumijevam *zbiljne* pogreške pojedinih opservacija (neizbježive naravski, a obično i nepoznate).

Inače sam tu funkciju (u još nešto izmijenjenom obliku) navodio i primjenjivao na str. 331 do 338 spomenute radnje, gdje sam namjesto ovdješnjeg parametra g (*graničnog* parametra) primjenjivao specijalnu graničnu vrijednost $g = 1/2$.

Kao što se na spomenutom mjestu vidi, prednju funkciju primjenjivao sam na probleme, na koje ona, koliko mi je poznato, nije dosad bila primjenjivana ni od koga. U vezi s vjerojatnošću *srednje* opservacione pogreške (μ) ondje sam na jednom mjestu (str. 338) bio istaknuo, da za vjerojatnost te pogreške vrijedi *posve isti* vjerojatnosni zakon kao i za vjerojatnost *pojedinačne* opservacione pogreške (ε). Rekao sam ujedno, da se to lako daje dokazati, ali sam također dodao, da taj dokaz smatram ondje suvišnim.

Smatrao sam ga – istina – suvišnim ondje i u onaj mah, ali ga ne smatram suvišnim sada; jer je on fundamenat za primjenu jedne ondje izvedene važne formule, kojoj se prema tome sve dotle ne može podati pravo i puno značenje, dokle god taj dokaz nije perfekuiran. Stoga ću ga ovdje perfekuirati.

Osim toga pokazat ću ovdje u detaljnijoj formi još neke osobine navedene *Pearsonove* funkcije, koje su više ili manje u vezi s nekim izvodima u spomenutoj mojoj radnji, a koje dosad – koliko mi je poznato – nisu bile ni teoretski razvijane ni praktički primjenjivane ni od *Pearsona* niti od koga drugoga. Radi toga moram najprije da s pomoću nje postavim ovdje općenitiji (nego ondje) izraz za srednju opservacionu pogrešku (μ).

Kao što je poznato već iz spomenute radnje, vjerojatnost neke pogreške ili – što je isto – vjerojatnost, da će neka od pojedinačnih pogrešaka, koje imaju da proisteknu iz namjeravanih opservacija, pasti u izvjestan interval vjerojatnosnim zakonom određenoga područja (t. j. u interval između ε i $\varepsilon + d\varepsilon$), definirana je zapravo tek onda, ako je točno poznat svaki pojedini parametar vjerojatnosnog zakona kao i ako je jednadžba (1) s obje strane pomnožena s $d\varepsilon$. Ja ću ovdje najprije zadovoljiti ovaj posljednji zahtjev, a zatim ću redom formulirati napomenute parametre, nakon čega se oni (uz izvjestan, već sam po sebi lako shvatljiv uvjet) mogu odmah smatrati i poznatima.

Imamo dakle za navedenu vjerojatnost jednostavni jednadžbeni izraz

$$\varphi(\varepsilon) \cdot d\varepsilon = k \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^c \cdot d\varepsilon. \quad (2)$$

Da bismo formulirali najprije parametar k , mi ćemo poći od poznatog zakona za sumu vjerojatnosti svih mogućih modaliteta

jednog (povoljnog) događaja, od kojih *samo jedan* modalitet (bilo koji) *bезuvjetno mora* da bude realiziran. Prema tome je zakonu suma svih dotičnih vjerojatnosti jednaka broju 1. Mi ćemo dakle izraz (2) integrirati između granica $(-g)$ i $(+g)$, stavljajući ujedno taj integral u odnos jednakosti s brojem 1. Imamo dakle jednadžbu

$$k \int_{-g}^{+g} \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^c \cdot d\varepsilon = 1 \quad (3)$$

ili, jer ovdješnja vjerojatnosna funkcija spada u red tako zvanih *parnih* funkcija, jednadžbu

$$2k \int_0^g \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^c \cdot d\varepsilon = 1. \quad (4)$$

Radi rješenja ovoga integrala učinit ćemo najprije supstituciju

$$1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2} = t, \quad (5)$$

otkud obrnutim redom izlazi

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= g(1-t)^{\frac{1}{2}} \\ d\varepsilon &= -\frac{g}{2}(1-t)^{\frac{1}{2}-1} \cdot dt \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Uz uvrštenje ovih izraza u jednadžbu (4) kao i na osnovi poznatog pravila, da međusobna zamjena integracijskih granica povlači za sobom promjenu integralova predznaka, navedena jednadžba prima postepeno oblike

$$\left. \begin{aligned} kg \int_0^1 t^c (1-t)^{\frac{1}{2}-1} \cdot dt &= 1 \\ kg \cdot B\left(\frac{1}{2}, c+1\right) &= 1 \\ kg \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \Gamma(c+1)}{\Gamma\left(c+\frac{3}{2}\right)} &= 1 \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

koji (kao što vidimo) spadaju u područje tako zvanih »beta-funkcija« i s njima povezanih »gamma-funkcija«.

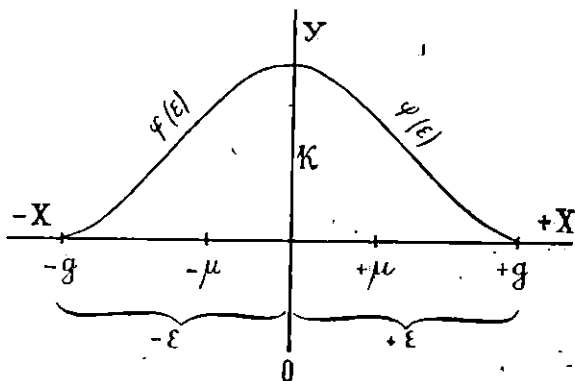
Iz posljednjega od ova tri oblika dobivamo neposredno izraz

$$k = \frac{\Gamma\left(c + \frac{3}{2}\right)}{g \cdot \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \Gamma(c+1)} \quad (8)$$

potreban nam s jedne strane u svrhu već navedenu, a s druge strane u svrhu izvođenja formule za kvadrat »totalno«-srednje opservacijske pogreške t. j. srednje pogreške, koja se osniva na supoziciji *beskonačno* velikog broja opservacijskih pogrešaka.

Da bismo mogli izvesti ovu formulu, treba da obrazujemo aritmetičku sredinu od svih prema dadenom vjerojatnosnom zakonu *uopće mogućih* (uopće zamišljivih) ε^2 -iznosa.

Neka taj zakon bude predstavljen izrazom pod (1), u kojem se – kao što rekoh – parametri k , g , c smatraju već unaprijed poznatima. Jednu od mogućih slika toga zakona predstavlja priložena slika 1. Iz nje je vidljivo, da opservacijska pogreška ε ima prema izrazu (2) to veću vjerojatnost, što se ona – počevši od skrajnje mogućih, graničnih svojih iznosa ($\mp g$) – jače približuje centralnom iznosu »nula« t. j. koordinatskom ishodištu.



Sl. 1

Između navedenih granica, počevši od lijeve ($-g$) pa u smjeru prema desnoj ($+g$), može se dakle na apscisnoj osi zamisliti beskonačno mnogo ε -iznosa, od kojih pojedini u smjeru prema nuli pridolazi postepeno u sve većem broju primjeraka, a odatle pa na desno opet u broju primjeraka sve manjem. Taj simetrični multiplitet prikazuje tok vjerojatnosne krivulje, dok beskonačno malenu međusobnu udaljenost (međusobnu diferenciju) tih ε -iznosa određuje izraz $d\varepsilon$.

Odmah nakon skrajnjeg lijevog ε -iznosa, koji je od granice $-g$ u apsolutnom pogledu manji za iznos $\frac{d\varepsilon}{2}$ i koji ćemo (u zamisli) obilježiti oznakom $-\varepsilon_1$, neka u smjeru prema nuli slijedi iznos $-\varepsilon_2$, pa $-\varepsilon_3 \dots$ i t.d. sve do iznosa $\varepsilon = 0$. Desno otud, a u smjeru prema granici $+g$, neka slijede daljnji ε -iznosi, za $d\varepsilon$ sve veći jedan od drugoga, dok je posljednji ε -iznos (analogno kao i prvi) od granice $+g$ udaljen za $\frac{d\varepsilon}{2}$.

Ukupni broj svih tih uopće zamišljivih ε -iznosa bio bi dakle beskonačno velik ne samo s prvo spomenutog gledišta, nego još više s razloga navedenog multipliteta, od krajeva $\mp g$ prema sredini postepeno beskonačno u sve jačoj mjeri.

Za aritmetičku sredinu poznato je, da je to zapravo suma, u kojoj su pojedini članovi (u formi produkata) sastavljeni - svaki - od pojedinog sastavnog dijela dotične sredine (ovdje dijela $\varepsilon_1^2, \varepsilon_2^2, \dots, \varepsilon_\infty^2$) i od pripadne vjerojatnosti. Mi dakle s pomoću vjerojatnosnog izraza pod (2) možemo da postavimo primarni izraz

$$\left. \begin{aligned} \mu^2 = & \varepsilon_1^2 \cdot \varphi(\varepsilon_1) d\varepsilon + \\ & + \varepsilon_2^2 \cdot \varphi(\varepsilon_2) d\varepsilon + \dots + \varepsilon_\infty^2 \cdot \varphi(\varepsilon_\infty) d\varepsilon \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

koji već prema svome izgledu ima oblik beskonačno mnogočlane i od beskonačno sitnih dijelova (članova) sastavljene sume. Kao što vidimo, u njoj izrazi $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_\infty$ predstavljaju samo pojedinačne, jedan drugom beskonačno blize, *specijalne* iznose *jedne zajedničke* varijabile ε , koja kontinuirano varira od $-g$ do $+g$. Uz uvrštenje desne strane formule (2) taj se izraz piše u skraćenoj, ali, inače egzaktno definiranoj i k tome jedino praktikabilnoj formi

$$\mu^2 = k \int_{-g}^{+g} \varepsilon^2 \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^c \cdot d\varepsilon, \quad (10)$$

iz koje s naprijed navedenog razloga izlazi

$$\mu^2 = 2k \int_0^g \varepsilon^2 \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^c d\varepsilon, \quad (11)$$

Supstitucijske izraze pod (5) i (6) možemo isto tako da uvrstimo i u ovu posljednju formulu, pak onda na analogan način dobivamo

$$\left. \begin{aligned} \mu^2 = & kg^3 \int_0^1 t^c \cdot (1-t)^{\frac{3}{2}-1} \cdot dt = \\ & = kg^3 \cdot B\left(\frac{3}{2}, c+1\right) \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Iz ovoga pak izraza, a uz uvrštenje izraza pod (8), dobiva se, nakon jednostavnog kraćenja u brojniku i u nazivniku, najprije izraz

$$\mu^2 = g^2 \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right) \cdot \Gamma\left(c + \frac{3}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \Gamma\left(c + \frac{5}{2}\right)}, \quad (13)$$

a onda, po uvrštenju izrazâ

$$\left. \begin{aligned} \Gamma\left(\frac{3}{2}\right) &= \frac{1}{2} \cdot \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \\ \Gamma\left(c + \frac{5}{2}\right) &= \left(c + \frac{3}{2}\right) \cdot \Gamma\left(c + \frac{3}{2}\right) \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

i nakon ponovnog (jednostavnog) kraćenja konačno izraz

$$\mu^2 = \frac{g^2}{2c + 3}, \quad (15)$$

odnosno

$$\mu = \pm \frac{g}{\sqrt{2c + 3}}. \quad (16)$$

To je, kao što vidimo, zaključni oblik izraza pod (10). Prema njemu je srednje-moguća pogreška pojedine opservacije zavisna samo od parametara g i c , koji – potpuno sami za se – određuju oblik konkretnog vjerojatnosnog zakona, odnosno kurvitet (zakrivljenost) vjerojatnosne krivulje na raznim mjestima duž njenog toka, dok parametar k u smislu formule (8) izlazi tek kao posljedica naprijed navedenih dvaju parametara.

Prema preglednijoj formi pisanja mi bismo oblik pod (15) mogli da zamijenimo poznatim (iz teorije najmanjih kvadrata) oblikom

$$\mu^2 = \frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2}{n}, \quad (17)$$

gdje bi broj n morao da segne sve čak do u beskonačnost. Naravno da je u praksi, kad se radi o primjeni pojma srednje-moguće pogreške, beskonačan broj opservacija nemoguć, pa se stoga formula (17) ili analogna, prema prilikama još bolja formula

$$\mu^2 = \frac{N_1 \varepsilon_1^2 + N_2 \varepsilon_2^2 + \dots + N_n \varepsilon_n^2}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} \quad (18)$$

primjenjuje samo u opsegu više manje ograničenog broja opservacija.* Time se pak ispravni pojam srednje-moguće pogreške

* Očito je, da simboli N_1, N_2, \dots, N_n označuju ovdje ukupne brojeve pogrešaka u pojedinim konkretnim ε -intervalima

(kako je naprijed izložen) više ili manje neizbježno iskrivljuje, odnosno: srednje-moguća pogreška pojedine opservacije time se ustanovljuje s većom ili manjom pogrešnošću.

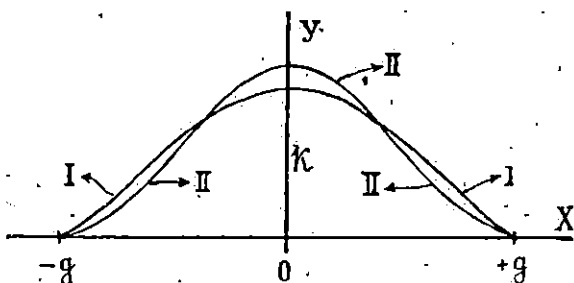
Za izraz pod (15) rečeno je dakle, da srednje-moguću pogrešku stavlja u odnos međusobne zavisnosti s granicom g i s eksponentnim parametrom c . Radi lakšeg predočenja te zavisnosti obrnut ćemo formulu (15) u formulu

$$g^2 = \mu^2 (2c + 3) \quad (19)$$

pa ćemo zamisliti dva beskonačno velika opservacijska niza s međusobno *jednakim* g -iznosima, ali *nejednakim* μ - i c -iznosima. Očito je prema navedenoj tendenciji formule, da onaj niz, koji ima manji μ -iznos, mora imati veći c -iznos i obrnuto. Prema formuli (8), koja se u ovom slučaju (s obzirom na međusobnu jednakost g -iznosâ pripadnih prvom i drugom nizu) može napisati i u obliku

$$\left. \begin{aligned} k &= \bar{k} \cdot \frac{\Gamma\left(c + \frac{3}{2}\right)}{\Gamma(c + 1)} \\ \bar{k} &= \frac{1}{g \cdot \Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} = \text{konst.} \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

parametar k raste i pada samo uporedo s rastenjem i padanjem c -iznosa. Stoga (recimo) *drugi* od oba niza, koji ima manji μ , a veći c -iznos, mora da ima i veći k -iznos t. j. veću ordinatu, prema formuli (2) pripadnu apscisi $\varepsilon = 0$. A kako svaka od obje vjero-



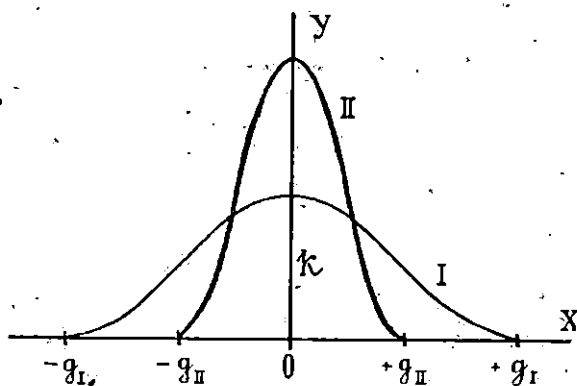
Sl. 2

jatnošne krivulje u zajednici s apscisnom osi počevši od točke $(-g)$ pa do točke $(+g)$ mora da ograničuje *istu* ukupnu površinu, t. j. u smislu formule (3) površinu 1, to one moraju da izgledaju poprilično kao krivulje I i II na slici 2.

Analogna, ali ponešto drugačija slika nastaje, ako je u oba niza jednak samo c -iznos. U tom slučaju u smislu formule (19) ili – još bolje – u smislu obrnute formule

$$2c + 3 = \frac{g^2}{\mu^2} \quad (21)$$

manjemu μ -iznosu mora da odgovara manji g -iznos i obrnuto. Kao što se pak vidi iz formule (8), maksimalna ordinata (k), koja se nalazi u ordinatnoj osi, mora u tom slučaju da raste i pada u smjeru *protivnom* od smjera, u kojem raste i pada g . Budući da krivulji s manjim μ -iznosom (na slici 2 ona je označena sa II) odgovara sada manji g -iznos, to njoj u smislu formule (8) mora i sada da pripadne veći k -iznos. A to pokazuje sl. 3.



Sl. 3

Iz ovog izlaganja izlazi, da srednje-moguća pogreška μ može prema ispravnom svome pojmu (t. j. kod beskonačnih nizova) da varira *samo od niza do niza*. Nasuprot, *unutar jednog te istog* takvog niza može i mora ona da bude *samo konstantna*: isto tako kao što su unutar takvog jednog niza konstantne i veličine g i c . Ona prema drugom korijenu formule (10), odnosno prema formuli (16), ima u takvom jednom nizu, kao što to pokazuju naročite oznake u slici 1, svoju *tačno određenu negativnu i pozitivnu poziciju*, pošto i ona sama u njemu nužno izlazi *baš kao jedan njegov konkretni član*, po veličini naravski – u smislu formule (17) – kvadratno-srednji od svih.

Iz te činjenice izlazi prirodna i nužna posljedica, da za *vjerovatnost srednje* pogreške mora da vrijedi *posve isti* vjerojatnosni izraz (vjerojatnosni zakon), kao što je onaj, koji je naveden pod (2). Samo naravski taj zakon zgodnije je sada prikazati u obliku prilagođenom *samoj oznaci* srednje pogreške, dakle u obliku

$$\varphi(\mu) \cdot d\mu = k \left(1 - \frac{\mu^2}{g^2}\right)^c \cdot d\mu. \quad (22)$$

Izraz de iz formule (2) ovdje je zamijenjen izrazom du sasvim neposredno, t. j. bez ikakve transformacije. To je učinjeno iz jednostavnog razloga, što za *obje* vrste opservacijskih pogrešaka – t. j. i za pogrešku zbiljnu i za pogrešku srednje moguću – vrijedi jedno te isto opservacijsko područje između ($-g$) i ($+g$), a bez ikakve ograde, koja bi uopće davala povoda kakvoj transformaciji.

U brojčanom pogledu vjerojatnost prema formuli (22), jer je to vjerojatnost *kvadratno*-srednje pogreške (dakle s predznakom \pm), odgovara naravski *samo jednoj* od svih prema formuli (2) *uopće mogućih* (a među sobom simetričnih) pojedinačnih vjerojatnosti.

Slična dedukcija izlazi i onda, ako se u obzir uzmu samo *konačno* veliki opservacijski nizovi, gdje se dakle n prema formuli (17) ni izdaleka ne približuje iznosu ∞ . Prema predašnjim izvodima postoji u tome slučaju izvjesna *čisto formalna* razlika, koja postoji u toliko:

1) što za srednje-mogućí iznos (μ) ne vrijedi sa stvarne strane više formula (15), nego formula (17) s n -iznosom daleko manjim od ∞ ;

2) što sada taj μ -iznos u pravilu ne biva baš konkretnim, nego samo apstraktnim članom dotičnoga niza.

Time je naprijed spomenuti dokaz perfektuiran, za sada naravski samo na osnovi logičke dedukcije. Dokazat ću ga odmah i s matematičkog gledišta, pri čemu će se sada dokaz izravno oslanjati samo na supoziciju *konačnog* opservacijskog niza.

Opservator se, recimo, sprema da neku (točno mu naravski nepoznatu) veličinu x izmjeri svega n puta, gdje n spada u red *konačnih* brojeva. Svaka pojedina od tih opservacija dat će mu prema očekivanju neki pojedinačni rezultat: prva rezultat l_1 , druga rezultat l_2 ,, n -ta rezultat l_n . Rezultati pojedinih namjeravanih opservacija bit će dakako nezavisni jedan od drugoga, budući da se – prema općem opservacijskom principu – opservacije moraju da izvode tako, da bi za rezultat *makar koje* naredne opservacije bilo *posve irelevantno*, kakav je rezultat dala *bilo koja* od prethodnih opservacija. Konkretni iznosi pojedinih rezultata moraju prema tome da ispadnu tako, kako to (u granicama između izvjesnih ekstremnih l -iznosa) odredi čisti slučaj.

Navedenim rezultatima odgovarat će izvjesne opservacijske pogreške, koje čine sistem (niz)

$$\left. \begin{array}{l} \varepsilon_1 = l_1 - x \\ \varepsilon_2 = l_2 - x \\ \dots \dots \dots \\ \varepsilon_n = l_n - x \end{array} \right\} \quad (23)$$

gdje x označuje *zbiljni* iznos opservirane veličine i gdje indeksi pojedinih opservacija odnosno pogrešaka ne označuju više kao

prije — pri izlaganjima skupčanim sa slikom 1 — redne brojeve pojedinih uzastopnih pozicija (od lijeva na desno), nego vremenske redne brojeve t. j. prema redu izvršenih opservacija.

Pojedinačne (proste) vjerojatnosti, da će pojedine od tih pogrešaka pasti u određene intervale rastrešene po području između $(-g)$ i $(+g)$, da će dakle pogreška prve opservacije (ε_1) pasti u interval između ε_1 i $\varepsilon_1 + d\varepsilon$, pogreška druge opservacije (ε_2) u interval između ε_2 i $\varepsilon_2 + d\varepsilon$ i. t. d., neka po redu iznose

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= \varphi(\varepsilon_1) d\varepsilon = k \left(1 - \frac{\varepsilon_1^2}{g^2}\right)^c d\varepsilon \\ P_2 &= \varphi(\varepsilon_2) d\varepsilon = k \left(1 - \frac{\varepsilon_2^2}{g^2}\right)^c d\varepsilon \\ &\dots\dots\dots \\ P_n &= \varphi(\varepsilon_n) d\varepsilon = k \left(1 - \frac{\varepsilon_n^2}{g^2}\right)^c d\varepsilon \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Prema jednom iz računa vjerojatnosti poznatom pravilu *skupna (složena) vjerojatnost*, da će *sve* te pogreške, kao pripadnici jedne složene jedinice pasti baš samo u određene, a ne u druge koje intervale, glasi:

$$\left. \begin{aligned} p &= P_1 P_2 \dots P_n \\ &= \varphi(\varepsilon_1) \cdot \varphi(\varepsilon_2) \dots \varphi(\varepsilon_n) \cdot (d\varepsilon)^n \\ &= k^n \left[\left(1 - \frac{\varepsilon_1^2}{g^2}\right) \left(1 - \frac{\varepsilon_2^2}{g^2}\right) \dots \left(1 - \frac{\varepsilon_n^2}{g^2}\right) \right]^c \cdot (d\varepsilon)^n \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

Odavde — jednostavnim izmnoženjem pojedinih analognih binoma u uglatoj zagradi i stezanjem novo-nastalih pojedinačnih članova — izlazi izraz

$$\left. \begin{aligned} p &= k^n \cdot \left[1 - \frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2}{g^2} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{\varepsilon_1^2 \varepsilon_2^2 + \varepsilon_1^2 \varepsilon_3^2 + \dots + \varepsilon_{n-1}^2 \varepsilon_n^2}{(g^2)^2} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{\varepsilon_1^2 \varepsilon_2^2 \varepsilon_3^2 + \varepsilon_1^2 \varepsilon_2^2 \varepsilon_4^2 + \dots + \varepsilon_{n-2}^2 \varepsilon_{n-1}^2 \varepsilon_n^2}{(g^2)^3} + \dots \right. \\ &\quad \left. \dots + (-1)^n \cdot \frac{\varepsilon_1^2 \varepsilon_2^2 \varepsilon_3^2 \dots \varepsilon_{n-1}^2 \varepsilon_n^2}{(g^2)^n} \right]^c \cdot (d\varepsilon)^n \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

Prema svim izlaganjima — i ovdješnjim i onima, koja su skupčana sa slikom 1 — *svaki pojedini* od navedenih ε -izraza mora da

se shvati kao *samostalna i kontinuitetna* varijabila u smislu formule (2), dakle s potpunim varijacijskim područjem od lijeve pa do desne granice (g). Prema tome se u smislu slike 1 i formule (9) na mjesto *svakog pojedinog* ε^2 -izraza može jednostavno da stavi totalno-srednji μ^2 -iznos.

Na taj način iz sume kvadratâ (unionâ) u brojniku prvog razlomka pod (26) izlazi izraz

$$\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2 = n\mu^2 = \binom{n}{1} \mu^2. \quad (27)$$

A dalje iz naredne sume kvadratnih produkata (ambâ), budući da njih ima svega $\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2}$, izlazi izraz

$$\varepsilon_1^2 \varepsilon_2^2 + \varepsilon_1^2 \varepsilon_3^2 + \dots + \varepsilon_{n-1}^2 \varepsilon_n^2 = \binom{n}{2} (\mu^2)^2. \quad (28)$$

Isto tako iz naredne sume kvadratnih ternâ izlazi izraz

$$\varepsilon_1^2 \varepsilon_2^2 \varepsilon_3^2 + \dots + \varepsilon_{n-2}^2 \varepsilon_{n-1}^2 \varepsilon_n^2 = \binom{n}{3} (\mu^2)^3. \quad (29)$$

Posljednji pod (26) navedeni n -terostruki kvadratni produkt pridolazi, kao što se vidi, samo u jednom jedinom primjerku. Za njega prema prednjim izlaganjima vrijedi stoga izraz

$$\varepsilon_1^2 \varepsilon_2^2 \varepsilon_3^2 \dots \varepsilon_{n-2}^2 \varepsilon_{n-1}^2 \varepsilon_n^2 = \binom{n}{n} (\mu^2)^n. \quad (30)$$

Sve ovo, po uvrštenju u formulu (26), daje zajedno mnogo jednostavniji izraz

$$p = k^n \left[1 - \binom{n}{1} \frac{\mu^2}{g^2} + \binom{n}{2} \left(\frac{\mu^2}{g^2} \right)^2 - \dots - \binom{n}{3} \left(\frac{\mu^2}{g^2} \right)^3 + \dots + (-1)^n \binom{n}{n} \left(\frac{\mu^2}{g^2} \right)^n \right]^c (d\mu)^n \quad (31)$$

koji pak nije ništa drugo, nego razvijeni binom n^{og} stupnja, kojemu osnovna (nerazvijena) forma glasi

$$\begin{aligned} p &= k^n \left[\left(1 - \frac{\mu^2}{g^2} \right)^n \right]^c (d\mu)^n \\ &= \left[k \left(1 - \frac{\mu^2}{g^2} \right)^c \cdot d\mu \right]^n \end{aligned} \quad (32)$$

Sumarni (zajednički) eksponent ovoga posljednjeg izraza (n) pokazuje nam, da se totalno-srednja pogreška μ može zapravo da ponovi svega toliko puta, koliko uopće kanim da izvedem opservacija. Naravski da je vjerojatnost p ovoga događaja, koja – kao što se vidi – spada u red *skupnih (složenih)* vjerojatnosti, svega

n -terostruko manja od prostih vjerojatnosti P_1, P_2, \dots, P_n , prema kojima bi pogreške namjeravanih opservacija imale da padnu u navedene zasebne intervale.

Formula (32) predstavlja dakle složenu vjerojatnost totalno-srednje pogreške. Iz ove vjerojatnosti izlazi prosta vjerojatnost navedene pogreške n -terostrukim korjenovanjem formule (32), dakle

$$P_\mu = \sqrt[n]{p} = k \left(1 - \frac{\mu^2}{g^2}\right)^c \cdot d\mu. \quad (33)$$

A to je isto ono, što predstavlja formula (22):

Time je perfektuiran i nagoviješteni matematički dokaz. Ako on – kao što vidjesmo – vrijedi za slučaj konačnog opservacijskog niza, onda mora da vrijedi i za slučaj beskonačnog niza, budući da n (nemajući nikakve ograde) može načelno da naraste do u beskonačnost.

Matematički izgled formulâ (2) i (33) dopušta izričitu konstatciju, da je prosti vjerojatnosni izraz za srednju opservacijsku pogrešku u formalnom pogledu potpuno identičan s vjerojatnosnim izrazom za pojedinačnu opservacijsku pogrešku, te da razlika između ova dva izraza postoji samo u toliko, što formula (2) obuhvaća vjerojatnosti svih mogućih ϵ -iznosa između 0 i $\pm g$, dok se formula (22), odnosno (33), odnosi samo na vjerojatnost apscise $\pm \mu$, konstantne – kao što rekoh – unutar jednog te istog beskonačnog niza i prema prilikama varijabilne samo od niza do niza.

Za »totalnu« srednje-moguću pogrešku rekao sam da se osniva na supoziciji beskonačnog opservacijskog niza, da je dakle unutar toga niza invarijabilna. Nasuprot, »parcijalna« srednje-moguća pogreška, koja se osniva na supoziciji ograničenog opservacijskog niza, nije (rekoh) invarijabilna ni unutar jednog te istog opservacijskog niza, po čemu (kao što je poznato) i ona sama nosi na sebi obilježje pogrešnosti. Zato je u navedenoj mojoj radnji i bilo naročitog govora o srednje-mogućoj i o ekstremno-mogućoj pogreški »disperzije« (kako se veličina μ naziva u biometriji).

Sa srednjom pogreškom pojedine opservacije (parcijalnom naravski) stoji, kao što je poznato, u izvjesnom odnosu srednja pogreška aritmetičke sredine. Ova druga (označivat ću je oznakom μ_a) izlazi iz one prve t. j. iz pogreške μ (kojoj ću prema potrebi davati također oznaku μ_e) putem poznate jednostavne formule

$$\mu_a^2 = \frac{\mu_e^2}{n}. \quad (34)$$

Izvod ove formule može da se izvrši na više i među sobom vrlo različitih načina. Ja sam je u spomenutoj svojoj radnji izveo

polazeći od kvadrata poznate egzaktno formule za *zbiljnu* pogrešku (a) aritmetičke sredine, dakle od formule

$$\alpha^2 = \left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n}{n} \right)^2, \quad (35)$$

otkud – izvedbom kvadriranja – nastaje izraz

$$\alpha^2 = \frac{(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2) + 2(\varepsilon_1 \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_{n-1} \varepsilon_n)}{n^2}. \quad (36)$$

Sada ću je, polazeći također od prednje formule, izvesti na precizniji jedan način, koji se u glavnom osniva na prednjim izlaganjima.

Od izraza (36) treba dakle u smislu definicije napraviti *aritmetičku sredinu* – naravno i na desnoj i na lijevoj strani prednjega izraza.

Pravljenjem aritmetičke sredine na *lijevoj* strani izraz α^2 prelazi u spomenuti izraz μ_n^2 , budući da on ima sada da predstavlja *srednje*-mogući α^2 -iznos. Pri pravljenju aritmetičke sredine na *desnoj* strani treba naravno ovu sredinu napraviti kako od prve tako i od druge zagrađene sume.

Kao što je poznato, u slučajevima analognim ovome ovdje aritmetička sredina *sume* dobiva se, ako se međusobno zbroje aritmetičke sredine svih u sumi sadržanih *sumandâ*. Aritmetička pak sredina *produkta* dobiva se, ako se međusobno pomnože aritmetičke sredine svih u produktu sadržanih *faktora*.*

Kako ovdje u smislu dosadanjih izlaganja indeksi 1, 2, ..., n označuju *vremenske*, a ne pozicijske redne brojeve, to se *svaki pojedini* ε -izraz ima shvatiti kao *zasebna* nezavisna varijabila, koja kontinuitetno može da varira između granica $\mp g$.

Namjesto svakog pojedinog ε -kvadrata iz prednje formule, a u smislu formulâ (9) do (15) kao i u smislu formule (27) može prema tome da se stavi izraz μ^2 ili (u smislu novije simbolike) izraz μ_ε^2 .

Što se tiče sume *produkata* u drugoj zagradi prednjega izraza, tu treba imati na umu činjenicu, da se ovdje radi o produktima *linearnih* (prvostupanjskih) ε -izraza, a ne kvadratnih, kao što je to bio slučaj pod (28). Za srednju vrijednost pojedinog ovakvog (linearnog) ε -izraza vrijedi prema tome formula

$$\varepsilon_s = k \int_{-g}^{+g} \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2} \right)^c \cdot d\varepsilon. \quad (37)$$

* Vidi na pr. Czuber, Dr. E.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statistik und Lebensversicherung, Leipzig - Berlin 1924, erster Band, str. 72-76.

Ako u nju uvrstimo supstitucijske izraze pod (5) i (6), onda nakon stezanja dobivamo izraz

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_s &= -\frac{k g^2}{2} \int_0^0 t^c \cdot (1-t)^0 \cdot dt \\ &= -\frac{k g^2}{2} \int_0^0 t^c \cdot dt = 0 \end{aligned} \right\}, \quad (38)$$

koji nam odmah veli, da se *ništici* jednakim ima smatrati također *svaki pojedini* od dotičnih produkata, pa prema tome i *cijela suma* u drugoj zagradi. Na taj način od izraza (36) nastaje skoro neposredno izraz (34).

Obrnućem ovoga izraza dobivamo izraze

$$\left. \begin{aligned} \mu_\epsilon^2 &= n \cdot \mu_\alpha^2 \\ \mu_\epsilon &= \sqrt{n} \cdot \mu_\alpha \\ d\mu_\epsilon &= \sqrt{n} \cdot d\mu_\alpha \end{aligned} \right\}. \quad (39)$$

Ako sad u formuli (22) oznake μ i $d\mu$ najprije zamijenimo novim oznakama μ_ϵ i $d\mu_\epsilon$, tako da sada istu formulu imamo u identičnom obliku

$$\varphi(\mu_\epsilon) \cdot d\mu_\epsilon = k \left(1 - \frac{\mu_\epsilon^2}{g^2}\right)^c \cdot d\mu_\epsilon, \quad (40)$$

onda možemo odmah dobiti i formulu, koja će predstavljati *vjerojatnost* pripadnu *srednjoj pogreški aritmetičke sredine* (μ_α). Lijeva strana te nove formule izlazi na isti način, kao što je to bilo učinjeno kod prijelaza od izraza (22) na izraz (40). Na desnu pak stranu formule (40) uvrstit ćemo prvi i posljednji izraz iz skupine pod (39). Tako sada nastaje formula

$$\varphi(\mu_\alpha) \cdot d\mu_\alpha = k \sqrt{n} \left(1 - \frac{n \mu_\alpha^2}{g^2}\right)^c \cdot d\mu_\alpha, \quad (41)$$

koja namjesto srednje *opservacijske* pogreške sadrži srednju pogrešku *aritmetičke sredine*, ali sadrži ujedno transformacijske dodatke n i \sqrt{n} , koji – kao što ćemo vidjeti – imaju karakteristično značenje.

Iz dosadanih razmatranja vidljiva je činjenica, da ondje, gdje postoji *srednja* pogreška, mora da postoje i *fundamenti* te sredine, t. j. iznosi pogrešaka dijelom manji, a dijelom i veći od srednje pogreške. Kad se dakle govori o *srednjoj pogreški aritmetičke sredine*, onda mora da se ima na umu i *zbiljni iznos* (a) one pogreške, koja tereti aritmetičku sredinu (a), a koji je sad veći sad

manji od srednjega – slično kao što je to i kod pojedinih opservacija. Razlika između pojedinih opservacija i aritmetičke sredine u pogledu postojanja obiju ovih vrsta pogrešaka (srednje i zbiljne) sasvim je formalna. Ona postoji tek u toliko:

1) što zbiljna *opservacijska* pogreška (ε) *varira konkretno* između datenih ekstremnih granica ($-g$) i ($+g$), odnosno oko *srednje* pogreške $\pm \mu_\varepsilon$, dok zbiljna pogreška *aritmetičke sredine* (t. j. pogreška $\pm \alpha$) *varira apstraktno* oko *srednje* pogreške $\pm \mu_\alpha$, odnosno unutar naročite jedne vrste ekstremnih granica, koje ćemo odmah i upoznati;

2) što zbiljnih ε -pogrešaka unutar jednog te istog opservacijskog niza ima *upravo toliko*, koliko ima i samih opservacija, dok zbiljna α -pogreška unutar toga istog opservacijskog niza (*konačno* naravski) postoji samo u *jednom jedinom* primjerku, t. j. u nepoznatom, pa stoga između navedenih ekstremnih granica varijabilnim *tek zamišljenom* iznosu.

Zbiljna α -pogreška može naime do pluralnog izražaja da dođe samo pri eventualnom prijelazu *na daljnje* opservacije istoga opsega (n) i iste točnosti (g i c), pri čemu bi pogreškama a_1, a_2, \dots, a_m *pojedinih nizova* imala prema očekivanju da pripadne kvalifikacija analogna onoj, koja *unutar prvoga* niza pripada pogreškama $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$.

Ali naš se, kao što rekoh, ovdje tiče *samo prvi* (faktično namjeravani) opservacijski niz i *njegova* α -pogreška, za koju – u uporedbi s ε -pogreškama toga niza – vrijede navedene formalne razlike, koje dakle za samu suštinu ovdje za nas važnog problema nemaju nikakvog značenja. Stvarna je ovdje samo antiteza zbiljnoga (pojedinačnoga) prema srednjemu, kao i obrnuta. U tom pak pogledu rekao sam, da je prošti vjerojatnosni izraz za *srednju* pogrešku *posve identičan* s vjerojatnosnim izrazom za *pojedinačnu* (ovdje *zbiljnu*) pogrešku.

Namjesto izraza μ_α smijemo s toga u formulu (41) s punim pravom i bez ikakvih daljnjih formalnosti da uvrstimo izraz a_1 , pak onda imamo karakterističnu formulu

$$\left. \begin{aligned} \varphi(\alpha) \cdot d\alpha &= k \sqrt{n} \left(1 - \frac{n\alpha^2}{g^2} \right)^c \cdot d\alpha \\ &= k \sqrt{n} \left[1 - \frac{\alpha^2}{\left(\frac{g}{\sqrt{n}} \right)^2} \right]^c \cdot d\alpha \end{aligned} \right\} \quad (42)$$

koja nam izravno veli, da zbiljna pogreška *aritmetičke sredine* – u uporedbi sa zbiljnom *opservacijskom* pogreškom – može da se

(s većim ili manjim stvarnim iznosom) nalazi samo unutar *znatno užih* granica $\left(-\frac{g}{\sqrt{n}}\right)$ i $\left(+\frac{g}{\sqrt{n}}\right)$.

Širina granica za zbiljne pogreške *pojedinih opservacija* ($\pm g$) zavisi, kao što poznato, samo od toga, *po kojem se sistemu* izvode te opservacije: tko ih naime izvodi, u koju svrhu, s kakvom aparaturom i pod kakvim prilikama.

Širina granica za zbiljnu pogrešku *aritmetičke sredine* $\left(\pm \frac{g}{\sqrt{n}}\right)$ zavisi osim toga još od *ukupnog broja* (n) učinjenih, odnosno namjeravanih opservacija, jer većem broju ovih opservacija pripada manja širina navedenih granica i obrnuto.

Ako pak — kao što to pokazuje formula (2) — kod zbiljnih (pojedinačnih) *opservacijskih* pogrešaka vjerojatnost pogreške 0 (nula) iznosi

$$\varphi(0) \cdot d\varepsilon = k \cdot d\varepsilon, \quad (43)$$

onda (naravski u *istom* opservacijskom nizu) zbiljnoj pogreški *aritmetičke sredine* s napomenutim već stvarnim iznosom 0 pripada vjerojatnost

$$\varphi(0) \cdot d\alpha = k \sqrt{n} \cdot d\alpha, \quad (44)$$

t. j. vjerojatnost \sqrt{n} puta veća nego po zakonu za vjerojatnost pojedinačnih opservacijskih pogrešaka.

Ovo posljednje, izrazima (43) i (44) označeno pravilo postoji doduše i kod *Gaussove* funkcije; ali onoga prvoga — t. j. u pogledu varijacijskih granica $\left(\pm \frac{g}{\sqrt{n}}\right)$ navedenih pod (42) — kod *Gaussove* funkcije *nema*, pošto kod nje i pogreška aritmetičke sredine može načelno da segne sve čak do u beskonačnost. Kod nje su stoga granice $\pm \frac{g}{\sqrt{n}}$ stvarno neodređene, te se na poznat način mogu samo više manje nesigurno ocijeniti. Vidi o tome n. pr. djela spomenuta u navedenoj mojoj radnji na strani 356.

Za varijabilnost proste vjerojatnosti obiju spomenutih vrsta pogreške (ε i α) unutar jednog te istog opservacijskog niza vrijedi prema tome u glavnom slika 3, gdje krivulja II označuje (u glavnim linijama) vjerojatnosnu krivulju prema formuli (42) s

$$\text{granicama } \pm g_{II} = \pm \frac{g_I}{\sqrt{n}}.$$

Time sam potanje fundirao i izvod na str. 332. i 333. spomenute svoje radnje, štampane u prošlom broju Glasnika. Na osnovi te fundacije, a u analogiji s prednjim postupkom pod (3) do (16),

može se i na drugi jedan način egzaktno pokazati postojanje prednje formule (34) kao formule za srednju pogrešku aritmetičke sredine.

U tu svrhu, a nastavljajući prvi izraz pod (42), postaviti ćemo najprije izraz

$$k \sqrt{n} \int_{-\frac{g}{\sqrt{n}}}^{+\frac{g}{\sqrt{n}}} \left(1 - \frac{n \alpha^2}{g^2}\right)^c \cdot d\alpha = 1, \quad (45)$$

odnosno

$$2k \sqrt{n} \int_0^{\frac{g}{\sqrt{n}}} \left(1 - \frac{n \alpha^2}{g^2}\right)^c \cdot d\alpha = 1, \quad (46)$$

kao i supstitucijsku jednadžbu

$$1 - \frac{n \alpha^2}{g^2} = z, \quad (47)$$

otkud obrnutim redom izlazi

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{g}{\sqrt{n}} (1-z)^{\frac{1}{2}} \\ d\alpha &= -\frac{g}{2\sqrt{n}} (1-z)^{\frac{1}{2}-1} \cdot dz \end{aligned} \right\} \quad (48)$$

Ako izraz (47) kao i drugi izraz pod (48) uvrstimo u izraz (46), uzimajući u smislu formule (47) u obzir također *granice* integrala, onda iz izraza (46) na bazi jednostavnih računskih operacija izlazi – u stvarnom pogledu – *sve sasvim isto* kao i u izrazima pod (7) i (8).

Čisto formalna razlika prema prvoj formuli pod (7) postoji ovdje samo u toliko, što namjesto ondješnje pomoćne varijabile t postoji sada analogna varijabila z , koja sam smisao dotičnog integrala ne mijenja ni u čemu. Kod *određenog* naime integrala (ograničenog) sasvim je svejedno, da li se u pojedinom konkretnom slučaju radi o varijabli *više ili manje* analognoj, jer stvarnu vrijednost takvog integrala ne određuje *veličina* analogije, nego *analogija sama po sebi*, a u zajednici s *integralovim granicama*, koje su u oba slučaja iste.

Iz izloženih činjenica izlazi dakle – sve i bez svake daljnje formalnosti – zaključak, da i iz formule (46) slijedi za k *sasvim isti* izraz, kao što je izraz koji je naveden pod (8).

Ako dalje na bazi jednadžbe (42), a u analogiji s izrazima (10) i (11) postavimo izraz

$$\mu_a^2 = 2k \sqrt{n} \int_0^{\frac{g}{\sqrt{n}}} \alpha^2 \cdot \left(1 - \frac{n\alpha^2}{g^2}\right)^c \cdot d\alpha, \quad (49)$$

pa ako i dalje, kako to sama stvar faktično i zahtijeva, zadržimo u primjeni supstitucijske izraze (47) i (48), onda iz izraza (49) analognim putem kao i prije izlazi izraz

$$\mu_a^2 = \frac{kg^3}{n} \int_0^1 z^c \cdot (1-z)^{\frac{3}{2}-1} \cdot dz. \quad (50)$$

U vezi s onim, što je rečeno malko prije, iz ovoga posljednjeg izraza vidljivo je, da se od prvoga izraza pod (12) razlikuje zapravo *samo u jednom jedinom* pogledu. Izraz pod (50) sadrži naime u sebi *cijeli* izraz pod (12), koji se pod (50) samo još dijeli s iznosom n , t. j. s ukupnim brojem opservacija. Stoga iz izraza (50), imajući pred očima i zaključni oblik formule (12), t. j. izraz (15), izlazi jednostavan rezultat

$$\left. \begin{aligned} \mu_a^2 &= \frac{1}{n} \cdot \frac{g^2}{2c+3} \\ &= \frac{\mu_e^2}{n} \end{aligned} \right\} \quad (51)$$

t. j. isto ono, što u formuli (34) već vidjesmo.

Još mi preostaje da faktično dokažem svoje navode na str. 305 i 306 spomenutog broja Glasnika. To su navodi, koji se tiču *analitičke širine* ondje spomenutih *Pearsonovih* izraza u uporedbi s poznatim *Gaussovim* izrazom. Ni taj dokaz nije (koliko znam) izveden dosad ni s koje druge strane – s prostog razloga, što su spomenute *Pearsonove* funkcije jednostavno bile svuda zabacivane kao skoro ništa vrijedne prema spomenutoj *Gaussovoj* funkciji. A naprotiv sve ono, što se dade deducirati iz spomenute *Gaussove* funkcije (pa još i više toga), dade se deducirati i iz navedenih *Pearsonovih* funkcija, samo s tom razlikom, što su spomenute *Pearsonove* funkcije u svim svojim osnovima logičnije od *Gaussove* funkcije.

Rekao sam dakle na spomenutom mjestu, da *Gaussova* vjerojatnosna funkcija nije ništa drugo, nego jedan – matematički rečeno – *specijalni oblik* navedene *Pearsonove* funkcije (i to *skrajnji* specijalni oblik), te da ona iz *Pearsonove* funkcije nastaje, ako se njezin parametar g pusti, da raste sve do u beskonačnost.

Iz ovdješnje formule (15), odnosno iz formule (19), izlazi

$$c = \frac{g^2}{2\mu^2} - \frac{3}{2}. \quad (52)$$

Uvrstimo li ovaj izraz u naprijed navedenu formulu (1), onda iz nje izlazi

$$\varphi(\varepsilon) = k \cdot \frac{\left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^{\frac{\varepsilon^2}{2\mu^2}}}{\left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^{\frac{3}{2}}}. \quad (53)$$

Ako se samo g - veličini dade mogućnost prijelaza u beskonačnost, a da se ovo svojstvo ne nameće doslovno i ε -veličini, koja zapravo – kao što je poznato – ni ne može da segne tako daleko, onda u prednjem izrazu pri samom navedenom prijelazu nastaju ove promjene:

1) Nazivnik pod eksponentom $3/2$ prima granični iznos 1, budući da razlomak $\frac{\varepsilon^2}{g^2}$ prima u navedenom slučaju granični iznos 0.

2) Za brojnik izraza (53) vrijedi identitet -

$$\left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^{\frac{\varepsilon^2}{2\mu^2}} = \left[\left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^{\frac{\varepsilon^2}{2\mu^2}}\right]^{\frac{1}{2\mu^2}}. \quad (54)$$

Uz navedeni uvjet ($g = \infty$, $\varepsilon \neq \infty$) desna strana prednjega identiteta – i to unutar uglate zagrada – dobiva egzaktno granični oblik

$$\left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^{\frac{\varepsilon^2}{2\mu^2}} = e^{-\varepsilon^2}. \quad (55)$$

3) Ako se za naprijed navedeni eksponent $\frac{1}{2\mu^2}$ postavi poznata simplifikativna jednadžba

$$\frac{1}{2\mu^2} = h^2, \quad (56)$$

onda posredstvom prednjih izraza brojnik formule (53) dobiva potpuni granični oblik

$$\left(1 - \frac{\varepsilon^2}{g^2}\right)^{\frac{\varepsilon^2}{2\mu^2}} = e^{-h^2\varepsilon^2}. \quad (57)$$

Tako sada cijela formula (53) glasi

$$\varphi(\varepsilon) = k \cdot e^{-h^2\varepsilon^2}, \quad (58)$$

a to je poznata *Gaussova* vjerojatnosna funkcija; u kojoj se na poznat način – analogan onome, koji je skiciran ovdješnjim formulama (3) do (8) – zasebno utvrđuje poznati specijalni izraz za parametar h . On, kao što je poznato, glasi

$$h = \frac{h}{\sqrt{\pi}}. \quad (59)$$

Kao što sam rekao već u prošlom broju Glasnika, ova *Gaussova* formula iz više razloga ne odgovara stvarnosti nikada. Tek je u primjeni nešto lakša od funkcije (1).

R É S U M É

À l'appui de quelques de ses assertions essentielles faites dans le 9^{ème} livre de ce même périodique et y déclarées comme prouvables aisément, l'auteur en apporte, ici, les preuves détaillées.

En n'utilisant ici pour ses démonstrations que la connue fonction de *Pearson* – voir la formule (1) – il prouve, de manière en tout rigoureuse, spécialement:

1° que pour la probabilité de la »dispersion« (de l'erreur *moyenne*, de la »standard deviation«) vaut parfaitement la même loi que pour la probabilité de l'erreur individuelle, c'est-à-dire la loi exprimée dans la formule (22);

2° que pour la probabilité de la *vraie* erreur de la moyenne arithmétique vaut la formule (42), congruente en forme avec la formule (41) qui vaut pour la probabilité de l'erreur *moyenne* de cette même moyenne arithmétique.

En connexité avec cela c'est aussi dans cet endroit que l'auteur démontre les supériorités de la loi de *Pearson* vis-à-vis des qualités de la loi de *Gauss*, qui n'est qu'une forme parfaitement spéciale de la loi de *Pearson*.

Ce fait dernier, l'auteur le démontre d'une exacte manière vers la fin de son étude – voir les formules (52) à (59).

Prof. dr. ANDRIJA PETRAČIĆ

Prof. dr. MILAN ANIĆ

OBIČNI JASEN (FRAXINUS EXCELSIOR L.) U ZAGREBAČKOJ GORI

(LE FRÈNE COMMUN DANS LA MONTAGNE
DE ZAGREB)

SADRŽAJ (SOMMAIRE)

Uvod (Introduction)

Općenito o arealu običnog jasena (Généralités sur l'aréal du frêne commun)

Nalazišta običnog jasena u Zagrebačkoj gori (L'habitat dans la Montagne de Zagreb)

Podaci iz literature i drugih vrela (Données de la littérature et d'autres origines)

Vlastita istraživanja (Propres investigations)

1. Opći pogledi na proučavano područje (Vues générales sur l'aréal exploré)

2. Opis nalazišta (Description de l'habitat)

Morfološka obilježja jasena na Medvednici (Caractère morphologique du frêne sur la Medvednica)

Ekološki odnošaji (Circonstances écologiques)

Fitocenološki odnošaji (Circonstances phytocénologiques)

Šumsko-uzgojna obilježja (Caractéristiques sylviculturelles)

Zaključci (Conclusions)

Literatura

UVOD

Proučavanje areala važnijeg domaćeg drveća smatramo vrlo akutnim problemom. Točnije poznavanje tih areala potrebno nam je iz osnovnih šumsko-uzgojnih, odnosno šumsko-gospodarskih razloga. Utvrđenjem areala šumskog drveća dobiva se najbolje uvid u ekološke prilike, koje su od odlučnog utjecaja na uspješvanje tog drveća. Prema tome dendrogeografske studije važnijeg drveća kod nas od osnovne su važnosti za uzgajanje šuma. U vezi s time dužnost je naših naučnih instituta, da što prije prouče prirodnu rasprostranjenost važnijeg domaćeg drveća, kao i da time stvore osnovu za daljna proučavanja.

Iz Zavoda za uzgajanje šuma na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu već duže vremena proučavamo obični jasen u našim šumama. Pobudu za to dala nam je činjenica, što je jasen drvo dolinskih, poplavi izvrnutih unutrašnjih šuma, a ujedno i drvo planinskih šuma, gdje raste i na vapnenim i na silikatnim tlima. U ovoj radnji opisana su nalazišta običnog jasena u planinskim šumama na Medvednici, zapadnom dijelu Zagrebačke gore.

Rezultati naših proučavanja prikazani su nešto detaljnije iz razloga, da bi se odatle dobila što jasnija slika, o količini običnog jasena u Zagrebačkoj gori, kao i da bi ti podaci mogli što bolje poslužiti za buduće šumsko-gospodarske ciljeve.

Posebnu zahvalnost dugujemo sveuč. asistentu ing. *Borisu Zlatariću* i ing. *Borislavu Nikšiću* na pomoći pri terenskom radu, kao i *Uladimiru Budayu* na izradi crteža.

OPĆENITO O AREALU OBIČNOG JASENA

Obični jasen ima u Evropi veoma širok naravni areal i u horizontalnom i u vertikalnom smjeru. Nema ga na jugozapadnom dijelu Pirinejskog poluotoka, a ni u sjeveroistočnom dijelu Evrope. U zapadnom dijelu Sjeverne Evrope proširen je do blizu 63° s. š. Obični jasen kod nas čini bilo čiste sastojine ili je još češće pomiješan s poljskim jasenom, lužnjakom i nizinskim brijestom, i to na vlažnom i poplavi izvrnutom tlu u gornjem dijelu naših većih rijeka, napose Save i Drave i njihovih pritoka. Međutim, on raste i u mnogim našim planinama, gdje je pomiješan s bukvom, jelom, gorskim javorom, mliječom i planinskim brijestom. Točan opis njegovih prirodnih nalazišta kod nas još nemamo.

Kod utvrđivanja areala običnog jasena treba voditi računa o *poljskom jasenu* – *Fraxinus angustifolia* Vahl (*F. oxycarpa* Willd.), koji raste na nizinskim terenima južnog dijela Evrope. Međutim, *Fraxinus oxycarpa* nalazi se pretežno u riječnim dolinama i na inače nizinskim terenima u široj oblasti Mediterana.

NALAZIŠTA OBIČNOG JASENA U ZAGREBAČKOJ GORI

Prije opisa nalazišta običnog jasena u Zagrebačkoj gori osvrnut ćemo se ukratko na nekoliko podataka u literaturi, kao i u drugim vrelima, koja su nam stajala na raspolaganju.

Prema SCHLOSSERU i VUKOTINOVIĆU (1869.) obični jasen nalazio se u Hrvatskoj i Slavoniji svuda i po planinskim predjelima. Oni ga ne spominju izričito na Medvednici, ali se taj podatak općenitog karaktera odnosio svakako i na tu goru.

Prema KIŠPATIĆU (1884.) zasađeno je u svoje vrijeme oko Piramide na Velikom Sljemenu 6.000 sadnica običnog jasena, javora i brijesta. Do 1884. g. ta su stabla »uzrasla do znatne visine«.

U *Gospodarskoj osnovi* za bivšu šumu grada Zagreba iz 1908. g. sadržano je nekoliko podataka o nalazištima običnog jasena. Podaci se odnose samo na jedan manji dio centralnog dijela Medvednice i odviše su općenitog karaktera.

I u *Gospodarskoj osnovi* za bivšu kaptolsku šumu Markuševačka gora iz 1911. g. navedeno je, da u najvišim predjelima ima ponešto jasena:

Prema HORVATU (1938.) obični jasen i gorski javor zapremaju na Medvednici oveće plohe. Čine i mješavine s bukvom. Ondje, i to na Sljemenu, te su plohe ljepše razvijene nego igdje drugdje u Hrvatskoj. Međutim, one su dosta oštećene sječom i sabiranjem bilja. HORVAT je objavio fitocenološki snimak jasenove grupe u udolici između Piramide i Tomislavova doma.

Prema ANIĆU (1940.) obični jasen čini na najvišim položajima Medvednice, na podlozi zelenog škrljevca, veće ili manje grupe. Dodiruje se i gdje gdje miješa s pitomim kestenom, ali mu se areal nalazi zapravo iznad areala kestena. Na brežuljku Brckovljani (178 m), posljednjem izdanku Zagrebačke gore u blizini Dugog sela, ima običnog jasena. (stabla debela do 40 cm) zajedno s lužnjakom i kestenom.

VLASTITA ISTRAŽIVANJA

1. OPĆI POGLEDI NA PROUČAVANO PODRUČJE

Zagrebačka gora samostalan je gorski masiv. Njen geografski smještaj, hidrološki odnošaji i geološka građa opširnije su opisani u radu M. ANIĆA: Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori, Glasnik za šumske pokuse br. 6, 1940, str. 105. S obzirom na nalazišta običnog jasena zanima nas zapadni dio Zagrebačke gore, zvan Medvednica. U istočnom dijelu, u Zelinskoj gori, nema od prirode običnog jasena.

Medvednica leži sjeverno od Zagreba. Najviši joj je vrh Veliko Sljeme (1.035 m). Ono je udaljeno od Zagreba oko 10 km. Glavno bilo Medvednice proteže se smjerom JZ-SI, u duljini od kojih 20 km.

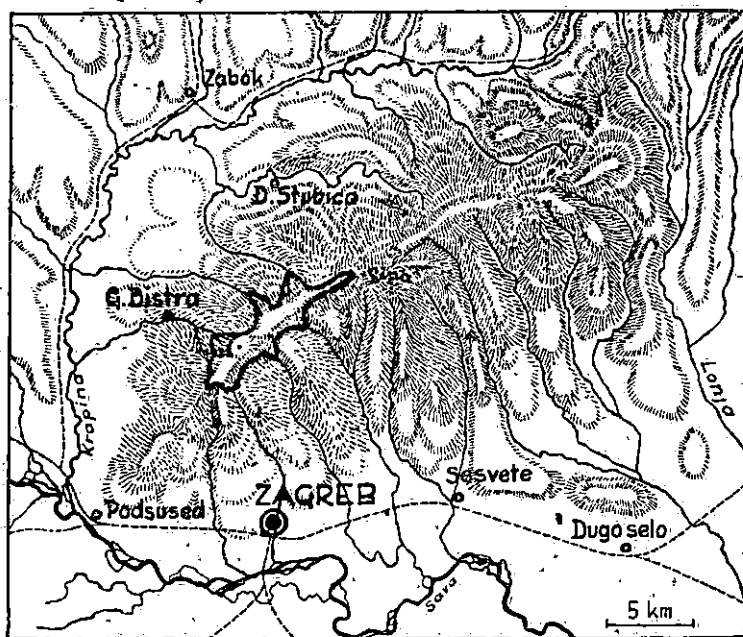
Od Medvednice napose nas zanima njen centralni, najviše izdignuti dio, koji se stere na zapad od kote 882 i na istok do Lišćice, odnosno do početka kompleksa Lipa-Rog, jer samo u tom području ima običnog jasena.

2. OPIS NALAZIŠTA

Cilj je naših istraživanja bio da se utvrde jasenova nalazišta uopće, a napose donja granica njegova areala, i to po hrptovima i po uvalama, na južnim i sjevernim padinama Medvednice.

Radi lakše orijentacije razdijelili smo istraživano područje Medvednice na 26 manjih dijelova, kako je to obilježeno u nacrtu (sl. 2.). Prema toj razdiobi nizat će se naši opisi o nalazištima jasena ovim redom:

- a) Nalazišta jasena po glavnom bilu Medvednice.
- b) Nalazišta jasena po južnim padinama Medvednice (I.-XVIII., od zapada prema istoku).
- c) Nalazišta jasena na sjevernim padinama Medvednice (XIX.-XXVI., od istoka prema zapadu).



Sl. 1. Areal običnog jasena u Zagrebačkoj gori

Podaci, koji su zabilježeni u ovoj radnji, odnose se samo na površinu Medvednice, gdje ima običnog jasena, a ta iznosi oko 20 km². Dužina glavnog bila Medvednice, koji nas ovdje interesira, t. j. od kote 882 na zapadnoj do kote 843 (Liščica) na istočnoj strani, iznosi oko 9 km, a najveća širina Medvednice, gdje ima jasena, oko 3 km.

Nadmorske visine nalazišta zabilježene su prema kotama na raznim kartama, a uz pomoć barometra za mjerenje visina.

Opazanja su vršena od zgrade do zgrade od 1944.-1949. g.

a) Jasen po glavnom bilu Medvednice

Obilnija nalazišta jasena na Medvednici nalaze se uglavnom po samom njezinu bilu i neposrednom okolišu. To se odnosi na nadmorsku visinu između 800–1.035 m. Može se uzeti, da na toj visini čini jasen na sektoru od Đačkog doma do bivše Rauchove lugarnice znatan dio od svih tamošnjih stabala. Najviše ga ima pomiješana s bukvom, jelom, planinskim brijestom, gorskim javorom i mliječom, ali ga ima i samog u manjim sastojinama, grupama i grupicama.

Dalje od naprijed označene kote 882 na zapad nema po bilu običnog jasena. U smjeru prema istoku od kote 843 nalazi se po glavnom bilu ovdje-ondje po koje manje jasenovo stablo ili stabalce, u grupama i pojedinačno, sve do istočnih padina Lišćice. Istočnije odatle nema običnog jasena.

b) Jasen na južnim padinama Medvednice

Na južnim padinama Medvednice ima daleko više jasenovih stabala nego na sjevernim padinama. Na južnim padinama postoje oveće jasenove grupe, a dapače i manje sastojine. Toga, međutim, nema na sjevernim padinama. Može se smatrati, da je glavni razlog većoj količini jasena na južnim padinama u tome, što se tu prije 70–80 godina slabo gospodarilo šumama. Tadanje sastojine bile su duže vremena manje ili više razbijene, pa je jasen imao dovoljno prilike da se naseli po progalama i nepomlađenim površinama, te da se ondje, zbog dovoljnog svjetla, uzdrži. U vezi s time značajno je, da na južnim padinama ima mnogo odraslih jasenovih stabala, koja su nastala iz sjemena prije nekih 70–80 godina.

Rezultati istraživanja o nalazištima jasena na južnim padinama Medvednice opisani su pod I.–XVIII.

I. *Okoliš između zaravanka oko kote 882 i starog Đačkog doma (973 m).* Na zaravanku oko kote 882, kao i kojih 150 m zapadno od tog zaravanka, primijećeno je u mladoj šumi tek pokoje jasenovo stabalce. Kako odatle prema zapadu nije opažen nijedan jasen, može se praktički smatrati, da zapadno od kote 882 nema jasena ili da je tek slučajna. Na strmoj padini zapadno od Đačkog doma ima često mladih jasena. Tu prevladava bukva, a često se vide i stabalca gorskog javora i planinskog brijesta. U neposrednoj blizini starog Đačkog doma ima nekoliko jačih jasenovih stabala.

II. *Od livadice južno od Đačkog doma do kote 869 (do kapelice Sv. Jakoba).* U okolišu livadice (870 m) ima ponešto jasena. Oko 150 m dalje u zapadnom pravcu nalazi se, na jednoj progalici uz put, više jasenovih stabalaca. U susjednoj bukvoj sastojini ima često pomiješanih i brestovih stabala. Na prostoru oko kote 869 (crkvice sv. Jakoba) nema jasena. Ondje se nalaze odrasla stabla hrasta kitnjaka, gorskog javora, planinskog brijesta, mliječa, običnog graba i bukve.

III. Padine južno od bila: St. Đački dom (970 m)–previja 960 m.

1. Šuma između glavnog bila i nižeg kolskog puta. U toj šumi, koja se nalazi na visini između 870 i 970 m, ima više jasenovih stabala. Kod Radničkog odmarališta (bivši Poštanski dom) nalazi se u blagoj udolici grupa odraslih jasena. U okolišu ima pojedinačno jasena sve do glavnog bila, odakle se širi i na sjevernu padinu. Temeljnu sastojinu čini bukva, a osim jasena ima u njoj i stabala mliječa, gorskog javora, planinskog brijesta i graba. Lijepu grupu čine odrasli jaseni oko ledane kod Đačkog doma. Tu je jedno jasenovo stablo debelo 60 cm, a kraj njega je jedno stablo gorskog javora debelo 80 cm. Uz put po samom bilu ima i jelovih stabala. U šumi južno od Đačkog doma ima tu i tamo krupnih kitnjakovih stabala.

2. Padine ispod puta od previje na 960 m do kote 869. U blagoj uvali, koja se spušta od previje prema jugu, nalazi se mala, gotovo čista, odrasla jasenova sastojina. Ona se stere sve do donjeg puta, koji vodi prema Bažulovki. Prelazi, dapače, nešto i preko toga puta.

Zapadno odatle, na dužini od cca 700 m, teren je valovit. Tu ima – osim u zadnjoj, širokoj uvali – u temeljnoj bukovoj sastojini odraslih jasenovih stabala u grupama ili pojedinačno. U uvalama (koje su bez vode tekućice) ima ih svakako više nego po hrptima, gdje se nađe samo po koje jasenovo stablo. Osim jasena pomiješana su u bukovu sastojinu i stabla gorskog javora, planinskog brijesta, mliječa, graba, a i po koja jela. Zadnja uvala prema koti 869 dovoljno je široka. Ona se nalazi ispod male livadice. Ni jasen ni jela nisu primijećeni u toj uvali, iako se to očekivalo. Uvala je dosta široka, otvorena prema jugoistoku, pa je s obzirom na to toplija i suša nego uvale istočno od nje.

IV. Južne padine u okolišu Tomislavova doma (1012 m). Brežuljak, na kom je sagrađen Tomislavov dom, bio je obrastao pretežno jasenom (sl. 3.). Dakako da je pri gradnji Doma, a također i pri proširivanju prostora za Planinski vrtić, posječen velik broj jasenovih stabala.

U sastojinama u okolišu Tomislavova doma prevladava jasen. Oko livade uz Dom i ispod nje nalazi se gotovo čista jasenova sastojina, a takva je bila i na cijeloj toj livadi (velikoj oko 1 ha) prije nego je ondje posječena i iskrčena šuma. U temeljnoj jasenovoj sastojini pomiješana su tu bukova, jelova, brestova i javorova stabla. Na livadi je početak jedne šire uvale, koja se spušta u jugozapadnom smjeru preko glavnog puta, kao i preko puta, koji od Bažulovke vodi k previji na 960 m. Cijela ta uvala, na površini od ca 5 ha, obrasla je gotovo čistom jasenovom sastojinom (sl. 4.). Nalazi se na visini od ca 970 m. To je najveća čista jasenova sastojina na Medvednici. Stabla su ravna, do 24 m visoka,

oko 26 cm debela, ali većinom rašljata i slabo razvijene krošnje. Prizemna je vegetacija tu veoma bujna (*vidi snimku br. 1 u tabeli II.*).

I uvala između Tomislavova doma i Piramide (ca 1000 m) obrasla je gotovo čistim jasenom. Međutim, tu je veliki broj jasena posječen pri gradnji ceste, koja vodi za Dom. Jasenova stabla visoka su 22–25 m. Mnoga su od njih rašljata. Odatle potječe fitocenološka snimka, koju je 1938. g. objavio prof. dr. I. HORVAT (4).

I uz cestu, koja presijeca uvalu između Piramide i Tomislavova doma nalazi se znatan broj jasenovih stabala.

V. *Okoliš livadice Bažulovke (930 m)*. Bažulovka leži u udolici, koja je nastavak uvale između Tomislavova doma i Piramide. Od glavnog puta udaljena je ca 200 m. Po cijeloj toj uvali ima, počevši od puta, mnogô jasenovih stabala debelih 30–40 cm. Ta pruga jasenovih stabala čini po veličini drugu čistu jasenovu sastojinu na Medvednici (*vidi snimku br. 2. u tabeli II.*). Ona čini cjelinu s jasenovim stablima na padini jugozapadno od Piramide i grupom u uvali između Tomislavova doma i Piramide. Sastojina je velika oko 2 ha. Susjedne hrptove pokriva bukova sastojina. Na livadici Bažulovki ima iznad vrela nekoliko krupnih smrekovih (sađenih) i više starijih grabovih stabala. Tu izvire potok Kraljevac, koji teče prema Kraljičinu Zdencu, u JJZ smjeru.

VI. *Padine od Bažulovke (930 m) niz potok Kraljevac do gradske lugarnice iznad Kraljičina Zdenca (560 m)*. U najgornjem dijelu potoka Kraljevca (929 m) ima jasenovih stabala u manjim grupama i skupovima ili pojedinačno pomiješanih u temeljnu bukovu sastojinu, u kojoj ima ovdje ondje i stabala jele, gorskog javora, planinskog brijesta, mliječa i graba. Odatle nizvodno čini šumu uglavnom isto drveće. Jela ponestaje kod ca 780 m. Međutim, jasen tu više ne čini grupe ni skupove, nego ga ima tek pojedinačno. Na visini od 680 m, tik uz potok, nalazi se 25 m visoko jasenovo stablo, koje se odmah iznad tla rašlja u tri velike rašlje (oko 30 cm debele). U blizini, ali na sušem tlu, nalazi se i kitnjak, a na lijevoj obali potoka nalaze se, na otvorenom mjestu, dva krupna stabla pitomog kestena. Spomenuto jasenovo stablo, na 680 m visine, može se smatrati donjom granicom manje ili više suvislog prirodnog areala jasena u uvalama na južnim padinama Medvednice. Napominjemo, da se i dosta niže (530 m) nalazi uz potok Kraljevac jedno rakavo jasenovo stablo. Međutim, to se stablo može smatrati slučajnim nalazom, a nije isključeno da je umjetno uzgojeno jer se nalazi nedaleko od lugarnice kod Kraljičina Zdenca.

VII. *Prisojne padine potoka Kraljevca (iznad gradske lugarnice na 560 m)*. Jasenova stabla na nižem dijelu te padine dosta su rijetko. Na visini od oko 730 m pomiješana su u temeljnu bukovu sastojinu stabla kitnjaka, graba, lipe i planinskog brijesta, a tek pojedinačno pitomog kestena. Na 800 m nalazi se krupnija

rašljata jela. Odatle prema Bažulovki jela ima sve češće. Na visini od 840 m nalazi se, u oširem jarku, više jasenovih stabala debelih do 50 cm i visokih do 25 m. Dalje po uvali prema Bažulovki ima jasena sve više, a česta su i brestova i javorova stabla.

VIII. *Predjel: Bažulovka (930 m) – Brestovac (830 m) – glavna cesta ispod Piramide.* Šumu uz put od Bažulovke prema Brestovcu čini odrasla bukva. U njoj su ovdje ondje pomiješana stabla planinskog brijesta, gorskog javora, jela, graba, kitnjaka, breze i trepetljike. Jasena tu ima vrlo malo. U zapadnom okolišu Bolnice (830 m) nalazi se više manjih jasenovih stabalaca. Jačih jasena tu nema. Hrbat iznad Bolnice Brestovac pokriven je bukovom šumom, u kojoj su pomiješani gorski javor, planinski brijest i jela, a od grmova česte su crna i crvena bazga. Običnog jasena po hrptu od Brestovca prema glavnoj cesti nema; ali ima grmova crnog jasena.

U blizini umjetno uzgojenih, jasenovih stabala, koja se nalaze pokraj ceste ispod Brestovca, ima više manjih i većih jaseničica nastalih iz sjemena od spomenutih stabala.

IX. *Okoliš Piramide (1035 m).* U neposrednom okolišu Piramide ima mnogo odraslih jasenovih stabala. Osim jasena tu rastu stabla gorskog javora, planinskog brijesta, mliječa, bukve, jela i breze, te grmovi lijeske, crvene bazge, ive i dr. Jasen, javor i brijest tu su po svojoj prilici oko 1870. g. sađeni (5).

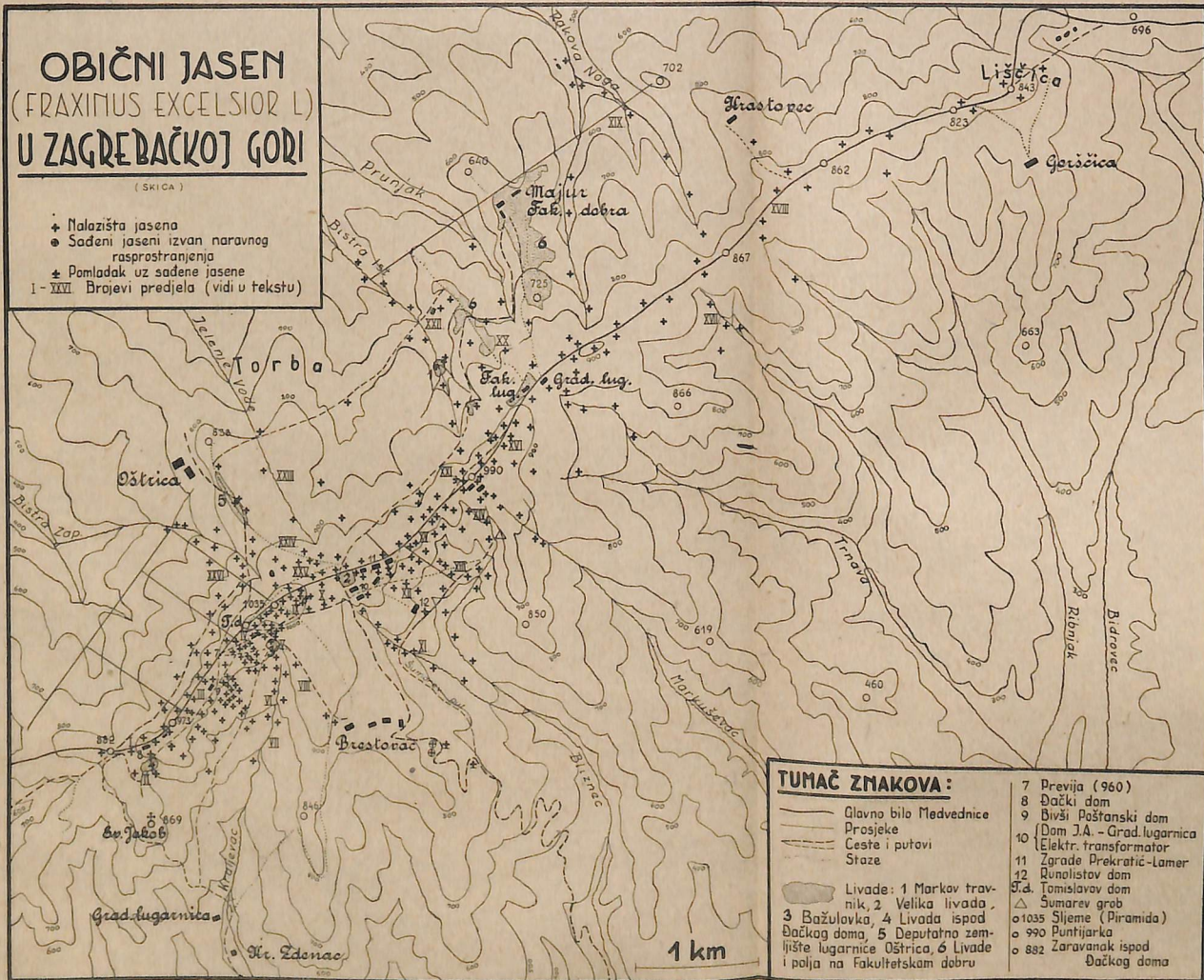
X. *Južne padine između Piramide, Velike livade (960 m) i ceste za Tomislavov dom.* Po hrptu sjeverno od Piramide do Velike livade ima odraslih jasenovih stabala u grupama i pojedinačno. Rastu zajedno sa stablima gorskog javora, mliječa, planinskog brijesta, graba i jela. Bukve ima na hrptu razmjerno malo. Jasena ima najviše između zadnjeg i predzadnjeg zavoja serpentine na stazi od lugarnice do Piramide. Ondje je gotovo čista grupa jasena, dugačka oko 100 m, a široka oko 30 m. Između Piramide i ceste ima više jasenovih stabala. Isto tako ima ih na padinama prema gradskoj lugarnici, a napose u blagoj udolici prema električnom transformatoru. Na toj površini ima i čistih ovećih jelovih grupa. Inače u onom predjelu šumu čini uglavnom mješovita sastojina bukve, javora, jela i jasena. Ispod jasenovih stabala ima mnogo *podmlatka*. I po rubovima uz Veliku livadu ima više jasenovih stabala, pojedinačno ili u skupovima.

XI. *Jarci ispod električnog transformatora i Doma »Runolist«.* Odmah na početku dugačke i duboke uvale, u blizini zgradice električnog transformatora (zapadno od gradske lugarnice), ima više jasenovih stabala. I dalje niz tu uvalu odnosno potočić ima veći broj jasenovih stabala sve do visine od ca 650 m. Tu ima jasena debelih i do 60 cm. Nešto niže ispod posljednjih jasenovih stabala nalazi se jedna krupna jela, koja se na visini od 12 m grana na 5 debelih ogranaka. Nedaleko odatle utječe potočić u potok Bliznec. Nizvodno iza tog sastavka nije ni pokraj Blizneca nigdje opažen jasen.

OBIČNI JASEN (FRAXINUS EXCELSIOR L.) U ZAGREBAČKOJ GORI

(SKICA)

- + Nalazišta jaseuna
- o Sadeni jaseuni izvan naravnog rasprostranjenja
- + Damladak uz sadene jaseune
- I - XVII Brojevi predjela (vidi u tekstu)



TUMAČ ZNAKOVA :

- Glavno bilo Medvednice
- Prosjeke
- Ceste i putovi
- Staze
- Livade: 1 Markov travnik, 2 Velika livada, 3 Bažulovka, 4 Livada ispod Đačkog doma, 5 Deputatno zemljište lugarnice Oštrica, 6 Livade i polja na Fakultetskom dobru
- 7 Prevlja (960)
- 8 Đački dom
- 9 Bivši Poštanski dom
- 10 Dom J.A. - Grad. lugarnica
- 11 Elektr. transformator
- 12 Zgrade Prekratić-Lamer
- △ Runolistov dom
- △ Tomislavov dom
- △ Sumarev grob
- o 1035 Sijeme (Piramida)
- o 990 Puntharka
- o 882 Zarananek ispod Đačkog doma

Sl. 2. Nalazišta običnog jaseuna u Zagrebačkoj gori



*Sl. 3. Jasenova grupa uz Planinski vrtić
Groupe de frêne au sommet de la Montagne de Zagreb (990 m)*



*Sl. 4. Čista jasenova sastojina
nedaleko Tomislavova doma
Peuplement pur de frêne au sommet de la
Montagne de Zagreb (990 m)*



*Sl. 5. Grupa mladih jasena
iznad Velike livade
Groupe de jeunes frênes sur un défilé
de la Montagne de Zagreb (880 m)*



*Sl. 6. Veoma česta pojava rašljanja
jasenovih stabala
Bifurcation des tiges de frêne est un phé-
nomène qu'on rencontre très souvent*

Na desnoj padini spomenute uvale, na 700 m visine, u blizini odvojka Šumareva puta od glavne ceste, nalazi se neposredno uz cestu na nekoliko mjesta po više mladih jaseniča.

U gudurastoj uvali ispod Doma »Runolist« uglavnom nema jasena. Ovdje čine šumu odrasla jelova i bukova stabla.

XII. *Južne padine ispod t.zv. Prekratić-Lamerovih zgrada do potoka Blizneca.* U čitavom okolišu ima dosta jasenovih stabala. Napose to vrijedi za šire, otvorenije udolice (*vidi snimke br. 3 i 4 u tabeli II.*). Ima ih u grupama i pojedinačno. Pomiješana su s bukvom, planinskim brijestom i gorskim javorom. Temeljnu sastojinu čine bukva i jela. Po udolicama ima jasenovih odraslih stabala sve do Šumareva puta, a ponešto i ispod njega sve do potoka Blizneca. Na hrptu ispod Doma »Runolist« (850 m) nalazi se uz Šumarev put (820 m) po koje jasenovo sitnije stablo i stabalice.

XIII. *Šuma oko prosjeka istočno od t.zv. Lamerove kućice do potoka Blizneca.* U temeljnoj mješovitoj sastojini jele i bukve odmah na gornjem dijelu prosjeka količina jasena dosta je velika (*vidi snimku br. 5. u tabeli II.*). Ondje ima jasenovih stabala debelih od 35–40 cm. a visokih do 25 m. Ona su većinom rašljata, a često i zimotrena. Prizemno rašće vrlo je bujno. Tu ima dovoljno i jasenova podmlatka. Naročito po prosjeci i neposredno pokraj nje vidi se mnogo jasenova i brestova podmlatka, kao i grupica odraslijeg mladika tih vrsta. Na visini od 860 m nalazilo se uz prosjeku prije nekoliko godina jasenovo stablo debelo 80 cm. To je najdeblji, nama poznati jasen na Medvednici. Stablo mu je bilo vrlo granato i rašljato. Dalje niz prosjeku ima jasenovih stabala u grupama i pojedinačno sve do Šumareva puta (ca 800 m). Tu je i jedno brestovo stablo debelo oko 80 cm. I na strmim padinama ispod puta prema potoku Bliznecu ima jasenovih stabala.

XIV. *Uvala između Šumareva Groba i Puntijarke (990 m*).* U okolišu Šumareva Groba (840 m) nalazi se gdje gdje po koji jasen. I uz uvalu prema Puntijarki susreću se, iako dosta narijetko, mladi jaseniči. Na visini od 880 m uz uvalu količina je jasena veća i na zapadnoj i na istočnoj padini jarka. Tu ima i smrekovih, do 30 cm debelih, stabala, koja su umjetno uzgojena.

Na visini od 920 m u okolišu šumskog rasadnika ima posvuda grupa i grupica jasenovih stabalaca. Od vrha Puntijarke pa sve do toga mjesta ima više i odraslijih stabala. Ona su 1945. g. sačinjavala čistu omanju sastojinu dugačku oko 100 m. Na visini od 930 m prevladava na zapadnoj strani uvale jela. Na istočnoj strani uvale šuma je posve razbijena, sa po kojem jelom, brijestom, javorom, grupama jasenova i jelova podmladka, ivom, trepetljikom

* U nacrtima Zagrebačke gore označen je vrh Puntijarke kotom 1023. Prema novijim izmjerama iznosi ta kota 990.

i t. d. Na vrhu Puntijarke ima posvuda mladih jasenica, i to pojedinačno, u grupama i skupovima. Dosta jasenovih stabalaca zaraženo je rakom.

XV. *Područje oko sljemenskog puta od Velike livade do uključivo Puntijarke.* Počevši od Velike livade pa sve do Puntijarke ima po bilu Medvednice i po susjednom bližem okolišu mnogo jasenovih stabala i stabalaca. Temeljnu šumu čine jela i bukva. Jasen je pomiješan u većim ili manjim grupama, skupovima ili pojedinačno. U području oko Kapelice i kod t. zv. Lamerove kućice ima ovčih grupica jasenova mladika. U cijelom okolišu odrasli su jaseni uglavnom dobrog vitaliteta.

Na vrhu Puntijarke šuma je posve razbijena. Za vrijeme prošlog rata izvršena je ondje jača sječa. Time je stvorena mogućnost za jače proširenje jasena. U tamošnjoj mladoj šumi ima mnogo jasena, jele, bukve, planinskog brijesta, gorskog javora, mliječa, kitnjaka i ponešto kestena. Od grmlja ima dosta crne i crvene bazge, ive i lijeske. Na prosjecima ima jarebike, ali je ona umjetno uzgojena. Južne obližnje padine Puntijarke podjednake su sastava kao i vrh. I tu se jasen nakon sječe starih stabala znatno proširio. Jasenov podmladak dosta je čest.

XVI. *Padina između Puntijarke i okoliša t. zv. Rauchove lugarnice (880 m).* Tu je za prošlog rata izvršena gotovo gola sječa. Na sječini se znatno proširio jasen. Inače je sastav šume sličan sastavu na vrhu Puntijarke. Po bilu ima pojedinačno jasenovih manjih stabala. U uvali oko vrta kod gradske barake (Kolarić), u izvornom području zapadnog pritoka potoka Trnave, ima također jasena, i to odraslijeg i sitnijeg.

XVII. *Gornje područje potoka Trnave.* Proučavanja su vršena u najgornjem toku, kao i okolišu oko sastavaka istočnog i zapadnog pritoka Trnave. U području istočnog pritoka, u tamošnjoj mladoj šumi, našlo se jasena veoma malo, uglavnom samo uz korito, i to na otvorenijim i bolje osvijetljenim mjestima. Zadnje jasenovo stabalce opaženo je u visini od ca 690 m. Niže odatle počevši od ca 680 m počinju se češće javljati kestenova stabalca. To su, prema tome, tereni, koji više ne odgovaraju običnom jasenu. Opažanja su vršena i na nižem području potoka Trnave, uzvodno i nizvodno od sastavaka obaju glavnih pritoka, ali se ni tu nije našlo jasena. Prema tome u cijelom području potoka Trnave ima veoma malo jasena, i to samo u najgornjem njegovu toku, t. j. iznad ca 690 m visine.

XVIII. *Područje sljemenskog puta između t. zv. Rauchove lugarnice (880 m) i Liščice (843 m).* Uz sljemenski put, koji vodi istočno od t. zv. Rauchove lugarnice, ima autohtonog običnog jasena razmjerno vrlo malo. Tu čine šumu mješovite sastojine bukve i jele. U njima su pomiješani planinski brijest, gorski javor i pomalo mliječ, trešnja i pitomi kesten. Jasena ima uglavnom samo

po hrptu i susjednom okolišu, ali tek gdjegdje, i to većinom mlađih primjeraka. Više ga ima samo tamo, gdje je pristup svijetla veći. Tako ga nešto više ima u okolišu Stola, zatim uz odvojak puta (850 m) za Hrastovac i dalje ovdje ondje po glavnom hrptu. I u području odvojka puta za lugarnicu Gorščicu ima gdjegdje po koji mlađi jasen.

U šumi Markuševačka gora ima također tek ovdje ondje po koji manji jasen ili jasečić, ali samo u najvišim položajima, t. j. uglavnom u blizini glavnog hrpta (sljemena).

Na vrhu Liščice (843 m) ima nekoliko jasenovih jačih i slabijih stabalaca. Na istočnim i jugoistočnim padinama Liščice ima po tamošnjem šikarju jačih i slabijih jasečića iz sjemena kao i jase-senovih izdanaka iz panjeva, i to sve do puta, koji od tamošnje previje vodi prema lugarnici na Gorščici, t. j. do 700 m. Istočno odatle nema jasena. U području Lipa-Rog čini podlogu vapnenac i dolomit. Razlike u kamenoj podlozi vrlo su se dobro odrazile i na vegetaciji.

c) Jasen na sjevernim padinama Medvednice

Sjeverne padine Medvednice bile su prije nekih 35 godina gotovo posve obrasle starim sastojinama jele i bukve. U to je vrijeme u centralnom dijelu izvršena jaka eksploatacija i veće krčenje šume, rasječeni su široki prosjeci i mnogo starih sastojina pretvoreno je u mlade. Guste sastojine bukve i jele svojim krošnjama ondje mnogo sprečavaju razvoj jasena, kojemu treba dosta svijetla. Zato se na sjevernim padinama jasenova stabla i stabalca nalaze uglavnom po okrajcima šume, na plješinama i čistinama, pa uz prosjeke i putove. Točnija nalazišta jasena na sjevernim padinama Medvednice opisana su pod XIX.-XXVI.

XIX. *Gornje područje potoka Rakova Noga.* Uz oba gornja pritoka Rakova Noga ima gdjegdje jasenovih stabala i stabalaca. Nalaze se redovno u uvalicama, ali na osvjetljenijim mjestima. Na krčevini zapadno od Stola ima dosta jasenova podmladka, a uz rub odrasle šume ima i jačih stabala. Jasen se susreće dosta nisko pokraj potoka. Na sastavcima spomenutih pritoka (470 m) nalazi se više jasena, od kojih su pojedini i do 40 cm debeli. Zadnji jaseni nizvodno opaženi su na visini od kojih 400 m. Potok teče ondje pravcem ravno prema sjeveru.

XX. *Padine u okolišu t. zv. Rauchove lugarnice (871 m).* U ovom području ima razmjerno malo jasena. Najviše ga ima zapadno od lugarnice i uz rubove krčevina. Niz hrbat, koji se pruža prema fakultetskom majuru, zabilježen je zadnji jasen na visini od 700 m.

Šumu u okolišu t. zv. Rauchove lugarnice čine: jela, bukva, gorski javor, planinski brijest, s ponešto breze i trepetljike, te dosta grmova lijeske, ive i bazge. Ona je u višim položajima sječama i krčenjem većinom razbijena. Ranijim sječama izvađena su iz

preostale šume ljepša stabla, tako da su nastale oveće ili manje plješine. Na njima ima dosta jasenova podmladka. Inače u nešto nižim položajima šumu čine uglavnom mlađe sastojine.

Sjeverne padine Puntijarke obrasle su obilno jasenovim stablima. Niz prosjeku, između gradskog i fakultetskog posjeda ima veći broj jasenovih stabala počevši od bila pa do t. zv. Mljekarskog puta. Dalje niz prosjeku ima jasena samo ovdje ondje, i to manjih primjeraka. Jasena ima iznad i ispod tamošnjeg puta za t. zv. Rauchovu lugarnicu. Ispod tog puta nalazi se branjevina ariša, duglazija, borovca, omorike i smreke. I u njoj ima dosta autohtonih jasenovih stabalaca. Pokraj puta nalazi se više jasenovih stabala. Jedno je od njih oko 70 cm debelo; ono se u visini od 3 m grana u 4 jaka ogranka. U šumi između prosjeka i spomenute branjevine ima jasenovih stabala i iznad i ispod puta.

XXI. *Područje uz t. zv. Mljekarski put, od fakultetskog majura (666 m) do previje nad Velikom livadom (970 m).* U šumi uzduž cijelog tog puta ima jasenovih stabala i stabalaca. Više ih ima pomiješanih među listačama, a manje tamo, gdje dominira jela. Napose ih ima više na osvjetljenijim mjestima, ali boljim tlima. Radi toga se na nižim položajima (oko 700–750 m) jasen vidi uglavnom po okrajcima tamošnjih livada i rubovima susjednih šumica. Nekoliko jasenovih stabalaca zabilježeno je uz put na visini od 700 m. U blizini se nalaze dva tisova stabla. Jasena ima ponešto na osvjetljenijim mjestima u jarcima, koji čine izvorno područje potoka Pronjak. Gdje se vide tu jaseničiči, ali uglavnom samo iznad 600 m. Proširenju jasena pogodovalo je ranije prejako iskorišćivanje šuma.

XXII. *Područje potoka Istočna Bistra.* Izvor potoka Istočne Bistre nalazi se na visini od ca 880 m, ispod Puntijarke. Usput se napominje, da su tu izvorne vode veoma hladne. U okolišu ispod vrha Puntijarke ima – kako je već navedeno – dosta jasena. Jasenovih stabala niz potok Bistru ima na više mjesta. Na visini od ca 660 nalazi se uz potok livadica, zvana *Markov travnjak* ili *Markovčak*. Tu utječu u Bistru dva manja jarka. Oko te livadice ima mnogo jasenovih stabala. Ima ih nekoliko debelih i preko 30 cm. Po livadici ima jaseničica visokih i do 6 m, pa grmova lijeske, ive, graba, javora, rakite, trepetljike, bijele vrbe i crne bazge. Oko 150 m ispod Markova travnjaka, u blagoj udolici, ima i do 40 cm debelih jasena. Slabijih primjeraka ima i dalje niz potok.

Na visini od 650 m presijeca potocić Bistru trasa bivše šumske željeznice. Prugu je oko 1920. g. izgradio industrijalac Fröhlich i njome eksploatirao tamošnju šumu. Uz tu prugu, istočno od potoka, ima posvuda mladih jasena. Pruga je prolazila ispod vapnenake glavice zvane Špilje. Glavica obiluje crnim jasenom, drijenom i drugim termofilnim elementima. Ispod glavice je vapnenica. U okolišu spomenute pruge ima također ponešto sitnijeg

običnog jasena, a nalazi se tu i jedna tisa debela oko 15 cm. Ispod glavice sve do visine od kojih 600 m ima ponešto kestena, a od ostalog drveća prevladavaju: bukva i jela s gorskim javorom, planinskim brijestom, trepetljikom i trešnjom. Ondje je primijećen jedan krošnjati kesten deo 80 cm. Česte su crna i crvena bazga. Uz prugu je sađen bagrem, ali je slabog vitaliteta, jer ga lomi snijeg. U čitavom području šuma je jako iskorišćena, mjestimično upravo opustošena.

Ispod mjesta, gdje je pruga presjekla potok Bistru, ima niz potok posvuda jasena. Češće ima jasena po gudurastim padinama u okolišu sastavka potoka Bistre i Špiljskog jarka. Više odraslih jasena, a napose jaseničica, nalazi se u najdonjem dijelu Špiljskog jarka i susjednih terena, naročito oko sastavka s potokom Bistra. Zadnji jaseni niz Bistru zabilježeni su 1947. g. na visini od ca 400 m. Kasnije sječom šume i izgradnjom puta nestalo je tih jasena. Inače je to jasenovalo nalazište jedno od najnižih nalazišta na sjevernoj strani Medvednice. Budući da jasena ima do iste visine i u potoku Rakova Noga, može se visina od 400 m smatrati *najdonjom jasenovom granicom* na sjevernom dijelu Medvednice.

XXIII. *Predjel od previje nad Uelikom livadom (970 m) niz uvalu Jelenja voda.* U toj širokoj uvali tvore šumu većinom mlade i guste sastojine. Prije 1920. g. bila je tu stara mješovita bukova i jelova sastojina. Da se što bolje iskoristi šumska željeznica, koja je vodila u taj predjel, posječena je stara šuma gotovo golom sječom, bez obzira na potrebnu zaštitu bukova i jelova podmladka, kojega je u staroj šumi bilo mnogo na pojedinim mjestima. Zbog takve sječe u velikoj je mjeri ponestao jelov podmladak, a i bukva se ondje održala više izbojcima iz panjića i tanjih panjeva nego biljkama iz sjemena. Danas tamošnju šumu čini uglavnom bukva s planinskim brijestom, gorskim javorom, mliječom, s vrlo malo jele. Jasena tu gotovo i nema. Nađe se tek po koji jaseničica do 20 cm debljine, naročito iznad 800 m visine. I niže od te visine, uz stazu prema potoku Istočna Bistra, jasena uglavnom nema. Uz novi put, t. zv. *»Leustekov put«*, koji od donjeg ruba deputatnog polja (820 m) vodi prema istoku, ima tek ovdje ondje po koje jasenovalo stabalce.

XXIV. *Područje uz Bistranski put od Uelike livade (970 m) do lugarnice na Oštrici (780 m).* Uz put, odmah kod previje, ima dosta i starijih i mlađih jasenovih stabala i grupa (*sl. 5.*). I niz padinu pored skakaonice ima odraslih jasenovih stabala. Temeljnu sastojinu čini bukva s pomiješanim stablima jele, gorskog javora, planinskog brijesta i jasena. Uz rubove tamošnjih širokih prosjeka, odnosno deputatnog zemljišta (850–900 m) ima posvuda mlađih jasenovih stabala i stabalaca. Jasen se često vidi sve do prosjeke, koja presijeca tamošnju šumu u smjeru jz–si. Na deputatnom zemljištu nalaze se dvije tise debele 30 i 35 cm. Po hrptu Oštrice, uz kotu 838, nema u tamošnjoj starijoj dobro formiranoj jelovoj

šumi jasena, a nije opažen ni uz cestu, koja od deputatnog zemljišta vodi zapadnom padinom prema lugarnici na Oštrici. Uz tu cestu najprije je gotovo čista lijepo formirana jelova, zatim mješovita jelova i bukova sastojina, a ca 100 m prije lugarnice pa naniže prevladava čista bukova šuma.

Na hrptu *Torba*, koji se na donjem dijelu deputatnog zemljišta (820 m) odvaja i brazdi u pravcu prema sjeveru, prevladava mlada bukova šuma sa pričuvcima jele. Jasena po tom hrptu nema, osim ponešto u najgornjem dijelu.

XXV. *Predjel oko staze: Velika livada – Tomislavov dom*. Na padini uz stazu: Velika livada–Tomislavov dom nalazi se stara, progaljena, posve razbijena šuma. Čine je: bukva, jela, jasen, planinski brijest, gorski javor i mliječ. Jasenovih stabala ima tu debelih i do 50 cm, a stabla su ostalih vrsta često i mnogo deblja. Jasenova su stabla dosta ravna, a debla su im čista od grana. Ima tu i više mladih jasenovih grupa i grupica (*vidi snimku br. 6 u tabeli II.*). Između pojedinih starih stabala ima plješina i čistina obraslih bujnim prizemnim rašćem. U toj šumi izvršena je jaka sječa oko 1930. g. Pri tome su uklonjena sva ljepša stabla. Dotle potisnuta stabla bujno su nakon toga prirašćivala, ali su ujedno bila zapreka za dalje prirodno pomlađivanje.

XXVI. *Padine Velikog Sljemena, Maloga Sljemena i okoliš potoka Zapadna Bistra*. Na sjevernim padinama Velikog Sljemena i Maloga Sljemena teren je veoma strm i izbražđen dubokim uvalama. Nedaleko ispod glavnog bila vode dva kolska puta. Jedan vodi od previje jugozapadno od Tomislavova doma prema lugarnici na Oštrici (ispod kote 838). Drugi je izveden nešto niže, t. j. na visini od ca 880 m, i vodi na zaravanak zapadno od starog Đačkog doma (kota 882). Od glavnog bila Medvednice pa do spomenutog donjeg kolskog puta ima po padinama posvuda odraslih i mladih jasenovih stabala. Napose to vrijedi za blaže, ali otvorenije uvalice. Međutim, uz sam taj put ima posve malo jasena, i to u sitnim primjercima. Lijepu grupu čine mladi jasenići na raskršću toga puta i prosjeke, koja je izvedena od Piramide prema sjeveru. U okolišu tog puta čini temeljnu sastojinu bukva, s dosta stabala gorskog javora, planinskog brijesta, jele, a nešto i mliječa. Ima ponešto i smrekovih stabala, koja su – kao i drugdje na Medvednici – umjetno uzgojena. Na plješinama i čistinama prizemno je rašće vrlo bujno. –

Područje uz potok *Zapadna Bistra* vrlo je zanimljivo s obzirom na nalazišta jasena. Potok Zapadnu Bistru čine u gornjem toku dva glavna pritoka, koji se sastaju na visini od 400 m. Izvorno područje desnog pritoka nalazi se sjevero-istočno od vrha Veliko Sljeme (1035 m). Sliv tog pritoka obrastao je mladom šumom. Tu je jasena malo, a *zadnja* njegova stalca zapažena su na visini od 650 m, t. j. na križanju prosjeke, koja presijeca šumu od Piramide prema sjeveru, i prosjeke, koja teče pravcem sz–JI, t. j.

po međi šume grada Zagreba. Tu se slijeva voda manjim jarkom, koji brazdi od lugarnice na Oštrici. Niže tog mjesta, pa do visine od 400 m, uvala je uz korito desnog (istočnog) pritoka široka, brazdi u smjeru 1-z, izložena je suncu, te je prema tome dosta topla. U njoj nema jasena.

Na području ispod kote 973 teren je veoma strm i mjestimično gudurast. Uvale su u višim i nižim položajima uglavnom bez vode. Šumu tu čini srednjo-dobna bukova sastojina sa sporadično pomiješanim stablima planinskog brijesta, gorskog javora, mliječa i graba. Jasena u tom području nema. Njega ponestaje uglavnom odmah ispod glavnog bila Medvednice.

Voda se u lijevom pritoku potoka Bistre pojavljuje dosta nisko. Međutim, jasena ondje nema. Tako ga nismo zabilježili nigdje niz korito toga pritoka, a ni ispod njegova sastavka s desnim pritokom (400 m). Napominje se, međutim, da jele ima obilno uz korito potoka i niže sastavka lijevog i desnog pritoka, i to sve do visine od 250 m, t. j. do donjeg ruba šume uz selo Gornja Bistra.

MORFOLOŠKA OBILJEŽJA JASENA NA MEDVEDNICI

Gotovo sva jasenova stabla na Medvednici nastala su iz sjemena, a tek neznatan dio su izbojci iz panjeva. Od vanjskih morfoloških značajki zanima nas ovdje uzrast stabala, oblik i veličina krošnje i kvalitet-debla.

Uzrast. Jasenova stabla izrastu na Medvednici dosta visoko. Dominantna stabla u odrasloj (75-80 god.) sastojini, na 980 m visine, visoka su 23-24 m. Pojedina stabla visoka su i do 25 m. Najdeblji opažen jasen imao je promjer od 80 cm.

Krošnja. Krošnje su jasenovih stabala u čistim sastojinama slabo razvijene. One su kratke i uske. U njima se često vide i suhe grane, a na pojedinim stablima i suhi vrhovi, ma da je sklop krošanja dosta prekinut (ca 0,7). Sudeći po starijim panjevima izvršena je u nekim čistim jasenovim grupama pred desetak godina visoka (kvalitativna) prorjeda. Odatle se zaključuje, da su te grupe bile prije mnogo gušće. Međutim, krošnje se jasenovih stabala poslije te visoke prorjede nisu jače razvile, što znači, da jasen u sastojini (slično kao i hrast) u podmakloj dobi (poslije 50 godina starosti) slabo reagira na pojačano gornje svjetlo. Stabla, do kojih dopire mnogo svjetla i sa strane, imaju relativno dosta guste krošnje.

Lišće je u krošnjama čistih sastojina svjetlije zelene boje nego lišće osamljenih stabala. Ono je dosta rijetko i propušta mnogo svjetla. Zbog toga je sloj prizemnog rašća vrlo bujan.

Pupovi jasena na Medvednici izrazito su crne boje.

Kvalitet debla. Ovdje ćemo se osvrnuti na ravnost debla i vlakanca, čistoću od grana i jedrinu, rašljanje, oblik žilišta i razna oštećenja.

Ravnost debla i vlakanca (žice). Jaseni na Medvednici redovno su ravna debla. Naročito to vrijedi za stabla uzrasla u sastojinama ili gušćim grupama. I vlakanca su na deblu uglavnom ravna. Usukanost je rjeđa pojava.

Čistoća i jedrina debla. Jasen treba u odrasloj dobi mnogo svijetla. Zbog toga mu se brzo suše donje grane. Mrtve se grane ne zadržavaju dugo na deblu. Debla su u sastojinama u vezi s time čista od grana. Kod odraslih stabala dužina debla bez grana iznosi i do 15 m. Debla su redovno, bar u donjem dijelu, punodrvna.

Rašljanje debala. Kod jasenovih stabala na Medvednici vrlo je česta pojava rašljanje (sl. 6.). Kako je poznato, toj je pojavi mnogo puta uzrok oštećenje vršnog puta od *kasnih mrazova*. Jasenov vršni izbojak razvije se nešto ranije nego postrana dva pupa. U vezi s time mraz dosta često uništi vršni izbojak, a izbojci iz postrana dva pupa razviju se u rašlje. Rašljanje može prouzrokovati i gusjenica *jasenova moljca* (*Prays curtisellus Dup.*), jer ona ošteti vršni pup bušenjem. To se oštećenje pozna po sitnoj tamnoj bušotini na pupu. Značajno je, da su na Medvednici mnoga jasenova stabla i višestruko rašljanata. Naravno je, da je tim rašljanjem u velikoj mjeri smanjena upotrebna vrijednost takvih debala.

Oblik žilišta. Žilište je kod jasena na Medvednici tek sasma pri tlu neiloidično. Debla su prema tome već od pridanka pravilna, a pad se promjera jednolično umanjuje.

Razna oštećenja. Debla su jasena na Medvednici često *rakava*. Oštećenje može biti parcijalno, a i totalno. U nekoliko slučajeva bila su debla puna rakastih, krupnijih ili sitnijih, tvorba. Jedno takvo stablo nalazi se uz put južno od Tomislavova doma. Rakave tvorbe na jasenu prouzrokuje *Pseudomonas fraxini* (BROWN / ŠKORIĆ [13]).

Na jasenovim deblima češće se vide i oštećenja od *zimotrenosti*. Međutim, ta pojava nije tu općenita, nego uglavnom lokalna. Ima ovećih grupa bez znakova zimotrenosti, a ima opet mjesta gdje je ta pojava česta. Tako u blizini prosjeke istočno od t. zv. Lamerove kućice ima često jasenovih stabala s debelim obraslinama pukotina nastalih zbog zimotrenosti. Dakako da je tehnička vrijednost debala takvih stabala znatno smanjena.

Ocjena kvalitete jasenovih stabala. U tabeli I. prikazan je kvalitet jasenovih stabala na jednoj primjernoj plohi. Ploha se nalazi u blizini Tomislavova doma na visini od 980 m, na južnoj ekspoziciji, u sastojini staroj 77 godina. Ocjena je izvršena na osnovu KRAFTOVE i HECKOVE klasifikacije. Ocjeni su podvrgnuta sva stabla odnosno primjerne plohe, koja je zapremala površinu od 1000 m², i to 50 jasena, 3 gorska javora, 1 javor mliječ i 1 bukva.

Tabela I.

Ocjena oblika jasenovih stabala

Hedni broj	Vrsta drveća	Promjer u 1,3 m	Visina m	Prema Krafitu	Prema Hecku	Napomena
1	Frax. excelsior	30	23	II	ε	Deblo ravno do 7. m, onda se rašlja
2	Acer pseudopl.	20	20	III	γ	
3	Frax. excelsior	40	24	I	ε	Rašlja se na 4. m
4	"	21	23	II	η	Deblo ravno, suhovrhu
5	"	27	23	II	γ	Deblo iskrivljeno na visini od 1,5 m
6	"	26	24	II	β	
7	"	24	22	II	γ	
8	"	22	22	II	α	
9	"	28	25	I	δ	Rašlja se na 10. m
10	"	23	23	II	α	
11	Acer pseudopl.	29	23	II	α	
12	Frax. excelsior	25	24	II	γ	
13	"	21	22	III	η	Na 1. m odsječena je natrula rašlja; deblo iskrivljeno
14	"	25	23	II	α	Rašlja se na 12. m
15	"	24	22	II	γ	
16	"	30	24	II	η	Deblo pri panju bolesno, inače ravno
17	"	29	21	III	δ	Rašlja se na 8. m; do rašlje deblo ravno
18	"	38	25	I	ε	Rašlja se na 3. m
19	"	22	20	III	α	
20	Fagus silvatica	35	23	II	α	
21	Frax. excelsior	31	22	II	η	Deblo ranjavo
22	"	25	21	II	δ	Rašlja se na 10. m; deblo iskrivljeno
23	"	30	22	II	ε	Prve rašlje na 3. m
24	"	29	24	II	ε, η	Rašlja se u 12. m; u 4. m deblo natrulo
25	"	31	23	II	γ	Deblo kvrgavo
26	"	32	23	II	η	Rašlja se na 3. m; deblo oštećeno, bolesno
27	"	20	22	II	α	
28	"	21	22	II	α	
29	"	22	22	II	β, δ	Rašlja se na 8. m
30	"	23	22	II	γ, δ	Rašlja se na 1. m
31	"	17	21	III	α	
32	"	23	21	II	α, δ	Rašlja se na 10. m
33	"	27	23	II	γ	
34	"	22	23	II	α	
35	"	25	21	II	δ	Na žilištu deblo oštećeno; rašlja se na 10. m

Redni broj	Vrsta drveća	Promjer na 1,3 m	Visina m	Prema Kraftu	Prema Hecku	Napomena
36	Frax. excelsior	21	20	II	γ	Rašlja se na 10. m
37	"	22	22	II	γ	Rašlja se na 10. m
38	"	16	16	V	η	Vrh suh na duljini od 5 m
39	"	25	22	II	η, δ	Na žilistu je deblo ozlijeđeno; rašlja se na 10. m
40	"	29	23	II	e	Rašlja se na 3. m
41	"	23	23	II	α	
42	"	21	22	II	α	
43	"	22	22	II	γ	
44	"	23	19	V	η	Stablo suho
45	"	30	23	II	β, γ	Do 10. m deblo ravno
46	"	27	24	I	β	De 10. m deblo ravno
47	"	22	22	III	α, δ	Do 11. m deblo ravno, onda se rašlja
48	Acer platan.	24	20	II	α, δ	
49	Acer pseudopl.	27	20	II	γ	
50	Frax. excelsior	29	21	II	e	Prva rašlja na 3. m
51	"	30	22	II	e	Prva rašlja na 5. m
52	"	23	23	II	α	
53	"	26	23	III	e	Prva rašlja na 4. m
54	"	22	21	III	α	
55	"	25	23	III	η	Deblo veoma rakavo

Napomena: Kod klasifikacije kvaliteta debala prema Hecku morala se kod nekih stabala upotrebiti dvostruka oznaka, kako bi se što točnije ocijenio oblik debla, a u napomeni je dato razjašnjenje.

U sastojini je pred nekoliko godina prorjedom posjećeno nekoliko najodraslijih stabala za potrebe gradnje t. zv. Poštarskog doma, što je svakako djelovalo na sniženje kvaliteta cijele sastojine.

Iz podataka u tabeli br. I. vidimo, da 80% jasenovih stabala pripada prema Kraftovoj klasifikaciji u I., 72% u II., 16% u III. i 4% u V. visinski razred.

EKOLOŠKI ODOŠAJI

Od interesa je razmotriti ekološke prilike, koje dolaze u obzir u vezi s prirodnom rasprostranjenošću i uspijevanjem običnog jasena na Medvednici. Osvrnut ćemo se stoga ukratko na najvažnije klimatske, edafske, geomorfološke i biotske faktore.

Od *klimatskih* faktora najvažniji su tu temperatura, vlaga i svijetlo. Odnosaji *temperature* u oblasti optimalnih prirodnih staništa običnog jasena na Medvednici najbolje su prikazani u ovim podacima (9):

a) Prosječna godišnja temperatura	6,7° C
b) " " " " u 14 sati	9,4° C
c) " " temperatura u mjesecu januaru	-4,5° C
d) " " " " " " julu	16,8° C
e) " " " " " " za zimu (XII., I. i II.)	-2,2° C
f) " " " " " " proljeće (III.-V.)	6,0° C
g) " " " " " " ljeto (VI.-VIII.)	15,5° C
h) " " " " " " jesen (IX.-XI.)	7,4° C
i) Srednji apsolutni maksimum najhladnijeg mjes. (I.)	6,4° C
j) " " " " " " najtoplijeg " (VII.)	27,8° C
k) " " " " " " minimum najhladnijeg " (I.)	-13,2° C
l) " " " " " " najtoplijeg " (VII.)	7,8° C
m) Apsolutni maksimum najtoplijeg mjeseca (VII.)	30,6° C
n) " " " " " " najhladnijeg " (I.)	11,0° C
o) " " " " " " minimum najhladnijeg " (I.)	-19,8° C
p) " " " " " " najtoplijeg " (VII.)	5,8° C
r) Tetraterma (V.-VIII.)	15,0° C
s) Prosječno kolebanje između aps. maks. i aps. min.	44,4° C

Podaci se odnose za period od 1888.-1904., t. j. za 17 godina.

Obični jasen osjetljiv je na *kasne mrazove*. Odatle česta oštećenja vršnog izbojka i stvaranje rašljastih stabala.

Godišnje oborine iznose u tome području oko 1300 mm. Za vrijeme vegetacijskog rada (V.-VIII.) iznose oborine 580 mm. Najviše oborina ima tu u proljeću i na početku ljeta, što je za jasen vrlo povoljno.

S obzirom na razdiobu godišnjih oborina pripada Medvednica tipu, gdje je glavni maksimum mjesečne količine oborina u listopadu, a sporedni u lipnju. Tu nema razdoblja u godini, koje bi se jače istaklo suhoćom. Oborine su razdijeljene tako, da najsuši mjesec - a taj pada uvijek u zimski period - ima oko polovicu ili više od polovice količine oborina najmokrijeg mjeseca (9).

Na najvećim visovima Medvednice *magle* su dosta česte. Naravno, čito to vrijedi za uvala i uvalice duž centralnog dijela glavnog brijega. Magle su najobilnije u proljeće, kasno ljeto i u jesen.

U tom dijelu Medvednice padne više snijega nego drugdje, a osim toga u uvalama i uvalicama zadržava se on duže nego inače.

Od interesa je spomenuti, da po najvećim visinama Medvednice ima *mnogog izvora s vrlo hladnom vodom*.

Jedan od važnih faktora za uspjevanje običnog jasena na Medvednici jest svakako visoka zračna vlaga. *Srednja relativna zračna vlaga* iznosi tu oko 79% (9).

Kišni faktor za prirodno područje običnog jasena na Medvednici iznosi prema LANGU 194. Prema tome ondje je klima per-humidna.

Jesenski vjetrovi na visovima Medvednice dosta su jaki. Oni djeluju povoljno na širenje jasena, jer mu nadaleko raznose plodove.

Tereni na Medvednici, gdje se od prirode pojavljuje jasen, izloženi su punom utjecaju sunčanog *svijetla*. Jasen kao izrazito heliofilno drvo može se održati samo na dobro osvijetljenim mjestima. Jasenove biljke izdrže nekoliko godina u *umjerenoj sjeni*. Što je tlo bolje, to one izdrže takvo zasjenjivanje duže. Na mjestima, gdje je odjednom – zbog naglog uklanjanja starog drveća – prilikom svijetla obilan, dolazi jasen jače do izražaja. Najbolji primjer za to pokazuje nam vrh i susjedne južne padine Puntijarke, gdje je, nakon sječe starih jela i bukava za prošlog rata, bujno porastao jasenov podmladak. Iz istog razloga pojavljuje se mnogo i po paljevinama.

Prosječna godišnja *naoblaka* na vrhovima Medvednice iznosi 5,3 (zimi 6,0, proljeću 5,6, ljeti 4,2 i jeseni 5,5). Podaci se odnose za period od 1888.–1904. (9).

Od naročito su značenja i *edafski faktori* u području prirodne rasprostranjenosti običnog jasena na Medvednici. Zeleni škriljevci čine temeljni petrografski supstrat, iz kojeg je nastalo tamošnje tlo. Ovdje ondje ima u kamenoj podlozi pomiješanog i kremenca. Tlo je u uvalama i uvalicama dosta duboko i humozno, a na hrptovima je, naravno, manje duboko i sa manjim sadržajem humusa. Ono je zbog znatne količine godišnjih oborina i kiše za vrijeme vegetacije, kao i zbog povoljne, a često i velike zračne vlage (magle), na bili Medvednice dovoljno svježije. Napose to vrijedi za tamošnje uvale. Na probama uzetim južno od Tomislavova doma ispitana je u Zavodu za tloznanstvo na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu kiselost tla. U gornjim slojevima (1–40 cm) iznosio je pH 4,6 (u H₂O), odnosno 4,3 (u n KCl). Reakcija je prema tome vrlo kisela.

Na Medvednici raste jasen na svježim i hranjivim tlima. Prema RUBNERU on ima razmjerno slabo razgranate sitne korjenčiće, pa mu je stoga potrebno upravo takvo tlo.

Prema ZLATNIKU (1935.) planinski jasen nalazi se i u bivškoj Pri-karpatskoj Rusiji na svježijem, ali skeletoidnom tlu. Dominacija jasena i drugih vrijednih listača baš na takvim lokalitetima pripisuje se umanjenoj konkurenciji bukve i jele na tim mjestima.

U Srednjoj Evropi poznata su nalazišta običnog jasena i na pećinastom, odnosno plitkom vapnenom tlu. Tako smo više takvih nalazišta vidjeli u šumama Šumarskog fakulteta Visoke poljoprivredne škole u Brnu (Srednja Moravska). Prema RUBNERU takvih nalazišta ima više i uz Labu. Ondje jasen dobro uspijeva i odlično se od prirode podmlađuje. Isto su tako poznata takva nalazišta jasena i po Alpama (12). I kod nas ima jasena u planinskim šumama na podlozi vapnenca. U području naših viših i visokih krških naselja on se mnogo umjetnim putem protežira radi lišća za prehranu stoke.

Slučaj Medvednice, gdje jasen raste na podlozi zelenih škriljevaca, kao i spomenuti slučajevi planinskog jasena na vapnenoj

podlozi daju pobudu za misao, da se kod tog drveta radi o više ekološki razliĉnih rasa. Tu misao pogotovu uĉvršćuje i ĉinjenica, što imademo dolinski i planinski obiĉni jasen.

I geomorfološki faktori u podruĉju jasenovih nalazišta na Medvednici vrlo su znaĉajni. To se odnosi kako na vertikalnu rasprostranjenost, tako i na ekspoziciju i nagib.

Gornja granica obiĉnog jasena u Harz-gorju nalazi se na 700 m, u Erz-gorju na 800 m, u Ćeškom Rudogorju na 630 m, u Bavar-skim Alpama na 1.365 m, u Sjevernoj Švajcarskoj na 1.137 m, u Wallisu na 1.650 m, u Južnim Alpama na 1.400 m visine, a u Sjevernim Karpatima na 1.010 m (7, 10).

Na planinama u Hrvatskoj nalazi se gornja granica obiĉnog jasena prosjeĉno na 1.300 m visine. Na Medvednici, koja je visoka samo 1.035 m, ne moŹe jasen prema tome imati svoju gornju granicu. Kako je već naglašeno, glavna njegova nalazišta odnose se na najviše poloŹaje Medvednice, t. j. na njeno glavno bilo, izmeĉu 800–1.035 m visine. Jasen treba za svoje uspijevanje dovoljno vlage u tlu i zraku. Dosta obilne oborine na centralnom dijelu glavnog bila Medvednice i velika tamošnja zraĉna vlaga vaŹni su uslovi za uspijevanje jasena upravo na najvišim poloŹajima Medvednice. Napose su što se toga tiĉe za jasen veoma povoljne blage uvale i uvalice uz glavno bilo, gdje je tlo svjeŹe, dosta duboko i rahlo. Manje su povoljni za uspijevanje jasena suši (na pojedinim mjestima i kameniti) hrptovi, koji se pruŹaju okomito na glavno bilo Medvednice. Zbog obilne vlage zraka nađe se, meĉutim, i na njima jasenovih stabala, ali u malom broju i samo u najvišim poloŹajima. U hladnim, uskim i dubokim uvalama s vodom tekućicom spušta se jasen dosta nisko.

Za jasen na Medvednici znaĉajno je, da ĉini svoju *donju granicu* ne samo uz potoĉice i potoke nego i po sušim hrptovima. To vrijedi kako za juŹne tako i za sjeverne padine.

Uz potoĉice i potoke u uskim i dubokim uvalama donja je granica jasena mnogo niŹe nego po hrptovima. Ona je prosjeĉno na 650 m na južnim i 400 m na sjevernim padinama Medvednice. Po hrptovima se nalazi donja granica jasena već na visini oko 850 m na južnoj, a oko 700 m na sjevernoj strani Medvednice. U spomenutim visinama prestaju povoljni ekološki odnoŹaji za uspijevanje jasena. Na hrptovima nema ĉestih magla, već na visinama od 750–850 m. Zbog toga je na tim poloŹajima manja vlaga zraka i manja vlaga tla nego na višim poloŹajima. U dubokim i uskim uvalama potoka i potoĉica kopni snijeg polaganije, a i magle se dulje zadrŹavaju nego na hrptovima. Na sjevernim su padinama te klimatske razlike joŹ jaĉe izraŹene nego na južnim padinama Medvednice. Rasprostranjenost jasena u uvalama zavisi mnogo od smjera uvale, od njezine Źirine, od koliĉine vode i uopće vlage u njoj.

Donja granica jasena u drugim našim planinama prilično varira. U samostalnom gorju, kao što je Zagrebačka gora, ona je viša nego u gorama, koja pripadaju u sklop većih masiva. Tako je u Macelj-gori donja granica jasena na južnoj strani mnogo niža (400 m) nego što je na Medvednici.

Podno Medvednice, u području rijeke Save i njezinih pritoka, nalazi se već područje dolinskog jasena, koji se s obzirom na ekološke odnose, a vjerojatno i s obzirom na tehnička svojstva, razlikuje od planinskog običnog jasena. Na brežuljku Brckovljani (178 m) kod Dugog sela dodiruje se dolinski jasen s pitomim kestenom. U tamošnjoj uvalici u blizini crkve ima jasena i lužnjaka debelih do 40 cm, a pojavljuje se gdjegdje i kesten (1).

Posve je jasno, da južna odnosno sjeverna strana Medvednice utječe i sama po sebi na visinu donje granice jasena po tamošnjim uvalama kao i hrptovima. Kao što je malo naprijed navedeno, na hrptovima južne strane donja je granica jasena na ca 850 m visine, a na hrptovima sjeverne strane na ca 700 m. U uvalama se nalazi donja granica jasena na južnoj strani na ca 650 m, a na sjevernoj strani na ca 400 m, ukoliko – dakako – njihove uvale brazde smjerom s–j, odnosno j–s. Ukoliko uvale imaju koji drugi smjer bražđenja i u koliko su one uže ili šire, mijenjaju se donkle i visine donje granice jasena. Tako se na pr. na sjevernoj strani Medvednice nalazi donja granica jasena u istočnom pritoku Zapadne Bistre na 650 m (u potocima: Rakova noga, Pronjak i Istočna Bistra na 400 m), jer je uvala tog pritoka u partijama nižim od 650 m široka i brazdi smjerom r–z, te stoji ljeti, napose popodne, pod utjecajem više ili manje okomitih sunčanih zraka, zbog čega je ona u tim nižim partijama pretopla i presuha za uspijevanje jasena.

Naprijed smo već naveli, da se gornja granica jasena na našim planinama nalazi na visini od ca 1.300 m. Na toj visini mnogo je hladnije nego na visini od 900–1.000 m. U vezi s tim nameće nam se pitanje, zašto je na Medvednici količina jasena daleko veća na južnim nego na sjevernim ekspozicijama. S obzirom na izloženo svakako tome nije razlog, što mu ondje bolje odgovaraju topliji položaji. Što ga na južnim padinama ima mnogo više nego na sjevernim, obrazložili smo već naprijed. Tu se radi o svojedobnim razlikama izazvanim utjecajem čovjeka u sastojinskim prilikama na sjevernim i južnim ekspozicijama.

Važan je razlog većoj količini jasena na južnim padinama Medvednice i u *razlici reljefa* terena na njezinim sjevernim i južnim padinama. Po vrhu Medvednice imaju južne padine na mnogim mjestima blažu *inklinaciju* nego sjeverne padine. Na južnim padinama postoje po vrhu Medvednice blagi pristranci s dosta širokim uvalama, na kojima je tlo rahlo, duboko i vlažno. Na tim se mjestima i magle zadržavaju najduže, pa su zbog toga

ti položaji pogodniji za uspijevanje jasena nego strmi položaji sjevernih padina, na kojima je tlo pliće, a prema tome lošije i suše.

Na visovima Medvednice dodiruju se areali običnog jasena i pitomog kestena. Može se općenito uzeti, da tamo, gdje jasen ima donju granicu, kesten ima uglavnom svoju gornju granicu (1).

I razni *biotski* faktori imali su znatnog utjecaja na širenje jasena na Medvednici. Već je rečeno, da je njegovoj jačoj nasprostranjenosti na južnoj strani Medvednice pogodio čovjek time što je sječom glavnog drveća stvarao progale i čistine, dakle mjesta pogodna za naseljivanje jasena. Da je tako, najbolje nam svjedoče današnje južne padine Puntijarke, gdje se jasen prilično proširio baš zbog toga, što su posječene jela i bukva i što su tako punim prilivom svijetla stvoreni uvjeti za uspijevanje jasenova podmlatka.

Čovjek je i direktno utjecao, iako u manjoj mjeri, na širenje jasena sadnjom njegovih biljaka. Rađeno je to ranije oko Piramide i ispod Brestovca, prije dvadesetak godina uz t. zv. Mljekarski put na tadašnjem Fröhlichovu posjedu, i u novije vrijeme u području t. zv. Rauchove lugarnice (Mađarski brijeg, Vrbanov brijeg).

Čovjek je, međutim, u velikoj mjeri – bilo direktno ili indirektno – *priječio* širenje, smanjivao vitalitet i snizivao kvalitet običnog jasena. Ovdje imamo na umu nedopuštene sječe najljepših jasenovih stabala, krčenje šumè i uklanjanje mnogih jasenovih grupa u okolišu Rauchove lugarnice, raznih domova i dr.

Na suzivanju jasenova areala imali su nekog utjecaja razne štetočinke biljnog (rak) ili životinjskog (stoka, divljač, kukci) porijekla.

Prema ZLATNIKU (1935.) obilnija pojava običnog jasena, gorskog javora, mliječa i planinskog brijesta u temeljnoj šumi bukve ili bukve i jele pripisuje se većoj otpornosti naprijed spomenutog drveća prema bolestima, a u prvom redu prema *Polyporus* vrstama, koje na takvim mjestima znatno oštećuju bukvu i čine je manje vitalnom.

FITOCENOLOŠKI ODOŠAJI

Kod nas je obični jasen općenito poznat kao drvo riječnih dolina. Pretežno ga ima uz unutrašnje rijeke i potoke. Tako ga mnogo ima u području rijeke Save i Drave, te njihovih pritoka. Uz rijeke i potoke ima ga sve do predjela, gdje oni izviru. Obični jasen raste, međutim, i inače u planinskim šumama, na pogodnim staništima, dakle izvan riječnih i potočnih dolina. *Dolinski* obični jasen predstavlja poseban problem i s ekološkog i s fitocenološkog, a i sa šumsko-uzgojnog gledišta. Nas ovdje zanima *planinski* obični jasen, jer taj raste na visovima Medvednice.

Sastojine i grupe, u kojima se u centralnom dijelu Medvednice nalazi obični jasen, zaslužuju i sa *fitocenološkog* gledišta posebnu pažnju. Na najvećim visovima Medvednice obični jasen, a s njime isto tako i gorski javor, javor mliječ i planinski brijest, toliko su bogato zastupani, da ondje daju većim kompleksima šume posebno obilježje.

Osim *čistih* jasenovih grupa i skupova postoje ondje mješovite veće ili manje grupe i skupine jasena, gorskog javora, mliječa i planinskog brijesta, a postoje i *mješovite* sastojine spomenutih listača, bukve i jele. Što se toga tiče, najviše nas zanimaju predjeli glavnog hrpta na sektoru između Đačkog doma i t. zv. Rauchove lugarnice s okolišem. U tom području postoji čitav niz *kvantitativno* ili *kvalitativno* različitih prijelaza od čistih jasenovih grupa i skupova do spomenutih *mješavina*, gdje još učestvuje jasen.

Ovdje nas prvenstvo zanima pitanje, da li je jasen na Medvednici *autohton* ili je u tamošnje šume unesen *ručnim putem*. To se pitanje često postavlja, kad je govor o jasenu na Medvednici. Mišljenja su se često razilazila.

Za dva manja nalazišta odraslih jasena znade se pouzdano, da je jasen tamo pred mnogo godina uzgojen sadnjom biljaka. Jedno od tih nalazišta jest hrbat ispod Brestovca, na visini od ca 760 m. Na tom mjestu jasen je saden u redove, koji se i danas posve dobro raspoznaju. Ondje sada ima oko 60 jasenovih stabala debelih od 15–40 cm, na površini od 400 m².

Drugo mjesto, gdje je saden jasen, nalazi se na vrhu Velikog Sljemenā oko Piramide (1.035 m). Ondje je – prema M. Kišpatriću – u svoje vrijeme zasadeno 6.000 sadnica jasena, javora i brijesta, a do 1884. god. stabla su tih vrsta – kako je već spomenuto – »uzrasla do znatne visine«.

Da bi se dobio što pouzdaniji odgovor na pitanje, da li je jasen na Medvednici *autohtonog* porijekla ili je unesen umjetno, obratili smo pažnju na ove momente:

Nijedan od naziva za tamošnje glavice, uvale, potoke, hrptove, čistine i šumske komplekse ne podsjeća na riječ »jasen«.

Proučeni su stariji pismeni podaci o vrstama drveća na Medvednici. Takvih podataka imalo malo, a usto oni su ili odviše općeniti ili nepouzdana. Tako je općenitog karaktera SCHLOSSEROV i VUKOTINOVIĆEV već spomenuti podatak.

U *Gospodarskoj osnovi za šumu grada Zagreba na Medvednici* iz 1876. spominju se vrste drveća: bukva (68%), kesten (14%), jela (12%) i hrast (6%). Jasen se ne spominje.

U ETTINGEROVOM članku: »O budućnosti šuma na Zagrebačkoj gori« iz 1886. god. spominju se ove vrste drveća: jela, smreka (sa napomenom, da je možda umjetno unesena), tisa, bukva, hrast kitnjak, hrast medunac, cer, kesten, grab, crni jasen, javor, klen, lipa, topola, divlja kruška i jabuka, a u jarcima brijest i jašša. Od

grmlja se spominju: lijeska, drijevi, svib, crvena bazga, zanovijet, kurika, crni trn, krkavina, hudika, trušnjak, glog, likovac, borovica i malina. Jasen se ne spominje.

Ma da se u navedenim podacima iz 1876. i 1886. god. jasen na Medvednici uopće ne spominje, mislimo, da se odatle ne smije zaključivati, da ga u ono doba nije tamo bilo. U Gospodarskoj osnovi iz 1886. god. spominju se samo 4 najglavnije vrste drveća, što je donekle i razumljivo, jer je to bilo onda dovoljno u svrhu, za koju se sastavljala osnova gospodarenja. Ni ostale vrste drveća, koje ETTINGER spominje za Medvednicu, nisu također zabilježene u Gospodarskoj osnovi, pa nije čudno, da se ne spominje ni jasen.

Teže je razjasniti, zašto ETTINGER ne spominje jasen u svojem popisu drveća i grmlja na Medvednici iz 1886. god. On, međutim, ne spominje ni čitav niz drugog, sporednijeg drveća, a ni grmlja, koje se sigurno već onda nalazilo u šumama Medvednice. Tako ne spominje: brezu, trešnju, crni grab, crnu bazgu; ne luči posebno gorski javor i javor mliječ; za brijest je zabilježio, da ga ima po jarcima, a njega ima uglavnom po cijelom bilu Medvednice. Prema tome mogao je iz popisa izostati i obični jasen, koji se uglavnom nalazi po vrhu Medvednice. Treba svakako imati na umu, da je onda jaseva na Medvednici mnogo manje, nego što ga ima sada.

Moglo bi se postaviti pitanje, nije li se možda jasen raširio po Medvednici naletom sjemena od jasenovih stabala, koja su umjetno uzgojena prije 1880. god. oko Piramide, ili od stabala uzgojenih ispod Brestovca. Bez sumnje je, da među mlađim jasenovim stablima kao i stabalcima ima potomaka i tih stabala. Međutim, spomenuta pretpostavka otpada iz jednostavnog razloga, što po čitavom centralnom bilu Medvednice ima danas *jednako starih*, a i *još starijih* jasenovih stabala nego što su umjetno uzgojena jasenova stabla oko Piramide ili ispod Brestovca.

Stara jasenova stabla najbolje nam svjedoče, da je jaseva na Medvednici bilo još prije 1876. god. U uvalici između Piramide i Tomislavova doma pojedini jasenovi panjevi iz 1936. god. imali su preko 70 godina. Međutim, na Medvednici ima i daleko debljih (do 80 cm), a po svoj prilici i mnogo starijih jaseva, nego što su bila spomenuta stabla.

Da jasen raste od prirode na Medvednici, najbolje nam svjedoči činjenica, što jasen u tamošnjem centralnom dijelu čini gotovo suvisli, cjeloviti i zatvoreni *areal*. Značajno je, da njegovih starijih stabala (70-80 god.) ima po šumama svih bivših vlasnika, kojih su posjedi dopirali do glavnog bila Medvednice. Tih je vlasnika šume bio veći broj, te je lako vjerojatno, da ga svi oni nisu unijeli rukom u svoje šume.

Kao jedan od najpouzdanijih dokaza, da jasen raste od prirode na Medvednici, jest činjenica, da ga ima i na ostalim našim planinama. Tako smo ga vidjeli češće u šumama viših položaja Ivančice, Mačelj-gore, Gorskog Kotara, Velebita i dr. Iz domaće stručne literature poznato je, da ga ima i u drugim našim planinama. Ima ga od prirode i u planinama drugih južnoevropskih (Bugarska) i srednjoevropskih (Mađarska, Rumunjska, Čehoslovačka, Austrija, Švajcarska) zemalja.

Imajući pred očima dosad nam poznata nalazišta planinskog običnog jasena, čini nam se, da s obzirom na to Medvednica predstavlja specijalan slučaj. Tu jasen čini razmjerno daleko veće bilo čiste ili mješovite grupe, odnosno manje sastojine nego što je to igdje drugdje. Inače on raste pojedinačno ili u manjim grupicama primiješan u temeljnu bukovu ili bukovu i jelovu sastojinu.

Fitocenološki sastāv raznih autohtonih planinskih šuma, u kojima raste obični jasen, pokazuje veliku sličnost. Zajedno s jasenom gotovo se svuda pojavljuju od drveća: gorski javor, mliječ i planinski brijest, a temeljnu šumu čine bukva i jela. Istu tu pojavu imademo i na Medvednici.

Slični odnosi postoje i s obzirom na sloj grmlja, a također i na sloj prizemnog rašća.

Pojava planinskog običnog jasena, a također i drveća, koje s njime raste, t. j. gorskog javora, mliječa i planinskog brijesta, uvjetovana je, općenito, specijalnim klimatskim i geomorfološkim prilikama. To se drveće pojavljuje u većoj mjeri u predjelima s obiljem zračne vlage i dobrim osvjetljenjem, kao i na terenima blažeg nagiba, napose u blažim uvalama, gdje se duže zadržava snijeg i gdje je tlo deblje, humoznije, svježije i ispranije. To vrijedi za sve one planine, gdje od prirode ima jasena. Međutim, kod planinskog običnog jasena postoje znatne razlike s obzirom na kamenu podlogu. U našim i drugim planinama postoje mnogobrojna nalazišta jasena, gdje podlogu čine vapnenci. Na Medvednici podlogu čini zeleni škriljavac. Da li se s obzirom na podlogu radi o jasenovim rasama, trebat će posebno istražiti.

Grupe ili manje sastojine jasena, gorskog javora, mliječa i planinskog brijesta, a donekle i temeljna šuma jele i bukve, gdje su spomenute vrste u njoj u većoj mjeri pomiješane, značajne su po prizemnom rašću. One se već iz daljine dobro uočavaju, jer je prizemno rašće u njima vrlo bujno razvijeno. Dok u susjednoj dobro sklopljenoj čistoj jelovoj, bukovoj ili mješovitoj jelovoj i bukovoj sastojini ljeti gotovo i nema prizemnog rašća, u šumi sa jasenom, javorima i planinskim brijestom tlo pokriva bujno razvijeno, do 1 m visoko prizemno rašće.

Bujno razvijeni sloj prizemnog rašća općenito je pojava planinskih šuma s običnim jasenom (sl. 7.). To nas upućuje, da se tu radi o posebnim životnim uslovima. To je znak, da se tu inten-

živnije rastvara mrtvi pokrov, da je tvorba tla i humusa brža, da je svijetlo obilnije, cirkulacija zraka veća i dr. Naročito je bujno razvijeno prizemno rašće svuda tamo, gdje je u većoj mjeri pomiješan jasen. Kroz njegovu rijetku, koprenastu krošnju prodire na tlo mnogo svijetla, a to se vrlo dobro odražava na količini prizemnog rašća.

Šume, u kojima od prirode raste obični jasen, obuhvaćene su s fitocenološkog gledišta u *veći broj različitih šumskih zajednica* (fitocenoza). Tako se šume dolinskog običnog jasena spominju u literaturi kao fitocenoze: *Querceto-Fraxinetum*, *Alneto-Fraxinetum* i dr. Prema KLIKI (1948. str. 320) obični se jasen nalazi od prirode u ovim zajednicama (asocijacijama): U svezi *Fraxino-Carpinion* Tx. 1936. ima jasena u asocijacijama: *Acer pseudoplatanus-Fraxinus excelsior* Kka 1939., *Fraxineto-Fagetum lunarietosum* Kka 1942. i *Fraxineto-Fagetum filicetosum* Kka 1942. U svezi *Fagion Pawl.* 1928. ima ga u asocijacijama: *Acer pseudoplatanus-Atropa belladonna-Geranium Robertianum*, *Fagus silvatica-Acer pseudoplatanus-Athyrium-Symphytum cordatum* Zl. 1935., *Acereto-Fagetum-Allietosum ursinae* Kka 1941. i *Acereto-Fagetum (carpathicum)* Kka 1942.

Prema ZLATNIKU (1935.) šume bivše Prikarpatске Rusije, i to bukove šume viših položaja (*Fagetum purum*) i mješovite bukove i jelove šume (*Fagetum abietosum*), u kojima od prirode rastu: obični jasen, gorski javor, mliječ i planinski brijest, pripadaju asocijaciji *Fagetum Aceroso-fraxinetum*.

Naše šumice i grupe običnog jasena i gorskog javora priključio je HORVAT svezi *Fagion silvaticae*, a uvršćuje ih u asocijaciju *Acereto-Fraxinetum croaticum*. Postoji prema RUDSKOM (1940.) i asocijacija *Acereto-fraxinetum serbicum*.

Velik broj spomenutih fitocenoza dokaz je većih ili manjih razlika, koje postoje u ekološkom i vegetacijskom smislu u srednjoevropskim i južnoevropskim planinskim šumama, u kojima raste obični jasen. Treba, međutim, imati na umu, da su te razlike u stvari razmjerno malene, kao i da će – u vezi s time, a također i u vezi s praktičnom primjenom – broj i nazivi odnosnih fitocenoza biti pri budućim revizijama svedeni na pravu mjeru.

S obzirom na naše prilike, a specijalno s obzirom na Medvednicu, od postojećih naziva najbolje odgovara naziv *Acereto-Fraxinetum*. Usput napominjemo, da je ovdje još podesniji naziv *Fraxineto-Aceretum*, jer jasen daje našoj fitocenozi bolje obilježje nego javori.

Fitocenološki sastav iz područja običnog jasena na Medvednici prikazan je u tabeli br. II. Snimke 1–5 potječu iz odraslih sastojina, a snimka 6' s jedne male plješine u progaljenoj staroj sastojini.

Tabela II.

Fitocenološke snimke

LOKALITET	Ispod livade kod Tomislavova doma	Bažanovka. Početak protoka Kraljeva	Sjeverozapadno od gradske staje	Sjeverozapadno od Doma "Ranolist"	Jugoistočno od t. pr. Lametrove kućice	Sjeverno od Piramide, uz stazu	Stepen urešica u snimkama
Broj snimke	1	2	3	4	5	6	—
Veličina m ²	900	500	600	600	900	300	—
Nadm. vis. m	950	930	935	800	1000	990	—
Ekspozicija	SSW	S	SSO	SO	S	N	—
Nagib	20 ⁰	10 ⁰	25 ⁰	20 ⁰	10 ⁰	30 ⁰	—
Podloga	zel. škrilj.	zel. škrilj.	zel. škrilj.	zel. škrilj.	zel. škrilj.	škrilj.	—
<i>I. Sloj drveća:</i>							
<i>Pokrovnost</i>	90%	90%	90%	80%	90%	—	—
<i>Fraxinus excelsior</i>	4.4	3.3	3.3	3.3	3.3	—	V
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2.2	1.2	2.2	1.2	—	—	IV
<i>Fagus silvatica</i>	2.2	3.2	—	2.2	2.2	—	IV
<i>Abies alba</i>	2.2	2.2	1.2	—	4.4	—	IV
<i>Ulmus montana</i>	—	—	—	3.3	2.2	—	II
<i>Acer platanoides</i>	1.2	—	3.2	—	—	—	II
<i>Betula verrucosa</i>	—	1.2	—	—	—	—	I
<i>II. Sloj grmlja:</i>							
<i>Pokrovnost</i>	15%	5%	15%	10%	5%	15%	—
<i>Abies alba</i>	1.2	+2	1.2	1.1	2.1	—	V
<i>Sambucus nigra</i>	+2	+2	1.2	1.2	2.1	+2	V
<i>Ulmus montana</i>	2.2	+2	+2	—	—	+2	IV
<i>Fraxinus excelsior</i>	2.1	—	+2	—	—	1.2	III
<i>Salix caprea</i>	+2	—	—	—	+2	1.2	III
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2.2	—	—	+2	—	+2	III
<i>Acer platanoides</i>	+2	—	—	—	+2	+2	III
<i>Corylus avellana</i>	+2	+2	—	1.2	—	—	III
<i>Sambucus racemosa</i>	—	—	+2	—	—	+2	II
<i>Carpinus betulus</i>	1.2	—	—	—	—	—	I
<i>Fagus silvatica</i>	+2	—	—	—	—	—	I
<i>Castanea sativa</i>	+2	—	—	—	—	—	I
<i>Crataegus monogyna</i>	+2	—	—	—	—	—	I
<i>Malus silvestris</i>	+2	—	—	—	—	—	I
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	—	—	+2	I
<i>Laburnum alpinum</i>	—	—	—	—	—	+2	I
<i>III. Sloj priz. rašća:</i>							
<i>Pokrovnost</i>	100%	95%	95%	100%	100%	100%	—
<i>Lunaria rediviva</i>	2.2	1.2	3.2	2.3	2.2	1.1	V
<i>Senecio nemorensis</i>	3.1	1.2	2.2	3.3	4.4	2.2	V
<i>Chrysanth. macroph.</i>	1.2	+2	+	1.2	+2	+2	V
<i>Anemone nemorosa</i>	3.1	2.1	1.2	1.2	2.3	1.2	V
<i>Circaea lutetiana</i>	2.1	1.1	2.2	2.2	2.2	+2	V
<i>Corydalis sp.</i>	2.1	+2	+2	1.2	2.2	+2	V
<i>Rubus fruticosus</i>	3.2	+3	1.3	1.2	3.3	2.2	V
<i>Fraxinus excelsior</i>	1.1	1.1	1.2	+2	2.1	+2	V

LOKALITET	Ispod livade kod Tomislavova dolina	Bažlovača. Foćerak potoka • Kraljeva	Sjeverozapadno od gradačke etrje	Sjeverozapadno od Doma „Runolist“	Jugoistočno od t. zv. Lamerove kućice	Sjeverno od Piramide, uz stazu	Stjepan ućeda u antraknu
Asperula odorata . .	4.2	4.3	4.2	3.2	3.3	2.2	V
Nephrodium filix mas	2.2	3.2	1.2	+3	+2	1.2	V
Gentiana asclepiadea	4.2	2.1	+2	1.2	+3	+2	V
Glechoma hederacea	3.2	1.2	2.2	2.2	3.3	+2	V
Chaeroph. hirsutum .	2.1	1.2	1.2	+3	2.2	2.2	V
Heracleum sphondyl.	1.2	+	1.2	1.2	2.2	+2	V
Cardamine bulbifera	2.1	2.1	2.2	+2	2.2	+2	V
Cardamine enneaph.	2.2	2.1	1.2	2.2	2.2	1.2	V
Cardamine trifolia .	1.2	+2	+2	+2	+2	+2	V
Cardamine silvestris	1.1	+1	+	+	+2	+2	V
Geranium pheum . .	1.2	+2	1.2	1.2	2.2	+2	V
Geran. Robertianum	1.2	+2	+2	1.2	2.2	+2	V
Lactuca muralis . . .	+2	+2	1.2	+2	2.2	+2	V
Impatiens noli tang.	1.1	1.1	4.4	2.2	2.2	+3	V
Leucoum vernum . .	2.2	+2	1.2	1.2	1.2	+	V
Prenanthes purpurea	+2	1.1	+2	+2	2.2	1.1	V
Scrophularia nodosa	+2	1.2	2.1	+	1.2	+2	V
Galeopsis speciosa .	1.2	+2	1.2	2.2	1.2	1.2	V
Epilobium montanum	1.1	1.1	2.2	1.2	2.2	1.1	V
Mercurialis perennis	2.2	1.2	+2	1.2	+3	+2	V
Oxalis acetosella . .	+2	+	+2	1.2	+3	+2	V
Petasites alba	2.3	4.5	1.3	1.2	+2	1.2	V
Sanicula europaea . .	2.2	+2	+2	+3	+2	+2	V
Phyteuma spicatum .	1.2	+2	+2	+	+	+2	V
Lapsana communis . .	1.2	1.2	+2	1.2	1.2	+2	V
Polygonatum multifi.	1.2	+1	+	+2	+3	+	V
Pulmonaria offic. . .	+2	+	+	1.2	+2	+	V
Symphytum tuberos.	1.2	+2	+2	1.2	+2	+2	V
Urtica dioica	2.2	+2	1.2	1.2	2.2	1.1	V
Geum urbanum	1.2	1.2	2.2	1.2	2.2	+2	V
Actaea spicata	+2	+2	+2	+	+2	+	V
Aconitum vulparia . .	2.1	+2	2.2	+2	2.2	1.1	V
Cephalanthera alba . .	1.1	+	+2	+2	+2	+	V
Fragaria vesca	2.1	+2	+2	+2	+3	+2	V
Paris quadrifolia . . .	2.2	+	+2	+2	+2	+	V
Alliaria officinalis . .	+2	+	1.2	1.2	+	+	V
Athyrium filix fem.	1.2	+2	+2	+2	+	2.2	V
Glechoma hirsuta . . .	+2	+2	+	+2	+	+	V
Lilium martagon	2.1	1.2	+	+	+2	+2	V
Rumex arifolius	+2	.	+2	+	+2	+2	V
Hypericum montanum	1.1	.	+2	1.2	+2	+2	V
Chelidonium majus . .	+	.	+2	1.2	+2	+2	V
Euphorbia dulcis	+	+	+2	+	+2	.	V
Melandryum rubrum . .	2.2	.	+	1.2	+2	+2	V
Abies alba	+2	.	1.2	+	+	+	IV
Rubus idaeus	1.2	.	.	+2	1.2	2.2	IV
Cardamine polyph. . . .	1.2	.	+2	2.2	2.2	.	IV
Anthriscus silv.	+2	1.2	+2	+2	.	IV
Lamium orvala	+2	+2	+3	+2	.	.	IV
Aegopod. podag.	1.2	.	+2	+2	.	+2	IV
Angelica silvestris . . .	+2	+2	+2	.	+2	.	IV

LOKALITĚT	Ispod livade kod Tomšlarova doma	Božalovka, Početak potoka Krašjeva	Sjeverozapadno od gradske stajle	Sjeverozapadno od Doma "Runolist"	Jugistočno od t.zr. Lamerove kuće	Sjeverno od Piramide, uz stazu	Stopen ućeća u sniškama
Asarum europ.	+2		+2	+	+2		IV
Carex silvatica	+2		+2	+2		+2	IV
Milium effusum	1.2	+2		+2		+2	IV
Viola silvestris	+	+2	+	+2			IV
Hypericum perforat.	+2		+	1.2		+2	IV
Campanula patula	+2		+	+		+	IV
Ulmus montana	+			+		+	III
Lathyrus vernus	+		+2			+2	III
Vicia oroboides	+2		+2	+2			III
Galium silvaticum	+2		+				III
Galium rotundif.	+			+		+2	III
Daphne mezereum	+		+			+	III
Allium ursinum	+2		+2	+2			III
Aposeris foetida	+2			+	+2		III
Doronicum austriac.	1.3	+3	+2				III
Erythron. dens canis	+				+	+	III
Platanthera bifolia	+2		+2		+2		III
Primula vulgaris	+2	+2			+		III
Ranunculus lanug.	+2		+2			+2	III
Brunella vulgaris	+			+		+2	III
Chrysanth. leucanth.	+2		+			+2	III
Galium verum	+2				+	+2	III
Acer pseudoplat. f.	+	+					II
Daphne laureola	+				+		II
Galeobdolon lut.			+2	+2			II
Knautia drymeia	+2					+2	II
Lamium maculatum		+		+2			II
Arum maculatum	+		+				II
Cephalanthera rubra	+2				+		II
Galanthus nivalis	+			+			II
Cyclamen europaeum		+		+2			II
Galium aparine	1.2			1.2			II
Stellaria holostea	+		+2				II
Verbascum austriac.	+2					+2	II
Veronica chamaedrys	+2				+2		II
Dactylis glomerata	+2					+2	II
Digitalis ambigua	+2					+2	II
Lysimachia punctata	+					+2	II
Atropa belladonna				+2		+2	II
Galium cruciatum	+				+		II
Aremonia agrimon.	+			+			II
Holcus lanatus	+	+					II

Napomena. Na jednoj od snimaka zabilježeni su u sloju prizemnog rašća: *Acer platanoides* (u inovaciji), *Fagus silvatica* (u inovaciji), *Galeopsis versicolor*, *Epilobium angustifolium*, *Galium mollugo*, *Aruncus silvester*, *Hacquetia epipactis*, *Luzula nemorosa*, *Polygonum dumetorum*, *Scilla bifolia*, *Sedum maximum*, *Veratrum album*, *Veronica officinalis*, *Luzula campestris*, *Galium verum*, *Festuca gigantea*, *Orchis* sp., *Pirola rotundifolia*, *Potentilla micrantha*, *Eupatorium cannabinum* i dr.

Procjena je izvršena u smislu uobičajenih procjembenih skala za abundanciju i pokrovnost, kao i način smještaja (socijabilitet) (4).

U sloju drveća dominiraju osim jasena: gorski javor, bukva, jela, planinski brijest i mliječ. Količina pojedinih vrsta je različna.

Sloj grmlja redovno je dosta slabo razvijen. To je tipična značajka ove fitocenoze.

Sloj prizemnog rašća vrlo je bujan. To je također jedna od osnovnih značajki ove fitocenoze. Prizemno rašće redovno pokriva gotovo čitavu površinu i doseže visinu i do 1 m. Zbog toga smo kod popisa vrsta ovamo uvrstili i manje grmove, kao što su kúpina, malina i likovci.

U čistim jasenovim grupama sloj prizemnog rašća osobito je bujan. Što ima u mješovitim grupama ili u temeljnoj bukovoj sastojini manje jasena, to je i sloj prizemnog rašća slabiji.

Veliki broj vrsta pripisuje se tu u prvom redu većem osvjetljenju prizemnog sloja, zbog rijetkih jasenovih krošanja, i dubljem, rahlijem, svježijem i humoznijem tlu udolica, zaravnaka i blažih padina, gdje obično dominira jasen. Međutim, većinu istog prizemnog rašća susrećemo – ali u razmjerno manjem broju – i u susjednim sastojinama bukve i jele, koje pokrivaju ili slična tla ili plića, manje humozna i suša tla hrbata i strmijih padina. Kamenu podlogu u jednom i drugom slučaju čine zeleni škrljenci. I u drugim bukovim šumama viših položaja susreće se većina spomenutog bilja. Prema tome istovrsno prizemno rašće indicira podjednake opće ekološke, a napose podjednake klimatske i geomorfološke odnose u sastojinama s jasenom i sastojinama bukve i jele. Veće prisustvo i bujniji rast pojedinih vrsta u sastojinama s jasenom dobar je indikator obilnijeg svijetla kao i bolje kvalitete tla.

U obilju vrsta, koje se nalaze u fitocenozi *Fraxineto-Aceretum*, teško je pronaći specifične indikatore. Tu će trebati duže proučavanje. Poteškoće su u tome, što su sastojine ili grupe s jasenom relativno malene, pa se specifične vrste gube među ostalim biljem. Tako biljke: *Lunaria rediviva*, *Senetio nemorensis* i dr., koje se u literaturi ističu kao karakteristične za ovu fitocenozu, ne možemo smatrati kao isključive indikatore, jer njih ima mnogo i inače u bukovim šumama viših položaja, dakle i tamo gdje uopće nema jasena. One indiciraju svježije, humoznije i nešto dublje tlo, duže zadržavanje snijega, veću zračnu vlagu, umjereno osvjetljenje i dr., bez obzira na jasen. Tako smo ih vidjeli na dosta mjesta u Zagrebačkoj gori, Ivančici, Macelj-gori i t. d. u bukovim šumama, gdje jasenu nije bilo ni traga.

U sastojinama i grupama s jasenom pojavljuje se veći broj biljaka, koje inače vidimo po plješinama, okrajcima šume ili na inače jače osvjetljenim mjestima. Takve su: *Rubus idaeus*, *Epilobium angustifolium*, *E. hirsutum*, *Melandryum rubrum*, *Eupatorium cannabinum* i dr.

SUMSKO-UZGOJNA OBILJEŽJA JASENA NA MEDVEDNICI

Na vrhu Medvednice sastojine su uglavnom mješovite. Složene su uglavnom od bukve, jele, jasena, gorskog javora i planinskog brijesta. Manje je u njima zastupan mliječ, a posve malo grab i hrast kitnjak. Temeljna je vrsta bukva, koja na pojedinim mjestima (hrptovima) čini i čiste sastojine. I jela – poput jasena – čini ovdje ondje čiste manje sastojine ili grupe. Ostale su vrste primiješane uglavnom pojedinačno. Na bilu između Puntijarke i bivših Prekratićevih kuća postoji, međutim, oveća površina, gdje je u mješovitoj sastojini bukva tek malo zastupana, a dominiraju: jela, jasen, planinski brijest i gorski javor.

Pri našim opažanjima naišli smo često na sastojine, gdje je bilo mnogo naravnog jasenovog podmlatka. Uglavnom su to osvjetljenija mjesta u blagim uvalama s humoznim, dosta dubokim i svježim tlom. Prema tome o očuvanju jasena na Medvednici nije potrebno voditi posebnu brigu, a napose ne na mjestima, gdje se jasen javlja u manjim sastojinama ili većim grupama. Gdje se želi oko malih grupa ili pojedinih jasenovih stabala pospješiti njegovo naravno podmlađivanje, lako će se to provesti privođenjem više svijetla.

Jasenov podmladak izdrži nekoliko godina u umjerenoj zasjeni. Dođe li do obilnijeg svijetla, brzo poraste. Inače zakržlja i uginе. Značajno je, da su gotovo sve biljke pri dnu stabljike ili u gornjem dijelu glavne žile jače savinute, i to uvijek niz padinu. Ta se pojava primjećuje istom onda, kad biljku hoćemo iščupati, a inače uglavnom ne. Uzrok su tome savijanju debele sniježne naslage. Kod odraslijih stabalaca krivina se gubi i ne smeta pri formiranju pravilnog debla.

Jasen u mladosti brzo raste. Na otvorenijim mjestima odraste za nekoliko godina iznad zone opasnih kasnih mrazova. Prirast mu je intenzivan sve do ca 40.–50. godine, a onda se sve više usporuje.

Jasen počinje radati već oko 15. god. i rada obilno svake 2.–3. godine. Za sušnih godina plod otpadne prije nego dozrije. Ta je pojava u zadnje doba dosta česta.

Pošumljivanje sadnjom biljki dobro uspijeva. Bolje je rabiti nešto krupnije sadnice, jer slabije sadnice zađuši korov. Nasade treba čistiti od ive i trepetljike, koje se na takvim mjestima obično brzo nasele i naglo rastu. Veliku smetnju u razvoju posađenih biljaka, a također i prirodnog podmlatka na čistinama, zadaje trava *milava* (*Calamagrostis epigeios*). Ona brzo raste i gustim busenastim žiljem posve zatvara čitavu površinu, te znatno crpe vlagu iz tla. Izraste i do 1 m visoko, te zbog toga znatno zasjenjuje i guši jasenove biljke. Mjestimično čine veće smetnje i *kiprovina* (*Epilobium angustifolium*, *E. hirsutum*), *kupina* (*Rubus fruticosus*), *malina* (*Rubus idaeus*) i dr.

Čiste jasenove grupe i grupice formiraju se od prirode na mjestima, gdje ima mnogo vlage u tlu i gdje dopire dovoljno svjetla. One propuštaju mnogo svjetla do tla, te im je sloj prizemnog rašća bujniji nego u ijednoj planinskoj šumskoj zajednici. Konkurencijska sposobnost bukve i jele je slaba. U mladom naraštaju se osim jasena redovno pojavljuje u većoj mjeri planinski brijest i gorski javor, a ponešto i mliječ.

Odnos između jasena i bukve. Bukva raste na Medvednici od njena podnožja (lokalno već na visini od 160 m) do vrha (1.035 m), a jasen uglavnom samo na njenim najvišim položajima. Veću količinu jasena u temeljnoj bukvoj šumi, odnosno u ovom slučaju miješanje jedne izrazito heliofilne i jedne skiofilne vrste, kao i održanje heliofilne vrste, možemo rastumačiti u prvom redu brzim rastenjem jasena u mladosti, a onda stanjem tih šuma između 1860.–1908. god. Iz opisa tih šuma u Gospodarskoj osnovi iz 1908. god. razabire se, da je to stanje bilo veoma loše. Gospodarilo se bez stručnjaka, pa 1908. god. – kako sastavljač osnove kaže – »nije bilo moguće utvrditi, u kojem se uzgojnom obliku nalaze ove šume«. U tako lošim sastojinskim prilikama dopiralo je do tla dovoljno svjetla, te se i jasen mogao tu naploditi i dobro uspijevati. Osim toga poznata je činjenica, da jasen za prvih nekoliko godina podnosi priličan stepen zasje. Na vrhu Medvednice tlo je pogodno za uspijevanje obiju tih vrsta.

Početak listanja bukve na Sljemenu nešto je raniji nego kod jasena. U proljeće 1948. god. listala je bukva zadnjih dana mjeseca aprila i na početku maja, a jasen prvih dana mjeseca maja. Godine 1949. prolistao je jasen na visini od ca 1000 m tek na koncu maja, jer je na početku maja ondje zapao snijeg. I bukva je te godine prolistala veoma kasno, no svakako nešto ranije nego jasen (podmladak prolistava nešto ranije nego stabla). Prema tome jasenu treba za prolistavanje nešto veća zračna toplina nego bukvi. Zbog nešto kasnijeg listanja, a i zbog brzoga rasta u prvoj mladosti, jasen je od prirode bolje zaštićen od mrazova nego bukva, koja ranije lista i polaganije raste. Međutim, bukva je uzgojno mnogo jača zbog toga, što izdrži pod daleko većom zasjenom nego jasen, a održi se i uz manju vlagu u tlu i zraku, kao i na lošijem tlu. Napominje se, da je tlo u čistim bukovim sastojinama, koje se nalaze u blizini čistih jasenovih grupa, vrlo kiselo. Na vlažnijim dobro osvjetljenim mjestima s debljim, vlažnijim i humoznijim tlom *vitalnost jasena vrlo je velika. Na takvim je* tlima ekspanziona snaga bukve malena.

✓ Kod uzgoja jasena i bukve dolaze u obzir poznata iskustva, koja se odnose na jednu izrazito heliofilnu i jednu skiofilnu vrstu. Kombinacija tih vrsta, gdje one od prirode uspijevaju, vrlo je dobra i s obzirom na produkcionu snagu tla i s obzirom na uzgoj tehnički vrijedne jasenovine.

Odnos između jasena i jele. Jela uspijeva na Medvednici uglavnom po najvišim položajima. Ima je, međutim, na južnim padinama do ca 400 m (na stazi Markuševac–bivša Rauchova lugarnica), a na sjevernim padinama do ca 250 m (u potocima Vidak, Zapadna Bistra i Istočna Bistra). Na sjevernim padinama ima jele daleko više nego na južnim padinama. Već je naprijed navedeno, da jasena u pojedinim primjercima ima u uvalama na južnim padinama do ca 650 m, a na sjevernim padinama do 400 m. Prema tome se na Medvednici areal jasena nalazi u arealu jele. Donja je granica jasenova areala relativno za kojih 150–250 m viša od donje granice prirodnog areala jele.

O uzgojnim momentima u odnosu između jasena i jele vrijedi uglavnom isto, što je s obzirom na to već navedeno za odnos između bukve i jasena. Međutim, veća zasjena u jelovim sastojinama i grupama (nego u bukovim) razlog je, što se jasen daleko manje miješa s jelom nego s bukvom, pa se uglavnom, jedva i nade u čistim jelovim sastojinama.

Pri uzgoju jasena i jele vrijede poznata pravila za uzgajanje jedne heliofilne i jedne izrazito skiofilne vrste. Jeli više odgovaraju svježja i humoznija tla, bez obzira na stepen kiselosti. Za nju su manje podesna vlažna tla (7). Zbog toga je ona u vlažnim uvacama manje ekspanzione snage (11).

Odnos između jasena i gorskog javora, planinskog brijesta i mliječa. U cijelom prirodnom arealu jasena na Medvednici nalaze se osim jasena spomenute tri vrste drveća, i to redovno u veoma lijepim primjercima i s obzirom na uzrast i s obzirom na oblik debla. Pred jasenom imaju te tri vrste uzgojnu prednost u tom, što nešto bolje podnose zasjenjivanje (poluskiofiti) i što su otpornije prema mrazu. S obzirom na plodnost tla one se odnose slično kao i jasen, ali se zadovoljavaju s manje vlage u tlu i zraku. To se prosuđuje i po tome, što je donja granica njihove rasprostranjenosti ispod donje granice rasprostranjenosti jasena. Gornja granica svih tih vrsta daleko je viša od najveće visine Medvednice.

Gorski javor ima gornju granicu znatno višu nego obični jasen. U Erz-gorju iznosi ta granica 700, u Harz-gorju 830, u Sudetima 1.200, u Bavorskim Alpama 1.510, u Istočnim Švajcarskim Alpama 1.700, u Wallisu 1.980, u Centralnim Karpatima i do 1.560 m. Značajna je njegova upadljivo visoka gornja granica, a razmjerno malo širenje prema sjeveru. To se pripisuje većoj osjetljivosti prema mrazovima (7).

Mliječ ima nižu granicu nego gorski javor (u Harz-gorju na 700, Bavorskim Alpama na 1.205, u Južnim Karpatima na 1.200 m), ali je dalje proširen na sjever. To se pripisuje većoj njegovoj otpornosti prema mrazovima (7).

Planinski brijest ima gornju granicu tek nešto više nego obični jasen. Areal prema sjeveru seže mu do sredine Skandinavskog poluotoka.

I gorskog javora i mliječa i planinskog brijesta ima često u planinskim šumama, u dosta širokom pojasu, ali redovno u pojedinačnoj primjesi. Na svježim, odnosno vlažnim i humoznijim tlima rastu oni u većem opsegu zajedno s jasenom. Na takvim terenima ekspanziona snaga bukve, a također i jele, znatno je oslabljena, tako da tu spomenute 4 listače dolaze do prevlasti.

Na takvim lokalitetima potrebno je forsirati sve spomenute listače. Pritom treba imati na umu, da je jasen izrazito heliofit, a ostale vrste (osim bukve) da su poluskiofiti.

Odnos između 'jasena' i kitnjaka. Hrast kitnjak raste ponajviše po hrptovima i sušim sunčanim padinama, a ima ga mjestimično sve do glavnog hrpta Medvednice. Njegov areal tek nešto zalazi u područje jasena. U arealu jasena ima razmjerno malo kitnjaka. S obzirom na ekološke odnose te se vrste prilično razilaze, te njihov zajednički uzgoj nema praktičnog značenja.

Odnos između jasena i pitomog kestena. Zanimljiv je odnos između područja rasprostranjenosti jasena i kestena na Medvednici. Može se kazati, da se gornja granica kestenova areala na Medvednici uglavnom podudara s donjom granicom jasenova areala. To ne vrijedi za pojedine primjerke nego za prosječne granice glavnog njihova širenja. Gornja granica kestenova areala nalazi se, naime, po hrptovima na južnim padinama Medvednice na visini oko 800 m, a donja granica jasenova areala po hrptovima nalazi se isto tako u blizini te visine (1). U stvari na više mjesta nalaze se pojedini primjerci kestena u arealu jasena. Tako je to kod bivšeg Đačkog doma, na Puntijarki, u području Zapadne Bistre i Pronjaka, na Liščici i t. d. Tu je, međutim, kesten posve slabog vitaliteta, a prema tome i bez većeg praktičnog značenja.

Od interesa je i ovdje spomenuti, da se na brežuljku Brckovljani (kod Dugog sela), dakle na podnožju Zagrebačke gore, susreće pitomi kesten i dolinski obični jasen. Tu se radi o donjoj granici pitomog kestena i gornjoj granici dolinskog jasena (1).

I s obzirom na ekološke odnose kesten i jasen prilično su raznoliki, te njihov zajednički uzgoj nema većeg praktičnog značenja.

Obični jasen predstavlja u šumsko-gospodarskom smislu vrlo vrijedno drvo. Ma da je on na Medvednici dosta izvrgnut rašljanju i drugom oštećivanju, ipak producira dosta tehnički vrijednog drva. Pritom je od važnosti okolnost, što su mu debla ili bar njihovi dijelovi ravni, dugački i čisti od grana.

I u *estetskom smislu* zaslužuje jasen na Medvednici naročitu pažnju. Svojom prilično svijetlom, glatkom i tankom korom, vitkim deblom, te visokom prozirnom krošnjom djeluje vrlo dekorativno. S obzirom na to on znatno uljepšava visove Medvednice, a napose njen centralni hrbat, gdje je i frekvencija izletnika vrlo velika. Za tu svrhu dobro dolaze i razni bizarni oblici tamošnjeg jasenja, nastali jednostrukim ili višestrukim rašljanjem i dr.

ZAKLJUČCI

Obični jasen zaprema u Zagrebačkoj gori (Medvednici) najviše položaje, uglavnom između 800–1.035 m. Ondje on ima svoju samo donju granicu. Na južnoj strani nalazi se donja granica u uvalama na visini od 650 m, a po hrptovima od 850 m; na sjevernoj strani u uvalama na visini od 400 m, a po hrptovima od 700 m.

Areál jaseana nalazi se na Medvednici u bukovoj i jelovoj šumi. Njegova nalazišta zavise prvenstveno od lokalnih klimatskih i geomorfoloških prilika. Raste obilnije u predjelima s velikom zračnom vlagom i na osvjetljenijim mjestima. Nalazi se u blagim uvalama, dražicama i po zaravancima, gdje se zimi nagomila mnogo snijega i gdje je inače tlo svježije, humozno i nešto deblje. Podlogu ondje čine zeleni škriljevci.

Veća količina jaseana na južnoj strani zavisi od specijalnih reljefnih prilika, kao i od lošega ranijeg gospodarenja u tamošnjoj temeljnoj bukovoj i jelovoj šumi. Naglije sječe na Medvednici pogodovale su širenju jaseana. Prekidanjem sklopa, naglijim uklanjanjem starih jela i bukava, požarom, kao i krčenjem šume radi stvaranja travnjaka, te prosijecanjem ili proširivanjem prosjeka jasen je u toku zadnjeg polustoljeća ondje znatno proširen. Radi toga čini on na pogodnim mjestima oveće grupe ili manje sastojine, što se inače nigdje drugdje u našim planinskim šumama ne vidi.

Na Medvednici jasen je autohtono drvo. Raste zajedno s gorskim javorom, planinskim brijestom i javorom mliječom, te bukvom i jelom, kao što je to i u ostalim našim, a i drugim južnoevropskim i srednjoevropskim planinama. Struktura jedne jase nove sastojine prikazana je u tabeli br. I., a sastav fitocenoze *Fraxineto-Aceretum* u tabeli br. II.

S obzirom na veliku ekonomsku važnost, kao i s obzirom na znatne estetske kvalitete jaseana, preporučuje se njegovo održavanje na Medvednici, ma da mu je rašljanje stabala česta pojava.

LITERATURA

1. Anić M., Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori, Glasnik za šumske pokuse br. 6, Zagreb 1940., str. 112, 176 i 253.
2. Eltinger J., Budućnost šuma Zagrebačke gore, Šumarski list, 1886., str. 74.
3. Fekete u. Blattny, Die Verbreitung der Bäume und Sträucher, I u. II, Selmechanya 1914.
4. Horvat I., Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse br. 6, Zagreb-1938., str. 186.
5. Kišpatić M., Zagrebačka gora, Spomenica Hrvatskog planinarskog društva, Zagreb 1884.
6. Klika J., Rostlinná sociologije, Praha 1948., str. 321.
7. Rubner K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus, Neudamm 1934.

8. *Schlösser J. et Uukotinović Lj.*, Flora croatica, Zagrabiae 1869., str. 612.
9. *Škreb S. i suradnici*, Klima, Zemljopis Hrvatske, I. dio, Zagreb 1942., str. 148-283.
10. *Vincent G.*, Rychle rostoúci dřeviny v lesích Strědní Evropy, Banská Štiavnica 1946., str. 17 i 37.
11. *Zlátník A.*, Entwicklung und Zusammensetzung der Naturwälder in Podkarpatska Rus und ihre Beziehung zum Standort, Brno 1935., str. 171-194.
12. *Tschermak L.*, Die natürliche Verbreitung der Lärche in den Ostalpen, Wien 1935.
13. *Škorić U.*, Jasenov rak i njegov uzročnik, Glasnik za šumske pokuse br. 6, Zagreb 1938., str. 66.
14. *Fukarek P.*, Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl), njegove osobine, rasprostranjenje i šumarsko značenje, Zagreb-Sarajevo, 1951. (Disertacija u rukopisu).

CONCLUSIONS

Dans la Montagne de Zagreb, c'est-à-dire sur la Medvednica, le frêne commun habite les positions le plus élevées. C'est d'ordinaire l'altitude de 800 à 1035 mètres où l'on rencontre. Il n'a ici que sa limite inférieure. A côté du midi, l'altitude de cette limite est de 650 m (dans les vallées) et de 850 m (sur les croupes); à côté du nord la limite est de 400 m dans les vallées et de 750 m sur les croupes.

L'aréal du frêne est, là, dedans la forêt du hêtre et du sapin. Ses habitats sont conditionnés par les circonstances climatiques et géomorphologiques.

Il croit assez abondamment dans la région d'une grande humidité d'air comme aussi dans les endroits plus éclairés. Son vrai habitat dans lesdites parées est dans le fond des douces vallées aussi bien que sur des plateaux où il y a, en hiver, beaucoup de neige et où le sol est autrement frais, humide et un peu plus profond. La base du sol font ici les vertes ardoises.

La participation plus nombreuse du frêne sur le côté du sud est conditionnée par des circonstances du relief aussi bien que par l'ancienne mauvaise économisation de la forêt principale de hêtre et de sapin. Surtout les fortes coupes de Medvednica hont favorisé l'élargissement du frêne.

Par l'interruption de la fermeture, par le fréquent enlèvement de vieux arbres de hêtre et de sapin, par des incendies, par le défrichement à fin d'installation d'une économie d'herbage, par l'installation des lignes ou par leurs élargissement etc, le frêne y est pendant le dernier demisiècle propagé dans une mesure tout signifiante. C'est à cela qu'on doit être redevable du fait que le frêne y forme des petits peuplements, un fait que l'on ne rencontre autrement dans nos forêts de montagne.

Sur la Medvednicá le frêne est une essence autochtone. Il croit ensemble avec l'érable (*Acer pseudoplatanus* et *A. platanoides*), l'orme (*Ulmus montana*), le hêtre et le sapin ce qui se passe aussi en d'autres de nos montagnes. La structure du peuplement de frêne est esquissée dans le tableau I. La composition phytocénologique est donnée dans le tableau II.

Eu égard à sa grande importance économique comme aussi à ses qualités esthétiques, il est à propos de le soutenir sur la Medvednica, quoique sa ramification ne peut nullement être déclarée comme une rareté.

Prof. dr. ŽELJKO KOVAČEVIĆ

**PROUČAVANJE EKOLOGIJE SMREKOVA
PISARA (IPS TYPOGRAPHUS L.) I POKUSI
SUZBIJANJA KEMIJSKIM SREDSTVIMA**

**ÖKOLOGIE DES BUCHDRUCKERS
(IPS TYPOGRAPHUS L.) UND VERSÜCHE
SEINER BEKÄMPFUNG MIT CHEMISCHEN MITTELN**

SADRŽAJ

Uvod

Metodika rada

Pojavljivanje potkornjaka i utjecaj vanjskih faktora

Prirodni neprijatelji smrekova pisara

Brzina razvoja i broj generacija

Lovna stabla i suzbijanje potkornjaka

Pokusno suzbijanje smrekova pisara kemijskim sredstvima

Zaključak

Literatura

Zusammenfassung

UVOD

Smrekov pisar je svakako jedan od najpoznatijih potkornjaka crnogoričnog drveća. On je najštetniji potkornjak, pa ćemo u šumarskoj i entomološkoj literaturi o njemu naći velik broj manjih i većih članaka i rasprava, u kojima je obrađen njegov način života, štetnost i mjere suzbijanja. Kalamiteti u smrekovim sastojinama česta su pojava, kod koje stradaju desetine hiljada smrekovih stabala, koja predstavljaju drvenu masu od stotine, a katkada i od nekoliko milijuna kubnih metara drva. U posljednje su vrijeme izvještaji o sušenju smrekovih stabala naročito česti, iz mnogih zemalja Evrope, na pr. iz Švajcarske, Njemačke, Austrije, Čehoslovačke i dr. Od toga u posljednje vrijeme nije bila pošteđena ni naša država, gdje je došlo do naročitih šteta u NR Bosni i Hercegovini. Tu su bile najveće štete 1946., kad se zbog ratnog

pustošenja, suše i šumskih požara, čemu su se priključili potkornjaci, posušilo oko 3,5 milijuna kubnih metara drvene mase. U glavnom je stradala smreka, koju su u vrlo velikoj mjeri napali smrekov pisar (*Ips typographus* L.) i mali smrekov potkornjak (*Pityogenes chalcographus* L.).

Iako je pojava sušenja crnogoričnog drveća česta i poznata, kao što su obično poznati primarni i sekundarni uzroci sušenja, ipak me je stvar zainteresirala zbog samih potkornjaka i zbog više stručnih i praktičnih razloga. Evo nekoliko tih razloga:

1. U pitanju broja generacija smrekova pisara mišljenja su evropskih entomoloških stručnjaka podijeljena. Kod nas to pitanje nije dosad pobliže istraženo.
2. Opis načina života i kretanja smrekova pisara kod nas temelji se više na podacima iz strane literature, nego na našem iskustvu. Kod nas se dosada više radilo na upoznavanju vrsta potkornjaka nego na njihovoj ekologiji.
3. Kad dođe do masovne pojave potkornjaka, onda se nameće pitanje njihova suzbijanja, ali se dosada vrlo malo radilo općenito na proučavanju njihova pojavljivanja, kad je u šumama u tom pogledu normalno stanje ili kad je došlo do gradacije potkornjaka.
4. Lovna se stabla obično postavljaju samo u godinama masovne pojave potkornjaka radi njihova mehaničkog suzbijanja, a ne postavljaju se svake godine radi kontrole i preventivnog suzbijanja.
5. Otkoravanje lovnih stabala obično se ne vrši u pravo vrijeme, nego vrlo često tek onda, kad se pod korom nalaze već razvijeni mladi potkornjaci.
6. Postavljanje lovnih stabala od давнине je, doduše, poznat i uobičajen profilaktičan i mehanički način suzbijanja, ali se pri tome malo vodi računa, kada i kako se postavljaju lovna stabla, i kada ih treba otkoravati, da bismo od toga imali koristi.
7. Dosadašnja opažanja i istraživanja pokazala su, da ćemo primjenom lovnih stabala vrlo teško spriječiti širenje potkornjaka, ako se pritom ne poslužimo i kemijskim sredstvima.

U ovoj ću radnji iznijeti podatke, do kojih sam došao proučavanjem smrekova pisara s obzirom na brzinu njegova razvoja, odnosno broj generacija i, na primjenu lovnih stabala uz upotrebu nekih kemijskih sredstava. O ostalim potkornjacima, koji se javljaju na smreki, ne će biti govora, jedino ću se kod primjene kemijskih sredstava mjestimice osvrnuti na maloga smrekova potkornjaka. Ova je radnja samo jedan prilog poznavanju ekologije naših najvažnijih potkornjaka i njihova suzbijanja. Ona ima karakter eksperimentalnog rada, jer se odnosi uglavnom na istraživanja i pokuse na jednom šumskom objektu i u laboratoriju.

U njoj se ne iznose podaci za čitavo područje NR Hrvatske, odnosno FNR Jugoslavije osim nekih manjih bilježaka, nego samo za bližu okolicu Zagreba, t. j. za podnožje Samoborske gore.

Na kraju ovog uvoda dužnost mi je istaknuti suradnju između Zavoda za entomologiju i Zavoda za zaštitu šuma na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu s Institutom za gozdarstvo LR Slovenije, koja je omogućila ne samo intenzivan rad na istraživanjima u okolini Samobora i u laboratoriju, već i prikupljanje nekih podataka s područja LR Slovenije. Spomenuti Institut je za naš Zavod 1948. izradio od Ministarstva šumarstva u Ljubljani novčanu pomoć, a osim toga je sve tri godine stavljao prema potrebi na raspolaganje svoje stručno osoblje. Rad zavoda na tim istraživanjima potpomoglo je u sve tri godine svojim kreditima i Ministarstvo šumarstva NR Hrvatske, koje je omogućilo vršenje istraživanja na terenu i izvođenje pokusa. Na ovom mjestu posebno ističem susretljivost kotarskog šumara u Samoboru ing. A. WEILLERA, koji je preko Povjereništva za poljoprivredu i šumarstvo KNO omogućio vršenje pokusa na terenu u Samoboru.

Na kraju mi je dužnost da naročito zahvalim predstojniku Zavoda za zaštitu šuma sveuč. docentu dru. Z. VAJDI za obilnu stručnu suradnju. Isto tako izričem ovom prilikom hvalu svojim suradnicima: asistentu ing. M. ANDROIĆU, asistentici ing. L. SCHMIDTOVOJ, ing. I. SPAIĆU, ing. D. STRUKANU, ing. F. URLEBU i V. LATALU.

METODIKA RADA

Glavni zadatak istraživanja bio je, da se kod smrekova pisara utvrdi broj generacija, dužina razvoja, da se ispita vrijednost uobičajene metode postavljanja lovniha stabala i primjena različitih kemijskih sredstava. Za to je bio potreban prikladan šumski objekt, u kojem bi se vršila opažanja i pokusi, a iz kojega bi se neprestano mogao dobivati svjež materijal potkornjaka za eksperimente u laboratoriju.

Budući da se opažanja kod ovakvih istraživanja moraju i na terenu i u laboratoriju vršiti neprestano t. j. svakog dana ili bar u kratkim razmacima, bio nam je potreban objekt u blizini Zagreba. Međutim, u blizini Zagreba nema većih smrekovih sastojina osim većih i manjih skupina smreke na istočnim obroncima Samoborske gore u neposrednoj blizini Samobora, t. j. u Anindolu na visini od 200–260 m, na Stražniku na visini od 300 m i u parku Šmithenova kupališta na visini od 160 m. Do sušenja je u najvećoj mjeri došlo 1947. u Anindolu i u kupališnom parku. U Anindolu se pojedine skupine smreke nalaze između bukve, a na višim položajima između pitomog kestena, pa nekih drugih vrsta drveća, kao javora, breze, ariša, limbe i dr. U kupališnom parku preteže smreka, a drugo je drveće tek pojedinačno (grab, breza, ariš).

Smreka je posađena u skupovima od pedeset do nekoliko stotina stabala, a na tom čitavom terenu ima i pojedinačnih stabala smreke. Stabla pretežno imaju 50–70 godina. Prsni promjer starijih stabala kreće se između 30 i 40 cm. Visina je tih stabala 18–30 m, a prosječno 20–25 m. Ukoliko smreka na takvim mjestima, osobito u parkovima, ne strada u mladosti, ona vrlo često, upravo najčešće, strada u dobi od 60–80 godina. Dosta su rijetke smreke, koje u manjim skupinama i u parkovima dožive veću starost. Osim drugih faktora t. j. nepovoljnih klimatskih prilika i smrekove uši šiškarice (*Chermes viridis* Rtzb.), redovno su potkornjaci razlog, da ta stabla stradaju.

S istraživanjima smo započeli oko polovice lipnja 1948. i vršili ih neprestano, te ćemo ih i dalje nastaviti u proširenom obliku. U Samoboru se istraživanja vrše uglavnom na lovnim stablima i uzgojem potkornjaka u fotoeklektorima, a u laboratoriju na trupčićima u staklenim cilindrima.

Budući da je dobro poznato, da se smrekov pišar kao kornjaš, koji će stvoriti prvu generaciju, javlja pretežno u drugoj polovici travnja, i da se to zbiva u čitavoj Evropi, jednako već prema geografskoj širini, od polovice travnja pa do kraja svibnja, nije nas u prvi mah ta stvar mnogo zanimala. Od većeg je interesa za naša istraživanja bila pojava II. generacije i utjecaj kemijskih sredstava. Stoga je glavno težište bilo na postavljanju lovnih stabala od polovice lipnja do polovice kolovoza. Tim je istraživanjima trebalo utvrditi brzinu razvoja II. generacije, mjesto zadržavanja kornjaša II. generacije, eventualnu pojavu III. generacije, a isto ispitati način, na koji bismo pomoću lovnih stabala i primjene kemijskih sredstava najsigurnije mogli spriječiti širenje potkornjaka.

Drugi let smrekova pisara započinje redovno u prvoj polovici lipnja i traje sve do prve polovice kolovoza. Zbog toga smo od 15. lipnja do početka kolovoza tri godine redovno polagali svakih 14 dana po jedno lovno stablo, a 1950. smo postavili prvo lovno stablo i 29. ožujka, da bismo kontrolirali pojavu proljetnog leta pisara. Kontrolu o naletu i izletanju pisara neprestano je vršio kotarski lugar TOMAŠKOVIĆ, koji je o tom podnosio nedjeljne izvještaje. Od lipnja do rujna kontrola je pojačana, pa su se prikupljali dnevni izvještaji. U to su vrijeme, osim Tomaškovića, svaki dan ili u kratkim razmacima vršili opažanja i stručnjaci Zavoda. Da bi ta kontrola bila što točnija, svakih su se 14 dana donosili u laboratorij trupčići, dugački oko 30 cm. U laboratoriju su se na zdravim trupčićima vršile umjetne infekcije ubacivanjem 25–30 komada kornjaša-pisara u stakleni cilindar, u koji je metnut trupčić. Zaraženi su se trupčići kontrolirali, da se utvrdi stanje razvoja smrekova pisara. Taj smo način istraživanja proširili 1949. postavljanjem trupaca dugačkih 180–190 cm u fotoeklektore odnosno entomološke sanduke (ŠLANDER 39), koje smo držali u

laboratoriju. Godine 1950. za istu je svrhu 10 takvih sanduka postavljeno u Anindolu u Samoboru, u samoj prirodi. Na taj su način pruženi povoljniji i prirodni uvjeti za razvoj potkornjaka.

U vrijeme, kad su potkornjaci počeli izlijetati, u lipnju, srpnju i kolovozu, načinili smo pokus za njihovo umjetno prelaženje. U lipnju izlijeću potkornjaci, koji stvaraju II. generaciju, pa smo u to vrijeme trupac zaražena lovnog stabla stavili u sanduk i pokraj njega nezaražen trupac. Uskoro je nastao prijelaz potkornjaka sa zaraženog u nezaraženi trupac. Čim smo primjetili pojavu kornjaša II. generacije, izvadili smo iz sanduka trupac I. generacije, t. j. onaj iz lipnja, i postavili nov, svjež trupac za prijelaz potkornjaka II. i eventualno stvaranje III. generacije. Taj način uzgoja potkornjaka dao je vrlo dobre rezultate, pa smo tako utvrdili pojavu III. generacije kao i dopunsko žderanje kornjaša III. generacije, od koje bi se u vrlo povoljnim klimatskim prilikama još do zime eventualno mogla razviti i IV. generacija. Isti je taj pokus izvršen i u laboratoriju, samo s tom razlikom, da je prijelaz potkornjaka tu izvršen umjetno.

Da bismo utvrdili djelotvornost pojedinih kemijskih sredstava, tretirali smo na terenu lovna stabla, odnosno 4 m dugačke trupce zaražene i nezaražene, različitim sredstvima, o kojima ćemo govoriti kasnije. Isti takvi pokusi izvršeni su i u laboratoriju na malim trupčićima. Trebalo je utvrditi, da li sredstvo uništava potkornjake, koji se nalaze pod korom, i da li sprečava ulaz potkornjacima u lovno stablo, ako je ono tretirano stanovitim sredstvom. Pored toga izvršili smo čitav niz pokusa tretiranjem potkornjaka pri otkoravanju trupaca.

Kod postavljanja lovnih stabala nismo ostavljali čitavo stablo, već smo ga raspilili na trupce dugačke 2, 4 i 8 m, da bismo na taj način ubrzali sušenje trupaca i ujedno utvrdili na koje trupce, prema dužini i vremenu rušenja, pisar najradije nalijeće. Trupci su se obično postavljali na niska postolja, da ne bi ležali na samoj zemlji, a ujedno na osvijetljena mjesta, ali tako, da nisu bili potpuno izloženi suncu. Dok je do naleta prvih kornjaša dolazilo redovno u doba njihova pojavljivanja, t. j. u drugoj polovici travnja, kod postavljanja lovnih stabala u lipnju i srpnju do naleta je redovno dolazilo drugi dan poslije rušenja lovnog stabla. Utvrđene su razlike u pogledu dužine trupaca i partije, kojoj je trupac pripadao, t. j. je li pripadao donjem dijelu stabla iznad glave korijena, sredini ili vršku. Isto su tako utvrđene izvjesne razlike između napada na lovno stablo u proljeću i ljetu, odnosno u kolovozu i rujnu.

Radi kontrole izvršen je pregled lovnih stabala i na drugim mjestima, gdje ona nisu raspiljena na manje trupce. Na pojedinim mjestima, gdje je bilo bolesnih i polusuhih stabala, ona su oborena i otkorana, da se i na njima utvrdi primarno mjesto naleta potkornjaka i stadij razvoja u različito doba godine. Da bi se utvrdio

stadij razvoja II. i eventualno razvoj III. generacije, izvršen je u kolovozu i rujnu pregled šumskih predjela u okolici Delnica, Idrije, Krapine, na Pohorju, na podnožju Krndije kod Našica i Kutjeva. Time je zasad dobivena približna slika o brzini razvoja i broju generacija na području Hrvatske i djelomično Slovenije.

S obzirom na prezimljavanje izvršena su također neka istraživanja: U vezi s istraživanjima u Švajcarskoj i Njemačkoj trebalo je utvrditi, da li smrekov pisar prezimljuje u zemlji. Takva su istraživanja izvršena 1949. u šumi Dobrava kod Brežica. Na tom je mjestu pretražena zemlja naročito ispod lovnih stabala koja su preko zime ostavljena u šumi.

POJAVLJIVANJE POTKORNJAKA I UTJECAJ VANJSKIH FAKTORA

Već sam u uvodu spomenuo, koji su me razlozi naveli na proučavanje potkornjaka uopće, a napose smrekova pisara. Ovdje ću spomenuti još dva neposredna razloga.

Zbog kalamiteta, koje su izazvali potkornjaci u Bosni i Hercegovini 1946., bila je zatražena pomoć od Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, pa je Zavod za entomologiju 1946. i 1947. u vezi sa praksom u ljetnim mjesecima izaslao veći broj studenata šumarstva kao stručnu pomoć kod suzbijanja potkornjaka. U Sloveniji i u Srbiji bilo je također većih šteta od potkornjaka. U Hrvatskoj su štete bile samo mjestimične. To je bio jedan od glavnih razloga, što sam se počeo više zanimati za te šumske štetnike. Na proučavanje potkornjaka u vezi s izazivanjem kalamiteta i na proučavanje brzine razvoja i broja generacija naveo me je ovaj slučaj. S jednom sam se grupom studenata agronoma i šumara uputio na pregled šumskih predjela između Novih Dvora kod Zaprešića i Pušće. Znao sam, da tu ima sušaca smreke, koje je inače u tom šumskom predjelu bio malen broj, a zbog napada potkornjaka počela je propadati tako, da danas tu više nema smrekovih stabala. Taj je pregled izvršen 20. prosinca 1947. kod jutarnje temperature od -7° C i prosječne dnevne temperature od -3.3° C. Na jednoj smreci našli smo toga dana pod korom smrekova pisara u stadijima starog kornjaša, žutoga, nezreloga kornjaša, kukuljice i ličinke. Ta me je činjenica navela na zaključak, da se ovdje radi o III. generaciji, jer je napad bio vrlo intenzivan, a nije se radilo o nekim sestrinskim generacijama, nego o posve tipičnom normalnom napadu.

Ta su me dva razloga ponukala, da pristupim proučavanju brzine razvoja smrekova pisara i metode njegova suzbijanja, to više, što u stranoj literaturi nalazimo o broju generacija različite podatke. Svi se entomološki stručnjaci slažu u tome, da se smrekov

pisar javlja u proljeće, prema općim klimatskim prilikama i prilikama u toj godini, od polovice travnja do polovice svibnja. Ali o broju generacija i o stadiju, u kojem prezimljuje, podaci su različiti. CECCONI¹ kaže, da u Italiji smrekov pisar može prezimiti u stadiju ličinke kukuljice ili kornjaša II. generacije, a i u stadiju ličinke III. generacije. Francuski entomolog BARBEY² navodi, da pisar može imati na godinu jednu i po, dvije ili dvije i po generacije. Sovjetski stručnjak RIMSKI-KORSAKOV³ drži da II. generacija nema praktična značenja, iako do njezine pojave može doći, ali da smrekov pisar ima u sssr obično samo jednu generaciju. NÜSSLIN⁴ i ESCHERICH⁵ misle da u Njemačkoj obično dolazi do pojave II. generacije, ali kornjaši te generacije prezimljuju bez stvaranja III. generacije. BUTOVITSCH⁶ kaže, da taj potkornjak u povoljnim klimatskim prilikama može i u Švedskoj imati dvije generacije. SCHIMITSCHEK⁷ u svojim radovima o pojavljivanju potkornjaka u Austriji 1946.–1949. navodi, da smrekov pisar može u nizinama imati III. generaciju.

Ta podijeljena mišljenja entomoloških stručnjaka i utvrđenje pojave pisara u različitim stadijima razvoja u studenom i prosincu, kao i nepravilno njegovo pojavljivanje, kako s obzirom na godišnje doba, tako i s obzirom na šumske predjele, naveli su nas, da mu posvetimo naročitu pažnju. Prateći njegov drugi nalet sve do zime osobito je bilo potrebno točno utvrditi, koliko ima generacija, a s time u vezi i kada treba u toku ljeta postavljati lovna stabla.

Prije nego prijedemo na iznošenje podataka o brzini razvoja i broju generacija, osvrnut ćemo se ukratko na intenzitet pojavljivanja smrekova pisara i malog smrekova potkornjaka općenito na područje FNR Jugoslavije.

Te se dvije vrste potkornjaka pojavljuju svake godine, a njihov broj oscilira u vezi sa klimatskim prilikama pojedinih godina, ukoliko šumski nered i šumski požari ne uzrokuju njihovo jače pojavljivanje. Na smreci se svake godine javljaju pisar i mali potkornjak kao tipični i glavni štetnici. Pored njih možemo redovito naći kao sekundarne štetnike od manje važnosti: *Hylurgops palliatus* Gyll., *Dendroctonus micans* Kugel, *Polygraphus polygraphus* N., *Dryocoetes autographus* Rtz., *Pityophthorus micrographus* L. i *Crypturgus pusillus* Gyll. Na suhim i polusuhim smrekama dolaze uz potkornjake još i strizibube: *Tetropium castaneum* L. i *fuscum* Fab., *Rhagium bifasciatum* F. i *inquisitor* L., pa *Acanthocinus carinulatus* Gebl. Osim tih vrsta javljaju se još i neke druge vrste potkornjaka i strizibuba, pa i pojedine vrste krasnika, ali o njima ovdje ne ćemo govoriti, jer to nema veze s izlaganjima u ovoj radnji.

¹ Cecconi (4), str. 328. — ² Barbey (3), str. 63. — ³ Rimski-Korsakov (26), str. 267. — ⁴ Nüsslin (24), str. 327. — ⁵ Escherich (7), str. 579. — ⁶ Butovitsch (5), str. 1923. — ⁷ Schimitschek (29), str. 24.

Prema raspoloživim podacima do najjače je zaraze došlo g. 1945. do 1947. u Bosni, Sloveniji i Srbiji, a na području Hrvatske zaraza je bila znatno slabija i samo mjestimična. Pojava potkornjaka u Bosni naročito je zanimljiva, jer tu ima mnogo crnogoričnih šuma na prikladnom zemljištu, a uglavnom *prirodno razvijenih*, pa ipak i tu dolazi do golemih kalamiteta, kao što je bio i posljednji. Svakako su uzroci tih kalamiteta redovno šumski nered, šumski požari i nepovoljne klimatske prilike, naročito suša, a to je bio glavni razlog i posljednjem kalamitetu. Naročito velike neprilike nanose potkornjaci kod masovne pojave na onim terenima, gdje se suzbijanje nije moglo na vrijeme poduzeti. Možda ima u Bosni još koji izrazito prirodni faktor, koji utječe na gradaciju potkornjaka, pa bi nas točnija istraživanja vjerojatno upoznala s kojim manje poznatim momentom.

U Sloveniji također češće dolazi do masovne pojave potkornjaka, ali tu ima i velik broj crnogoričnih šuma, koje su umjetno podignute, pa i u nizinama često nalazimo velike komplekse smreke. Posljednjem kalamitetu u Sloveniji svakako je glavni uzrok šumski nered, izazvan ratnim pustošenjem, pa nepovoljne klimatske prilike, t. j. suša. Zarazi u Srbiji isti su razlozi. U Hrvatskoj, naprotiv, kalamiteti izazvani potkornjacima nisu uopće poznati, premda i tu postoje veliki kompleksi crnogoričnih šuma, naročito u Gorskom Kotaru i Lici. Šume tih krajeva po svom su sastavu slične onima u susjednoj Sloveniji i Bosni, s kojima i granice sa sjeverozapada i s istoka.

U Hrvatskoj u svim krajevima, gdje postoje crnogorične sastojine, dolazi samo do mjestimičnih zaraza. U Lici i Gorskom Kotaru možemo često naići na manje skupove i pojedinačna stabla smreke i jele, koja su se posušila od napada potkornjaka. Iako se u tim krajevima obično ne postavljaju lovna stabla i ne vrši suzbijanje, već se ide samo, kako kažu praktični šumari, za mrtvacima, ipak tu ne dolazi do katastrofalnih sušenja smreke i jele, kao na pr. u Bosni i Sloveniji.

Kad se uzme u obzir, da je u svim našim krajevima za rata, pa još i 1945./46. bilo u šumama kojekakva pustošenja i nepravilna krčenja, da su godine 1945.-1947. bile sušne, i da su šumski požari u ljetnim mjesecima na dnevnom redu, nameće se pitanje, zbog čega postoje u gradaciji potkornjaka takve razlike između Hrvatske s jedne strane, a Bosne, Slovenije i Srbije s druge strane.

Taj posve kratki prikaz o intenzitetu napada potkornjaka u pojedinim Republikama naše države iznio sam ovdje zato, da stručnjacima skrenem pažnju na tu činjenicu, koju bi svakako trebalo ispitati. Moje je mišljenje, da je u Gorskom Kotaru i Lici odnos između pojedinih prirodnih faktora tako pravilan, da tu vlada potpuna biocenotička ravnoteža. U spomenute tri Republike, naprotiv, neki faktori nepovoljni za šumu imaju veliko značenje za

gradaciju potkornjaka, pa se oni brzo rašire, čim dode do jačega šumskog nereda i nepovoljnih klimatskih prilika.

Dok u prirodnim crnogoričnim sastojinama na brdskim terenima postoje prilično velike razlike u gradaciji potkornjaka na smreci, dotle je u umjetnim sastojinama, naročito u onim u nizinama i parkovima, slika prilično jasna. U nizinskim sastojinama i parkovima vrlo su česti primarni štetnici na smreki *osa listarica* – *Nematulus abietinus* Christ. i *lisna uš šiškarića* – *Chermes viridis* Rtzb. Osa listarica bršćenjem iglica na vrhovima postepeno dovodi do sušenja vrhova i slabljenja stabla. Uz nju, a često i sama, dolazi i uš šiškarića, koja polagano smanjuje izbojnu snagu mladica i pomalo dovodi do njihova sušenja. Iako je ta pojava česta, ona se ne može uzeti kao pravilo, jer je značajno da smreke gotovo redovno stradaju u dobi od 60–80 godina. Po mojem mišljenju *potkornjake treba smatrati za glavne uzročnike propadanja smreke u nizinama i parkovima*, premda su prva dva štetnika primarna, a potkornjake uzimamo u prvom redu kao sekundarne štetnike. Do katastrofalnog napada potkornjaka u nizinskim sastojinama i parkovima dolazi kod smreka od 60–80 godina, bez obzira na to, je li ta sastojina prije toga stradala zbog nekih drugih uzroka. Čini se po svemu, da je smreka u tim godinama najosjetljivija prema potkornjacima, i to jednako prema pisaru kao i prema malom potkornjaku.

Drugi faktor, koji je odlučan za gradaciju potkornjaka na takvim terenima, jesu *klimatske prilike* i to temperatura, vlaga, položaj i vertikalna razvedenost. Klimatske prilike i dob smreke dolaze najjače do izražaja u nizinama i parkovima, a u brdima djeluju i biotički faktori i drugi preduvjeti, koji su povoljni za širenje potkornjaka.

Istraživanjima smo mogli utvrditi, da je na svim terenima dob smreke vrlo važna za širenje potkornjaka. Ne samo u nizinama i parkovima, nego i u brdima, kad vlada normalno stanje i nije došlo do kalamiteta, najviše stradaju starije smreke i, štoviše, one najbujnije, a mlade smreke, kako u brdima tako i u nizinama, ostaju često pošteđene, a starije stradaju.

Uobičajena tvrdnja, da su potkornjaci štetnici sekundarnog karaktera, nema prema našim opažanjima pravog temelja. Potkornjaci ne napadaju samo bolesna stabla, nego i potpuno zdrava, a fiziološki oslabljena stabla često ostaju pošteđena. *U crnogoričnim šumama dolazi do jakih zaraza jedino onda, kad u njima vlada šumski nered, a klimatske su prilike povoljne za razvoj i širenje potkornjaka.*

Točno utvrditi utjecaj vanjskih faktora na pojavu potkornjaka nije tako lako, jer iako su zaraze potkornjaka dobro poznate i njihov tok počiva na nekim prirodnim zakonitostima, istraživanja pokazuju, da su te zakonitosti pune nepravilnosti, kojima je uzroke katkad vrlo teško utvrditi. Kao što pojava potkornjaka i njihovo

širenje zavisi od šumskog nereda, tako zavisi i od klimatskih prilika. Ali na jednom terenu, a osobito ondje, gdje dolazi do mjestimičnih zaraza, osim makroklimе ima vrlo jak, štaviše najjači, utjecaj na pojavu potkornjaka i mikroklima. Zbog toga se događa, da u šumama unatoč izvjesnom šumskom neredu, na nekim mjestima dolazi do kalamiteta, a na drugima tek do nešto jače pojave potkornjaka. U nizinskim će smrekovim sastojinama, uz nepovoljne klimatske prilike i šumski nered, a kod odgovarajuće dobi smreke, sasvim sigurno doći do zaraze, ali u brdskim šumama nailazimo na velike nepravilnosti. To pokazuju i kalamiteti, koji se zbivaju u Bosni, i zaraze u Hrvatskoj. Ako više godina promatramo pojavu potkornjaka i razvoj zaraze u parkovima, pa u nizinskim i brdskim smrekovim sastojinama, naići ćemo često na nepravilnosti u napadaju potkornjaka na sama stabla, a isto tako u pojavi smrekova pisara i malog smrekova potkornjaka.

Imali smo prilike utvrditi, da na pojedinim mjestima ne stradaju uvijek fiziološki oslabljena stabla, na kojima se već primjećuje i sušenje, nego potkornjake često nalazimo na stablima, koja su naoko potpuno zdrava. Zbog te činjenice vrlo je teško na zelenim stablima ustanoviti prisutnost potkornjaka. Zarazu najlakše možemo utvrditi po sušenju grana. No u tom je slučaju potrebno izvršiti pregled stabala na onom mjestu, gdje se suše grane, jer su često napadnute partije stabla u krošnji ili gornja partija debla, a u donjim partijama ispod 8-10 m zaraze nema.

Poznato je, da mlada i tanja stabla, pa vršne dijelove smreke napada mali smrekov potkornjak, ali nisu rijetki ni slučajevi, da i starija stabla, ne samo u vršnim dijelovima nego i čitava debla, napadne samo mali potkornjak (Idrija), ili da smreku u tanjim dijelovima napadne samo pisar bez malog potkornjaka, ili da se mali smrekov potkornjak i smrekov pisar udruže i zajedno napadnu smreku od zemlje do vrha (Samobor, Razvanje).

Često se događa kod manjih zaraza da od potkornjaka stradaju rubna stabla, manje skupine i istaknuta stabla, koja su jače izvrgnuta klimatskim kolebanjima; nedostatku oborina i jačem sunčanom osvjetljavanju. Lokalne zaraze u unutrašnjosti šume u većim su sastojinama rijetke.

Iako u pojavljivanju potkornjaka nailazimo na različite nepravilnosti, ipak možemo kazati, da su za masovnu pojavu potkornjaka od presudnog značenja fiziografske prilike i šumski red.

Ako promatramo masovnu pojavu potkornjaka, do koje također dolazi periodički, kao i do masovne pojave gubara, ne možemo je s obzirom na utjecaj vanjskih faktora promatrati s istog stajališta kao masovnu pojavu gubara.

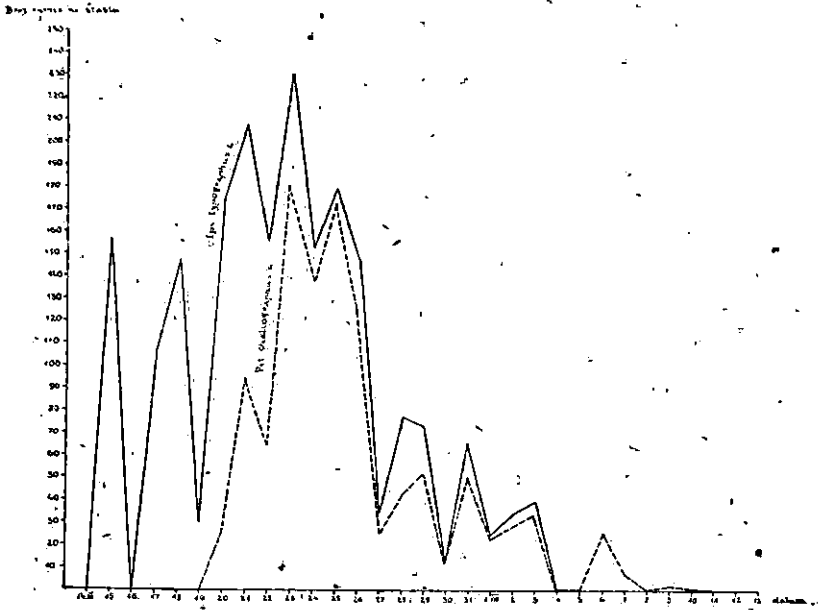
Gubar se masovno pojavljuje uz sudjelovanje velikog broja vanjskih faktora odnosno pomanjkanja prirodnih regulatora. Pored različitih faktora, koji su nam u vezi s periodičkim pojavljivanjem gubara poznati, postoje sigurno i takvi, koji nam nisu

dovoljno poznati, a možda su još važniji od onih poznatih. Kad se gubar u šumi nalazi u latenciji, onda je on vrlo rijedak, i na njegovu populaciju utječu faktori, na koje mi ne možemo utjecati. Na terenima, gdje neprestano dolazi do masovne pojave gubara, ne možemo lako stvoriti uvjete nepovoljne za njegov razvoj i razmnažanje, nego ga možemo samo neposredno suzbijati.

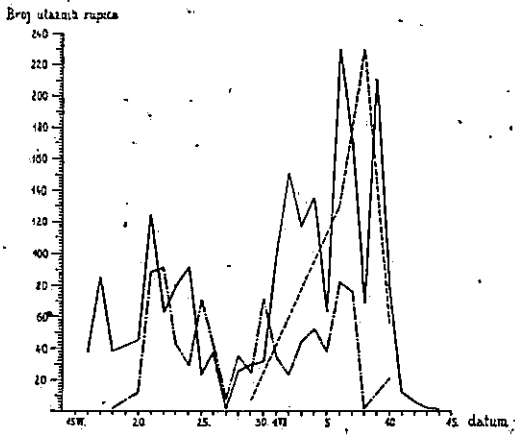
Sasvim je drugačije s potkornjacima. Na gradaciju gubara na pr. ne utječe zdravstveno stanje šuma, a zdravstveno je stanje crnogorične šume najvažniji faktor za gradaciju potkornjaka. Faktori, koji dovode do gradacije potkornjaka, osim nekih nepravilnosti, koje smo naprijed spomenuli, vrlo su nam dobro poznati. Provodeći šumski red, direktno utječemo na populaciju potkornjaka. *Šumski red odnosno nered glavni su regulatori gradacije potkornjaka.* U svim crnogoričnim sastojinama postoje neke vrste potkornjaka u određenom broju, koji znači normalno stanje, ali čim bilo koji od vanjskih faktora uvjetuje jače razmnažanje potkornjaka dolazi do gradacije. Gustoću populacije potkornjaka možemo sami regulirati i izazvati gradaciju, a na periodičko pojavljivanje gubara ne možemo utjecati. Već samo postavljanje lovnih stabala, koje treba da služi kao indikator za gustoću populacije, može ujedno biti najsigurnije sredstvo za širenje potkornjaka.

Poznata je činjenica, da su lovna stabla, ako ih na vrijeme ne otkorimo, žarišta za širenje potkornjaka. Međutim, ako u nekoj smrekovoj sastojini, u kojoj je došlo do progradacije potkornjaka, ne srušimo dovoljan broj lovnih stabala, može doći do jačeg širenja potkornjaka nego u onoj, gdje uopće nismo postavili lovna stabla. Vrlo je teško odrediti broj lovnih stabala za pojedine površine, jer je napad potkornjaka ovisan o mikroklimi, pa se stoga može dogoditi, da na nekim terenima budu jače napadnuta stojeća stabla, od oboreni lovnih stabala. Da se spriječi jače širenje potkornjaka, treba kod primjene lovnih stabala neprestano kontrolirati ne samo vrijeme naleta potkornjaka, nego i intenzitet naleta. Ako smo primijetili općenito jak nalet potkornjaka na lovna stabla, bit će potrebno da povećamo njihov broj i da tako spriječimo nalet potkornjaka na stojeća stabla.

Iz priloženih grafikona I i II i slike 4. i 5. jasno razabiremo intenzitet naleta potkornjaka na lovna stabla. Ako je nalet na lovno stablo vrlo jak onda se redaju matični hodnici jedan kraj drugoga, a larvalni se gotovo isprepleću (*sl. 4.*). U drvu, gdje je nalet bio slab, ženke prave dugačak matični hodnik i odlažu velik broj jaja (dviije ženke odlažu 150-160 jaja). U prvom slučaju, ako nema prostora za pravljenje matičnog hodnika, potkornjaci napuštaju lovno stablo i prelaze na drugo, a ako ga nema, preći će na stojeće stablo. Grafikon I prikazuje dužinu i intenzitet naleta smrekova pisara i smrekova malog potkornjaka; iz njega se vidi, da je na dva trupca dužine po 4 m naletilo 1.925 kornjaša



Grafikon I. Intenzitet napada II generacije smrekova pisara i malog smrekovog potkornjaka -- na lovne trupce g. 1948.



Grafikon II. Intenzitet napada smrekova pisara na lovno stablo -- i lovni trupac --, te napad na trupac tretiran tekućim Pantakanom -- g. 1950.

pisara i 1.316 kornjaša malog potkornjaka. To još jasnije, uz priložene slike, pokazuje, kako nalet potkornjaka može biti intenzivan. Iz grafikona II vidi se intenzitet naleta na lovna stabla god. 1950.; tu se razabiraju neke razlike u intenzitetu naleta, jer dok je tu jedno lovno stablo dugačko 22 m i prsnog promjera od 30 cm imalo 1.943 ulazne rupe, trupac dugačak 4 m i promjera od 15 cm 422 ulazne rupe.

Istraživanja na terenu pokazala su, da postavljanjem kontrolnih lovnih stabala, ako ona nisu na vrijeme otkorana, možemo uz povoljne klimatske prilike u najkraćem roku povećati brojno stanje potkornjaka i eventualno izazvati gradaciju na nekom objektu. Prema tome *vanjski faktor, koji odlučuje o masovnoj pojavi potkornjaka, jest šumski nered*. Šumski nered može biti izazvan lošim postavljanjem i otkoravanjem lovnih stabala, ostavljanjem kore, grana i ovršaka nakon prorjeđivanja šume ili eksploatacije; šumskim požarima, orkanima, koji izazivaju vjetroлом, ili velike količine snijega, koje dovode do snjegoloma i t. d. Sve su to uzroci, koji mogu izazvati gradaciju potkornjaka.

Iako su vremenske odnosno klimatske prilike za pojavu potkornjaka od velike važnosti, ipak na prvo mjesto, po mom mišljenju, ne dolaze one nego upravo šumski nered. *Klimatske prilike dolaze više do izražaja u brzini razvoja i broju generacija potkornjaka, a manje odnosno izuzetno kao primaran uzrok masovnoj pojavi potkornjaka.*

Za primarni i sekundarni utjecaj klimatskih prilika imamo u crnogoričnim šumama dovoljno dokaza. Posljednjih nekoliko godina pokazuje se gotovo stalno povišenje temperature u mjesečnom i godišnjem srednjaku, što će se vidjeti iz kasnijeg izlaganja. Oborina imamo prosječno znatno manje od poznatoga godišnjeg srednjaka. Znajući, da se smrekov pisar, pa i neki drugi potkornjaci, brže razvijaju u godinama s razmjerno visokim temperaturama i malo oborina, dakle u sušnim godinama, posve je razumljivo, da će populacija potkornjaka biti intenzivnija, i da može doći do stvaranja III. generacije, kao što je to bilo 1950. godine. Prema tome, u šumskom objektu, gdje vlada šumski nered i prema tome optimalni uvjeti za razvoj potkornjaka, bit će u sušnim godinama stupanj populacije svakako veći nego u vlažnim godinama, koje su za potkornjake nepovoljne. Štoviše u sušnim će godinama klima imati vrlo jak utjecaj i dolaziti će naročito do izražaja na terenima, gdje su hidrološki faktori nepovoljni, a gdje šuma leži na ekspaniranom mjestu. U tom će slučaju biti svakako jasne razlike između šume na suhom terenu i one na vlažnijem i zaštićenom. Ako je zbog nedostatka potrebne vlage došlo kod smreke do fiziološkog slabljenja, može se dogoditi, da će potkornjaci jače napasti naoko zdrava i stojeća stabla nego loyna. U sušnim godinama smrekov pisar i mali smrekov potkornjak, kod kojih je, čini se, naročito razvijen instinkt u pogledu

traženja prikladne hrane, radije će napasti stojeća stabla, koja su podvrgnuta polaganom fiziološkom sušenju, nego oborena lovna stabla, koja se u takvim godinama vrlo brzo suše. Međutim, taj jaki utjecaj klimatskih prilika doći će bezuvjetno jače do izražaja u šumama, gdje vlada šumski nered, nego u onima, u kojima potkornjaci nemaju dovoljno primarnih uvjeta za svoje širenje i zadržavanje.

Uvjete za kalamitete potkornjaka u crnogoričnim šumama stvara čovjek svojim gospodarenjem, a suša odnosno povišena temperatura i nestašica potrebnih oborina omogućuju jače razmnažanje potkornjaka.

Osim utjecaja klimatskih faktora, naročito temperature i vlage, dolazi u obzir još i sastav tla, pa nadmorska visina, jer su razlike između nizinske i brdske smrekove sastojine velike, te će klima jače utjecati na smreku u nizini nego u brdima, tako će se isto te razlike očitovati između dubokih i humoznih, i plitkih i krševitih tala.

Masovna pojava potkornjaka može da znači periodičko pojavljivanje tih štetnika, ali i poremećaj u biocenozni crnogorične šume, koji je izazvao čovjek uz pripomoć klimatskih prilika i time uzrokovao pojačanu populaciju nekih vrsta potkornjaka.

PRIRODNI NEPRIJATELJI SMREKOVA PISARA

Pitanju utjecaja prirodnih neprijatelja na pojavu smrekova pisara nismo posvetili naročitu pažnju stoga, što su prirodni neprijatelji smrekova pisara kod nas vrlo slabo poznati, pa taj posao zahtijeva poseban studij, za koji momentano nije bilo dovoljno vremena. Prateći međutim pojavu smrekova pisara nailazili smo neprestano na različite vrste njegovih prirodnih neprijatelja, koje ćemo ovdje nabrojiti, koliko smo dosada mogli točno izvršiti determinacije.

Vrlo smo često u hodnicima potkornjaka sretali poznatoga grabežljivca *Clerus formicarius*, pa *Pyrochroa coccinea* L., *Hypophloeus linearis* F., *Ditoma crenata* F., *Uleiota planata* L., i *Rhizophagus depressus* F. Od parazitskih osa nalazili smo *Ipocelius Seitneri* Rouschka, *Rhopalicus suspensus* Ratzb., *Rhopetrocerus xylophagorum* Ratzbg. i *Coeloides bostrychorum* Giraud. Od muha smo često nalazili ličinke *Medetera signaticornis* L.

Stanoviti utjecaj na populaciju smrekovog pisara ima i parazitički glistac *Tylenchus dispar typographi* Fuchs, pa onda praziv *Gregarina typographi* Fuchs, koje smo nalazili u tijelu smrekova pisara.

Iako su navedeni neprijatelji smrekova pisara dosta česti nismo primijetili, da bi oni bili odlučujući faktor u tolikoj mjeri, da bi zbog njihova napada naglo prestala zaraza potkornjaka.

BRZINA RAZVOJA I BROJ GENERACIJA SMREKOVA PISARA

Ako usporedimo podatke pojedinih entomoloških stručnjaka, koje smo naprijed spomenuli, vidimo, da smrekov pisar može imati na godinu 1-3 generacije. Dok je mogućnost populacije zavisna prvenstveno od zdravstvenih prilika šume odnosno crnogoričnog drveća, brzina razvoja i broj generacija zavisi od klimatskih prilika pojedinih zemalja, krajeva, i godina.

Naša opažanja i istraživanja o razvoju i broju generacija pisara vršila su se u prvom redu na terenu u okolici Samobora i u laboratoriju Zavoda za entomologiju u Zagrebu. Radi kontrole postignutih rezultata u Samoboru, izvršen je pregled i na drugim terenima, gdje se nisu vršili pokusi ni opažanja kao u Samoboru. Na taj smo način htjeli utvrditi kakve razlike postoje u razvoju i broju generacija između pokusnog objekta u Samoboru i smrekovih sastojina na različitim terenima i visinama. Zbog toga smo u kolovozu i rujnu 1948., 1949. i 1950. pregledali zaražena i lovna stabla u smrekovim sastojinama i skupovima: na Papuku, Krndiji, Pohorju, u Gorskom Kotaru, kod Idrije i Krapine. Na Pohorju i kod Idrije postavljala su se lovna stabla, pa su od šumskih uprava u Idriji i u Rušama prikupljeni podaci o postavljanju lovnih stabala i naletu potkornjaka, a na ostalim su mjestima pregledana samo zaražena stabla.

U prvom smo redu išli za tim, da utvrdimo stadij razvoja i broj generacija u jeseni, jer je inače vrijeme leta i pojave potkornjaka I. generacije prilično poznato. Trebalo je o smrekovu pisaru i njegovu načinu života utvrditi:

1. kojom se prosječnom brzinom razvijaju pojedine generacije,
2. gdje i u kojem stadiju prezimljuje smrekov pisar,
3. može li u povoljnim klimatskim prilikama doći do pojave III. generacije i
4. da li ženka i jeseni u povoljnim prilikama odlaže jaja?

Stoga ću ovdje iznijeti podatke o smrekovu pisaru za različite terene, a specijalno za područje Samobora i to s obzirom na stadij njegova razvoja u različito doba godine.

Iz tabelarnog prikaza I. vidimo, da pod korom smreke možemo naći kornjaše cijelu godinu. A obzirom na to, da smrekov pisar može u našim prilikama imati na godinu 2-3 generacije, to se u toku jedne godine mogu pojaviti 3-4 puta kornjaši, koji pripadaju različitim generacijama. U travnju se javljaju kornjaši, koji su prezimili, a pripadaju II. i III. generaciji prošle godine. U lipnju i srpnju pojavljuju se kornjaši I. generacije, potkraj srpnja i u kolovozu kornjaši II. generacije, a u rujnu i u toku jeseni također oni, koji pripadaju II. generaciji ili kornjaši III. generacije.

I. tabla

*Prikaz razvojnih stadija smrekova pišara na različitim mjestima
u toku godine na stojećim i lovnim stablima*

Datum pregleda	Mjesto	Nadmorska visina m	Razvojni stadij					
			Kornjaši zreli i stari	Jaja	Lišinke	Kuku- ljice	Kornjaši mladi	
1947.								
20. XII.	Pušća donja	140	+	-	+	+	+	
1948.								
12. VI.	Samobor	160—260	+	-	+	+	+	
25. VI.	"	160—260	+	+	+	+	+	
15. VII.	"	160—260	+	+	+	+	+	
25. VII.	"	160—260	+	+	+	+	+	
5. VIII.	"	160—260	+	+	+	+	+	
21. VIII.	"	160—260	+	+	+	+	+	
4. IX.	"	160—260	+	+	+	+	+	
20. IX.	Krnđija	450	+	-	+	+	+	
10. XI.	Samobor	200	+	-	+	+	+	
1949.								
8. II.	Brežice	160	+	-	-	-	-	
23. IV.	Dobrava	160—200	+	+	-	-	-	
15. V.	Samobor	160—200	+	+	-	-	-	
10. VI.	"	160—200	+	+	+	+	+	
28. VI.	"	160—200	+	+	+	+	+	
16. VII.	"	160—200	+	+	+	+	+	
9. VIII.	"	160—200	+	+	+	+	+	
30. VIII.	"	160—200	+	+	+	+	+	
19. IX.	"	160—200	+	+	+	+	+	
25. IX.	Idrija	700	+	+	-	+	+	
28. IX.	Delnice	600	+	+	-	+	+	
12. XI.	Samobor	200	+	+	+	+	+	
7. XII.	"	200	+	+	-	+	+	
1950.								
17. IV.	Pohorje	1000	+	+	-	-	-	
22. IV.	Samobor	200—260	+	+	-	-	-	
29. IV.	Pohorje	1000	+	+	+	-	-	
1. V.	"	400—1000	+	+	-	-	-	
1. V.	Idrija	700	+	+	-	-	-	
3. V.	Pohorje	1080	+	+	+	-	-	
6. V.	Idrija	500	+	+	+	-	-	
11. V.	Pohorje	400—1000	+	+	+	-	-	
12. V.	Samobor	200—260	+	+	+	-	-	
1. VI.	"	200—260	+	+	+	-	-	
9. VI.	"	200—260	+	-	+	+	+	
9. VI.	Idrija	700	+	+	+	+	+	
20. VI.	"	500	+	-	+	+	+	
26. VI.	Samobor	160—260	+	+	+	+	+	
28. VI.	Pohorje	1080	+	+	+	+	+	
1. VII.	"	400—1000	+	+	+	+	+	
12. VII.	Samobor	160—260	+	+	+	+	+	
20. VII.	Pohorje	400—800	+	+	+	+	+	
20. VII.	"	1080	+	+	+	+	+	
29. VII.	"	400—1000	+	+	+	+	+	
4. VIII.	Samobor	160—260	+	-	+	+	+	
4. VIII.	Idrija	500—700	+	+	+	+	+	
9. VIII.	"	1000	+	+	+	+	+	
11. VIII.	Samobor	160—260	+	-	+	+	+	
22. VIII.	"	160—260	+	+	+	+	+	
7. IX.	"	160—260	+	+	+	+	+	
15. IX.	Idrija	500—700	+	+	+	+	+	
18. IX.	Pohorje	400—1000	+	+	+	+	+	
19. IX.	Razvanje	200—400	+	+	+	+	+	
8. X.	Idrija	500	+	+	+	+	+	
19. X.	Samobor	160—260	+	+	+	+	+	

II. tabla
Prikaz razvojnih stadija po generacijama

Mjesec	I. generacija			II. generacija			III. generacija		
	1-10	10-20	20-30	1-10	10-20	20-30	1-10	10-20	20-30
Siječanj . .	×	×	×						
Veljača . .	×	×	×						
Ožujak . .	×	×	×						
Travanj . .	×	+	+						
Svibanj . .	+	+	+						
	0	0	0						
Lipanj . .	+	+ 0	+ 0	+	+	+			
	0 0	0 +	0 +			0			
Srpanj . .	+	+	+	+	+	+ 0			
				0 0	0 +	0 +			
Kolovož . .	+	+	+	+ 0	+ 0	+ 0		+	+
				0 +	0 +	+		0	0
Rujan . . .				×	×	×	+ 0	+ 0	+ 0
				+	+	+	0 ×	0 ×	0 ×
Listopad . .				×	×	×	+ 0	+ 0	+ 0
							0 ×	0 ×	0 ×
Studeni . .				×	×	×	+ 0	+ 0	+ 0
							0 ×	0 ×	0 ×
Prosinac . .				×	×	×	+ 0	+ 0	+ 0
							0 ×	0 ×	0 ×

Legenda: × = kornjaši, koji ostaju na mjestu svoga razvoja,
+ = kornjaši, koji sele i stvaraju novu generaciju,
. = jaje, 0 = ličinka, 0 = kukuljica

U travnju i svibnju možemo naći pisara u stadiju odraslog kornjaša, jaja i ličinke, a od polovice lipnja možemo pod korom naići na pisara u svim stadijima razvoja, što se produžuje i u zimu, s tom razlikom, da od studenoga do druge polovice travnja redovno ne nalazimo jaja. Osim toga, u veljači, ožujku i prvoj polovici travnja nismo dosada nigdje naišli na ličinke i kukuljice. Ako pogledamo priloženi tabelarni prikaz I. vidimo, da su prilike na svim visinama iste, a razlike se nalaze samo u tome, što od kolovoza do zime mogu pojedini stadiji pripadati II. ili III. generaciji. Nalet prvih kornjaša zbiva se u nizinskim i brdskim šumama redovno od polovice travnja do konca svibnja, a što ovisi uglavnom o klimatskim prilikama u toj godini i vertikalnoj razvedenosti tla.

Da bismo došli do što točnijih podataka o brzini razvoja II. i utvrdili eventualnu pojavu III. generacije, vršili smo redovno točnija opažanja kod razvoja smrekova pisara od polovice lipnja do zime. Na temelju tih opažanja kroz tri godine, t. j. od 1948. do 1950. u Anindolu kod Samobora i u laboratoriju, mogli smo sastaviti tabelarni prikaz II. Kao dopuna tome i dokaz, da je sastav toga tabelarnog prikaza ispravan poslužili su nam podaci, što su nam ih dostavile šumske uprave u Idriji i Rušama, i pregled, koji sam izvršio u rujnu 1949. i 1950. na području tih šumarija u brdskim šumama u okolici Idrije i na Pohorju. Osim toga, takav sam pregled izvršio 1948. na Krndiji, pa 1949. u okolici Delnica i kod Kupjaka u Gorskom Kotaru.

Iz tabelarnog se prikaza razabire, da već u prvoj dekadi lipnja dolazi do pojave kornjaša, od kojih će se uskoro razviti II. generacija. Već u polovici srpnja može doći do pojave kornjaša II. generacije. Od tih kornjaša oko 70% napušta lovna stabla kao i sušce, a manji dio ostaje pod korom, ako ona ne otpadne. U to doba međutim nailazimo na promjenu u pogledu kretanja odnosno naleta potkornjaka.

Na lovna stabla, koja smo postavili u proljeće i u lipnju odnosno prvoj polovici srpnja, potkornjaci nalijeću u masi, kako ćemo to razabrati iz daljeg izlaganja. Obično se međutim u šumama, gdje se vrši stalna kontrola i suzbijanje potkornjaka, lovna stabla postavljaju po treći put potkraj srpnja i u prvoj polovici kolovoza. No na ta stabla redovno nalijeće vrlo malen broj potkornjaka. Budući da na lovnim stablima i sušcima, gdje se razvila II. generacija, nalazimo razmjerno malen broj kornjaša, nastaje pitanje, kamo su oni otišli kad nisu napali postavljena lovna stabla.

Švajcarski (SCHNEIDER-ORELLI) i njemački stručnjaci (ESCHERICH i NÜSSLIN) navode, da kornjaši II. generacije ostaju na mjestu, gdje su se izlegli, ili zalaze u debele žile na vratu korijena i tu vrše dopunsko žderanje, ili u jesen zalaze u šumsku stelju nakon dopunskog žderanja na mjestu svoga razvoja. SCHIMITSCHEK¹ navodi, da pisar vrši dopunsko žderanje na mjestu, gdje se izlegao, ili prelazi radi toga na druga stabla, ili prezimljuje u zemlji. Ako je prezimio u zemlji, onda vrši dopunsko žderanje u proljeće na različitim drvnim otpacima smreke, ali ga on može izvršiti ne samo na smreki, već i na boru, arišu, jeli i bukvi.

Naša su istraživanja pokazala, da dobar dio kornjaša II. generacije prelazi na stojeća smrekova stabla u partiju pod krošnjom ili u donju partiju krošnje i tu vrši najprije dopunsko žderanje, a zatim u povoljnim klimatskim prilikama, kakve su bile 1950., stvara III. generaciju. O tome smo se uvjerali na tri načina.

Ako smo u entomološki sanduk metnuli trupac s kukuljicama i mladim kornjašima II. generacije, dobar dio kornjaša prešao je na zdravi trupac, koji smo u isto vrijeme postavili radi infekcije.

Nakon dopunskog žderanja počeo je razvoj III. generacije. Štoviše, na ovaj smo način dobili III. generaciju i na *Pinus strobus*.

Ako smo na trupčić u cilindru metnuli kornjaše II. generacije, dobili smo u kratko vrijeme III. potpunu generaciju.

Na treći smo se način uvjerali o prijelazu kornjaša II. generacije u stojeća stabla i o stvaranju III. generacije obaranjem polusuhih smreka. U Samoboru smo na Šmithenovu kupalištu 29. VIII. 1950. oborili pet, a 19. X. dvije smreke, kojih je pet bilo zaraženo u vrlo jakoj mjeri smrekovim pišarom, a u manjoj mjeri u vršnim dijelovima malim smrekovim potkornjakom. Od svih sedam smreka dva su se stabla sušila iz fizioloških razloga, i unatoč blizini zaraženih stabala na njima nije bilo potkornjaka. To spominjem zbog toga, što je bilo više takvih slučajeva, da na zaraženom terenu stabla smreke unatoč znakovima slabljenja nisu bila napadnuta od potkornjaka. Pojedine grane takvih stabala bile su suhe, deblu je također pokazivalo znakove sušenja. Po vanjskim znacima stabla su pripadala baš u onu grupu, koju pišar najradije napada, t. j. koja ima oko 60 godina, prsni promjer 30–40 cm, kojoj se kora ljušti, kojoj je u drvu još dovoljno smole. Najzanimljivije je, da je na trupcima takvih smreka umjetna infekcija potkornjacima, tako uspjela da smo dobili potpunu generaciju. To dokazuje, da bolehljiva stabla potkornjaci ne moraju napasti, kao što potpuno zdrava stabla mogu napasti. Naročito se to događa sa zdravim stablima u onim šumskim sastojinama, gdje su postavljena lovna stabla, koja nisu na vrijeme otkorena.

Na spomenutim polusuhim i zaraženim stablima nalaz je bio ovaj: u vršnom dijelu nalazili su se hodnici maloga smrekova potkornjaka. Smreke su bile visoke 20–22 m. Na visini od 14 do 16 m nalazili su se uglavnom prazni hodnici I. generacije s uginulim starijim potkornjacima, na visini od 10–14 m potkornjaci II. generacije i gdjegdje kukuljice, na visini od 6–10 m III. generacija s jajima i ličinkama, a mjestimice kornjaši II. generacije koji vrše dopunsko žderanje. Ispod 6 m nije bilo zaraze. Takvo je stanje bilo na smrekama, koje su srušene 29. VIII., ali one nisu bile posve suhe, i kora se nije nigdje odlupila. Na smreki od 19. X. našli smo samo u partiji od 8,5–12 m mlade kornjaše i kukuljice, u gornjim su partijama bili prazni hodnici, a u vršnom smo dijelu našli malog potkornjaka. U granama nije bilo zaraze. Na deblu ispod 8,5 m nije bilo zaraze, jedino je u kori pišar mjestimice vršio dopunsko žderanje. Dva stabla smreke, oborena 29. VIII., bila su zaražena do 1 m iznad zemlje i potpuno suha.

Prateći zarazu u tom parku došli smo na temelju stanja zaraze i načina sušenja do ovih zaključaka: Na potpuno suhim stablima zaraza je započela u proljeće 1949. Suhe grane u donjoj partiji krošnje, zaražene malim smrekovim potkornjakom i potkornjakom grana – *Pityophthorus micrographus* L., otpiljene su u lipnju 1949.

III. tabla

*Trajanje naleta potkornjaka na lovna stabla u Samoboru
na visini od 200–260 m*

Dan rušenja lovnog stabla	Početak naleta	Kulminacija naleta	Svršetak naleta	Ukupan broj dana
1948.				
13. VII.	15. VII.	23. VII.	3. VIII.	18
28. VII.	3. VIII.	12. VIII.	9. IX.	37
1949.				
22. VI.	24. VI.	30. VI.	19. VII.	25
4. VIII.	12. VIII.	29. VIII.	16. IX.	35
1950.				
29. III.	22. IV.	2. V.	29. V.	37
15. VI.	16. VI.	6. VII.	14. VII.	28
15. VI.	30. VI.	6. VII.	10. VII.	11
17. VI.	18. VI.	4. VII.	10. VII.	22
20. VII.	—	—	—	—
11. VIII.	—	—	—	—

Smreke su ostale zelene do ljeta 1950., a zatim su se posušile i djelomice im je počela otpadati kora. Na tim je smrekama došlo do zaraze još 1949. Ostale dvije smreke, kojima su se grane i vrh počeli djelomice sušiti u ljetu 1950., napadnute su po našem mišljenju tek u proljeće te godine. Isto je to bilo i sa smrekom, koja je pokazala znakove sušenja tek oko polovice rujna. Možda bi do znakova jačeg sušenja i kod ovih smreka došlo tek iduće godine, t. j. 1951. da nije 1950. godine bila jaka suša, a napad potkornjaka vrlo jak i razvoj kraj povoljnih klimatskih prilika brz. Da je zaraza novijeg datuma, dokazuje, što potkornjaka nije bilo u donjoj partiji, t. j. između 6 i 8,5 m. Na suhim zaraženim smrekama kora se u gornjim partijama lupila, a pisar je imao svoje hodnike do 1 m iznad zemlje. U gornjim su partijama hodnici bili prazni, na donjem dijelu debla bilo je stanje isto kao i kod onih prvih smreka, t. j. kornjaši i kukuljice II. generacije, pa jaja i ličinke III. generacije.

O naletu kornjaša smrekova pisara na lovna stabla ne postoje nikakve izrazite razlike između pojedinih krajeva odnosno brdskih i nizinskih šuma. Podaci o naletu pisara, izneseni u priloženim tabelama, odnose se u prvom redu na opažanja koja su se vršila u Samoboru, pa onda na opažanja, koja je vršilo šumarsko osoblje na području šumskih uprava u Idriji i Rušama u Sloveniji.

Tabela III. razlikuje se od tabele IV. zbog toga, što su u šumama oko Idrije i na Pohorju lovna stabla postavljena tri puta, ali su se ona redovito otkoravala prije razvoja kukuljica odnosno pojavljivanja potkornjaka, pa prema tome nemamo slike trajanja naleta i razvoja potkornjaka.

IV. tabla

Početak naleta potkornjaka na lovna stabla 1950. na području
šumskih uprava Idrije i Ruše u NR Sloveniji

Šumska uprava	Dan rušenja lovnog stabla	Nadmorska visina m.	Početak naleta
Ruše	10. III.	300—700	3. IV.
Idrija	22. III.	500	6. VI.
„	24. III.	700	1. V.
Ruše	7. IV.	1000	15. IV.
„	12. IV.	1080	20. IV.
„	20. IV.	400—800	1. V.
„	20. IV.	400—800	25. V.
„	20. IV.	400—1000	30. IV.
„	24. IV.	400—1000	29. IV.
„	24. IV.	400—1000	10. V.
„	24. IV.	400—1000	8. V.
„	25. IV.	1000	26. IV.
„	12. V.	300—700	19. V.
„	12. V.	300—700	27. V.
„	13. V.	600—1050	15. V.
„	28. V.	1080	28. V.
„	3. VI.	400—1000	4. VI.
„	5. VI.	400—1000	10. VI.
„	6. VI.	400—1000	10. VI.
Idrija	8. VI.	700	9. VI.
Ruše	15. VI.	600—1050	20. VI.
„	20. VI.	300—700	7. VII.
„	20. VI.	300—700	2. VII.
Idrija	20. VI.	500	23. VI.
Ruše	21. VI.	400—1000	
„	22. VI.	400—1000	24. VI.
„	23. VI.	300—700	6. VII.
„	28. VI.	1080	5. VII.
„	30. VI.	400—800	6. VII.
„	3. VII.	300—700	6. VII.
„	14. VII.	400—1000	26. VII.
„	20. VII.	400—1000	26. VII.
Idrija	4. VIII.	700	12. VIII.
„	14. VIII.	500	19. VIII.
Ruše	17. VIII.	1000	21. VIII.

Iz table III. vidi se, da je nalet smrekova pisara na lovna stabla, postavljena u proljeće, trajao 37 dana, na stabla postavljena u lipnju i srpnju za II. generaciju 11—28 dana, a na stabla postavljena potkraj srpnja i u prvoj polovici kolovoza 35—37 dana. Kontrolirajući lovna stabla utvrdili smo, da se kod I. generacije, kad je prestao nalet pisara, pod korom nalaze kukuljice, a kod II. generacije nalaze se pod korom ličinke, kukuljice i mladi potkornjaci. Jedino je na lovnim stablima od 15. VI., kod kojih je do naleta došlo 30. VI., nalet trajao vrlo kratko, t. j. svega 11 dana, dok je na drugim stablima trajao 22—28 dana. Pod

korom tih lovnih stabala našli smo kod pregleda samo ličinke i jaja, a 4. VIII. na tim su se lovnim stablima našle samo kukuljice i mladi kornjaši. Na lovnim stablima sestriinske odnosno III. generacije (28. VII. i 4. VIII.) našli su se pri pregledu tih trupaca potkornjaci u svim stadijima razvoja. Pregledavajući u toku posljednje tri godine lovne trupce utvrdili smo ovo:

1. Nalet potkornjaka traje u proljeće više od mjesec dana, ali se razvoj potkornjaka završava oko polovice lipnja.
2. Nalet potkornjaka II. generacije traje redovno manje od mjesec dana; u početku kolovoza ličinaka nema, kukuljice su rijetke, kornjaši vrše u lovnom stablu ili na stojećim stablima dopunsko žderanje.
3. Nalet potkornjaka III. generacije traje više od mjesec dana. Razvoj zavisi o danu naleta, trajanju dopunskog žderanja i klimatskim prilikama, te se može produljiti do zime (20. XII.):

Ako ove podatke, sabrane kod stalnih opažanja na terenu u Samoboru uporedimo s podacima šumskih uprava u Idriji i Rušama, ne ćemo u prvi mah naći sličnosti, ali točnijim promatranjima doći ćemo do sličnih zaključaka. Lovna stabla na području tih šumarija postavljala su se na visini od 300–1.080 m u vremenu od 10. III. do 28. V. za nalet I. generacije. Iz tih podataka razabiramo, da je proljetni nalet pisara trajao od 3. IV. do 28. V. Nalet je dakle bio rastegnut kao i na pokusnom objektu kod Samobora. Razlike, koje se pokazuju u pogledu dana naleta, treba pripisati ekspoziciji lovnog stabla, t. j. je li lovno stablo bilo na osvjetljenu ili zasjenjenu mjestu. Smrekov pisar najradije i najbrže nalijeće na lovno stablo, koje je osvjetljeno, ali nije izloženo direktnom i trajnom djelovanju sunca. Ako je lovno stablo čitavo izloženo suncu, onda na njega pisar obično ne nalijeće. Međutim, ako je takvo stablo jednim dijelom u zasjeni, bit će na tom mjestu napadnuto, štoviše, ako je jedna strana u zasjeni, bit će na njoj potkornjaci, a na onoj, koju neprestano zagrijava sunce, ne će biti pisarovih hodnika. Isto tako ako je lovno stablo u jakoj sjeni, bit će mnogo kasnije napadnuto nego ono na osvjetljenu mjestu.

Razlike kod podataka iz Slovenije manje dolaze do izražaja s obzirom na visinski položaj stabla, a više s obzirom na vrijeme kad se lovno stablo rušilo. Što se loyna stabla u proljeće kasnije obore, to brže budu napadnuta.

Do naleta potkornjaka II. generacije došlo je obično brzo, a samo na većim visinama i u zasjenku postoji između obaranja lovnog stabla i naleta potkornjaka nešto veći vremenski razmak. To smo utvrdili i u Anindolu kod Samobora. Lovne trupce, koji su bili u zasjenku, napali su potkornjaci tek nakon 15 dana (30. VI.), a one na osvjetljenim mjestima drugi dan nakon obaranja.

Što se tiče naleta pisara na lovna stabla, oborena u kolovožu, njegovo trajanje i razvoj potkornjaka daje na lovnim stablima u Samoboru, a isto tako u brdskim šumama u okolici Idrije i na Pohorju istu sliku. Pregledavajući lovna stabla na Pevcu kod Idrije (15. IX.) nalazili smo na visini od 600-700 m jaja, mlade i odrasle ličinke pisara. Na Pohorju smo na visini od 1.000 m kod Sv. Bolfenka (18. IX.) pronašli na lovnom stablu pored jaja i ličinka već i kukuljice i mlade potkornjake III. generacije. Na visini od 200 m kod Razvanja ispod Pohorja bile su pod korom smreke samo kukuljice i potkornjaci III. generacije. Prema tome je smrekov pisar 1950. dao ne samo u nizinama, nego i na brdima tri generacije.

Naše nalaze na terenu upotpunit ćemo rezultatima pokusa izvedenim u entomološkim sandučima i u cilindrima u laboratoriju.

HENNINGS u svojoj radnji o smrekovu pisaru navodi, da se taj štetnik najbrže razvija kod temperature od 24° C i zračne vlage od 55%, t. j. za 26 dana, a kod temperature od 14° C i vlage od 95% razvoj traje 113 dana. Osim prikladne temperature i vlage potrebno je za pravilno razvijanje pisara još i prikladno osvjetljenje, povoljno stanje sokova u drvu i povoljne vremenske prilike. Utvrđeno je naime, da kod lošeg vremena ženka pisara ne odlaže jaja, nego se samo hrani, pa je prema tome dužina odlaganja jaja ovisna o klimatskim prilikama, a naročito o temperaturi i vlazi. Prema istom autoru najpovoljnija je i u tom pogledu vlaga od 55% i temperatura od 24° C, pa u tom slučaju odlaganje jaja traje samo 4,5 dana, a kod vlage od 95% 8 dana.¹

Promatranja, vršena u pogledu brzine razvoja smrekova pisara, dala su ove rezultate. U fotoeklektore odnosno entomološke sanduke stavljeni su trupci dugački oko 1,9 m, a budući da su sanduci bili na otvorenu mjestu, potkornjaci su se razvijali uglavnom pod prirodnim uvjetima. Prvi trupac, koji je stavljen u sanduk, bio je inficiran kao slobodno lovno stablo, a onda stavljen u fotoeklektor. Kasnije su se stavljali u fotoeklektor potpuno zdravi trupci, a infekcija se vršila prigodno prijelazom potkornjaka iz zaraženog u nezaraženi trupac.

Brzina razvoja potkornjaka u fotoeklektorima:

infekcija trupca	24. IV.	razvijeni kornjaši	29. V.	dužina razvoja	35 dana
" "	15. VI.	" "	10. VII.	" "	25 "
" "	29. VI.	" "	18. VII.	" "	19 "
" "	11. VIII.	" "	18. IX.	" "	37 "

Brzina razvoja potkornjaka u laboratoriju:

infekcija trupčića	12. III.	razvijeni kornjaši	23. IV.	dužina razvoja	41 dana
" "	25. IV.	" "	27. V.	" "	32 "
" "	26. VI.	" "	14. VII.	" "	18 "
" "	15. VII.	" "	5. VIII.	" "	20 "
" "	17. VIII.	" "	9. IX.	" "	23 "

¹ Hennings (10), p. 70. i 92.

Iz ovih bioloških pokusa razabiremo, da razvoj smrekova potkornjaka najdulje traje u proljeće, a najkraće u lipnju i srpnju. Međutim, pokus izvršen 12. III. pokazuje samo brzinu razvoja pisara u laboratoriju, ali u to se doba u prirodi smrekov pisar ne razmnažava i ne razvija, jer u to vrijeme još ne izlijeće. Veća se razlika pokazuje u brzini razvoja pisara III. generacije kod pokusa izvedenog pod prirodnim uvjetima u fotoeklektoru i kod pokusa u laboratoriju, jer je razvoj u laboratoriju bio 14 dana kraći nego u fotoeklektoru.

Ako usporedimo dužinu razvoja II. generacije u navedene tri godine, vidimo, da je najbrži razvoj bio kod II. generacije u mjesecu srpnju, t. j. 18–25 dana. Glavni faktor, koji je utjecao na brzinu razvoja i omogućio razvoj treće generacije, osobito 1950., bile su vrlo povoljne klimatske prilike, naročito visoka temperatura i niska vlaga, odnosno male količine oborine. SCHIMITSCHEK² navodi, da je brzina razvoja kod smrekova potkornjaka ovisna o klimatskim faktorima, koje smo već spomenuli, pri čemu najveće značenje ima zagrijavanje kambijalnog sloja u drvetu. Što se on bolje zagrijava, razvoj je brži. To je zagrijavanje razlog, što se smrekov pisar najradije javlja na onom drveću, koje je dovoljno osvijetljeno suncem, i prema tome, gdje je najjače zagrijavanje kambija. Stoga ćemo se ukratko osvrnuti na meteorološke prilike u ove tri godine.

Kod toga smo se poslužili podacima, što ih iznosi u svojim raspravama VAJDA, podacima meteorološke stanice Grič u Zagrebu i kišomjerne stanice u Samoboru. Svakako bi bilo dobro da smo imali i temperaturne podatke za Samobor, jer između mjesta, gdje smo vršili pokuse i opažanja, i meteorološke stanice Grič postoji visinska razlika od 60–100 m, ali u Samoboru nema takve stanice, već samo kišomjerna. Međutim, o utjecaju mikrokline na potkornjake bit će govora u jednoj drugoj raspravi.

U ovoj smo se radnji poslužili Vajdinim podacima o srednjoj mjesečnoj i godišnjoj temperaturi i oborinama od 1872.–1945., pa podacima meteorološke stanice za godine 1946.–1950. (do mjeseca rujna) i podacima za oborine od 1948.–1950. god. stanice Samobor.

Za brzinu razvoja i izlijetanja potkornjaka od važnosti su vremenske prilike, a prema tome temperatura i vlaga u mjesecima ožujak-listopad. Visina temperature i količine oborina utječu u travnju i svibnju na izlijetanje potkornjaka i njihovo ulaženje u nova stabla smreke. S obzirom na visinu temperature, primjećuje se već od 1945. stalno povišenje, koje se naročito pokazuje u mjesecima travnju, lipnju, srpnju, kolovozu i rujnu. Godišnji srednjak temperature od 1946.–1949. pokazuje također povišenje temperature prema srednjaku od 1872.–1945. Najtoplija godina bila je 1946., a temperature u toku 1950. godine, od veljače do kolovoza, pokazuju povišenje od 2° C prosječno. Temperatura je

² Schimitschek (30), p. 2.

V. tabla

Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka u °C meteorološke stanice Zagreb 1946.-1950. godine

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
1946.	-1,9	4,8	8,5	14,7	18,7	21,0	23,8	24,0	19,9	9,2	6,3	-0,10	12,4
1947.	-4,8	-1,3	8,6	14,7	17,7	21,2	22,8	22,0	21,0	10,9	8,0	3,60	12,0
1948.	6,0	2,7	8,6	13,3	17,9	18,8	19,5	21,1	17,6	12,7	6,0	-0,04	12,0
1949.	3,7	4,3	4,8	14,2	16,3	18,0	21,6	20,3	19,1	13,4	8,0	4,40	12,3
1950.	-1,5	4,0	8,9	12,0	18,8	22,4	24,6	23,3	—	—	—	—	—

VI. tabla

Odstupanje od mjesečnih i godišnjih temperaturnih srednjaka met. stanice Zagreb 1946.-1950. godine

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
	Mjesečni srednjaci 1872.-1945.												
	-0,1	2,0	6,8	11,5	16,0	19,4	21,7	20,8	16,9	11,7	6,0	1,6	11,2
Odstupanja													
1946.	-1,8	+2,8	+1,7	+3,2	+2,7	+1,6	+2,1	+3,2	+3,0	-2,5	+0,3	-1,70	+1,2
1947.	-4,7	-3,3	+1,8	+3,2	+1,7	+1,8	+1,1	+1,2	+4,1	-0,8	+2,0	+1,80	+0,8
1948.	+6,1	+0,7	+1,8	+1,8	+1,9	-0,6	-2,2	+0,3	+0,7	+1,0	0	-1,84	+0,8
1949.	+3,6	+2,3	-2,0	+2,7	+0,3	-1,4	-0,1	-0,5	+2,2	+1,7	+2,0	+2,60	+1,1
1950.	-1,3	+2,0	+2,1	+0,5	+2,8	+3,0	+3,9	+2,5	—	—	—	—	—

VII. tabla *Mjesečne i godišnje oborine u mm kišomjerne stanice u Samoboru u god. 1948.–1950.*

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ukupno
1948.	169	38	5	85	97	170	206	83	92	99	128	23	1195
1949.	22	13	19	32	101	120	56	81	24	4	236	55	763
1950.	91	84	28	102	31	130	91	43	—	—	—	—	—

VIII. tabla *Mjesečne i godišnje oborine u mm meteorološke stanice Zagreb u god. 1946.–1950.*

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ukupno
1949.	34	32	14	9	63	97	46	33	25	80	182	76	695
1947.	30	204	62	25	87	106	56	42	5	42	53	65	772
1948.	140	30	4	60	106	112	161	67	37	76	104	22	919
1949.	23	9	9	30	78	87	64	79	16	10	140	34	579
1950.	47	63	24	78	66	33	47	44	—	—	—	—	—

IX. tabla *Odstupanje od mjesečnih i godišnjih oborinskih srednjaka u mm između meteorološke stanice Zagreb i kišomjerne stanice Samobor u god. 1948.–1950.*

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
	Oborinski srednjaci meteorološke stanice Zagreb												
	47	46	55	70	84	96	81	83	85	105	79	63	894
Odstupanja													
1948.	+122	—8	—50	+15	+13	+74	—125	—0	+7	—6	+49	—40	+301
1949.	—25	—33	—36	—38	+17	+24	—25	—2	—61	—101	+157	—8	—131
1950.	+44	+38	—27	+32	—53	+34	+10	—40	—	—	—	—	—

jedino 1948. i 1949. nešto niža u lipnju i srpnju, ali je godišnji srednjak ipak viši, t. j. +0,8 odnosno 1,1. Ako tome dodamo količinu mjesečnih i godišnjih oborina 1946. i 1947., vidimo, da su obadviije godine bile sušne, jer je oborina bilo znatno manje od prosjeka. To povišenje temperature i opadanje oborina, koje je započelo još 1945., a isto i šumski nered, koji je u to vrijeme vladao, znatno su utjecali na gradaciju smrekova pisara.

Godina 1948. nepovoljna je za potkornjake, jer je upravo u mjesecima njihova najjačeg širenja i razvoja palo znatno više oborina, nego u prethodne dvije godine. Godišnji srednjak oborina pokazuje te godine povišenje za Zagreb +25 mm, a za Samobor dapače +301 mm. I na ostalim je mjestima 1948. kod nas došlo do većeg povišenja oborina. Osim suzbijanja potkornjaka, koje se 1947. i 1948. prilično intenzivno vršilo u svim, zaraženim šumama; klimatske su prilike 1948. svakako u jakoj mjeri utjecale na retrogradaciju smrekova pisara i ostalih potkornjaka.

HENNINGS je pratio brzinu razvoja smrekova pisara kod stalne temperature i vlage, ali naša opažanja i pokusi vršili su se kod promjenljivih temperatura i vlage u prirodi i u laboratoriju. Dakako da u laboratoriju kod sobne temperature i vlage nisu bile promjene tako velike kao u prirodi.

Sobne temperature bile su:

travanj	srednjak: 19°	maksimum: 25°	minimum: 13°
svibanj	" 20°	" 25°	" 16°
lipanj	" 23°	" 25°	" 20°
srpanj	" 25°	" 29°	" 16°
kolovoz	" 26°	" 30°	" 20°

Prosječna vlaga u sobi, gdje smo uzgajali potkornjake, bila je 50 do 60%.

Baš zbog tih varijabilnih temperatura i vlage ne postoje velike razlike u brzini razvoja pojedinih generacija između onih potkornjaka, koji su se razvijali na lovnim stablima u prirodi, onih koji su se u prirodi uzgajali u fotoeklektorima, i onih u laboratoriju. Nedostatak je tih pokusa i opažanja samo u tome, što nismo radili s meteorološkim aparatima za određivanje mikroklimе. No budući da ćemo ta istraživanja nastaviti, bit će u idućem prilogu izneseni i ti podaci, jer će se vjerojatno za kratko vrijeme moći organizirati opažanja s prikladnim aparatima.

Međutim, iz priloženih tabela i grafikona jasno se vidi brzina i tok naleta za ljetnu i jesensku generaciju, kao i brzina razvoja pojedine generacije. Prema našim opažanjima može se zaključiti, da smrekov potkornjak može kod nas u povoljnim klimatskim prilikama imati u godini tri generacije, ali redovito 30-50% kornjaša II. generacije vrši do proljeća samo dopunsko žderanje i ne stvara III. generaciju. Pojava i razvoj III. generacije ovisan je o brzini razvoja II. generacije. Kornjaši, koji se razvijaju do

konca srpnja i izvrše do početka rujna dopunsko žderanje, mogu odložiti jaja za razvoj III. generacije. Dopunsko žderanje kornjaša II. generacije može trajati od nekoliko dana do osam mjeseci. Oni kornjaši, koji prijeđu na svježja lovna ili stojeća stabla redovno stvaraju III. generaciju, a oni, koji ostaju na mjestu, gdje su se izlegli, ili prijeđu na debelo korijenje odnosno u ležeće grane i koru, vrše samo dopunsko žderanje. Jedan dio potkornjaka vrši do jeseni dopunsko žderanje, zatim se zavlači u zemlju, t. j. u mahovinu i šumsku stelju, a u proljeće nastavlja najprije s dopunskim žderanjem, pa onda pristupa odlaganju jaja, odnosno stvaranju matičnih hodnika.

Razlike, koje postoje u dužini dopunskog žderanja, odrazuju se u dužini naleta, u početku stvaranja III. generacije, odnosno u odlaganju jaja i dužini razvoja. Kornjaši III. generacije, kako smo to naprijed prikazali, mogu se pojaviti na početku rujna, ali isto tako i u jeseni pa do kraja prosinca. Dužina razvoja III. generacije svakako je ovisna o vremenu, kad je ženka odložila jaja, i o klimatskim prilikama. Prema našim opažanjima krajnji je rok za odlaganje jaja polovica listopada (6. X. Idrija, 17. X. Samobor). Poslije 20. X. nismo dosad nigdje utvrdili jaja. Dok se od jaja, odloženih u kolovozu III. generacija može razviti za neklih mjesec dana, ličinke, koje su se izlegle u listopadu, možemo naći još u prosincu.

LOVNA STABLA I SUZBIJANJE POTKORNJAKA

Primjena lovnih stabala u borbi protiv potkornjaka dugo je već poznata i općenito priznat način suzbijanja. Ona se danas primjenjuje u svim državama. SEDLACZEK (36 i 37) u svojim radovima daje točne upute o postavljanju lovnih stabala, koje se uzimaju i od drugih stručnjaka entomologa i šumara; a po njima se uglavnom i vrši mehanički način suzbijanja potkornjaka.

Upotreba lovnih stabala svakako je vrlo dobra mjera suzbijanja potkornjaka, pa se spomoću te mjere može vršiti i kontrola pojave i brojnog stanja potkornjaka; a tako se na vrijeme pojačanom primjenom mjera suzbijanja može spriječiti i širenje potkornjaka. Budući da je ta metoda borbe protiv potkornjaka u osnovi vrlo dobra, a pored toga gotovo jedina, kojom se može vršiti suzbijanje potkornjaka, to ću se ovdje osvrnuti samo na neke momente, kojima želim skrenuti pažnju na njene dobre i zle strane.

SEDLACZEK (37) u svojoj radnji o lovnim stablima preporučuje, da se protiv malog smrekova potkornjaka na osvijetljenim položajima oborena lovna stabla očiste od grana, a na lovnim stablima oborenim u sjeni, da se grane ostave. Za smrekova pisara treba oborena stabla u sjeni očistiti od grana, a na eksponiranim mjestima grane ostaviti. Na temelju naših istraživanja i opažanja za

taj način postavljanja lovnih stabala ne nalazimo potrebe, štoviše; ovakvu uputu smatramo kao suvišnu.

Lovna stabla za obadviije vrste smrekovih potkornjaka treba po našem mišljenju očistiti od grana. Time ne pružamo mogućnost za hvatanje malog smrekova potkornjaka i *P. micrographusa* na granama, ali ovaj posljednji nije toliko važan kao štetnik, jer je sekundarne naravi, dok će se na terenima, gdje postoji zaraza, mali smrekov potkornjak vrlo rado zavući pod koru na deblu kao i smrekov pisar. Osim toga, skidanjem grana i ovršnih dijelova s lovnog stabla uklanjamo mogućnost za ulaženje potkornjaka u te dijelove drveta, ali time već u samom početku sprečavamo širenje tih štetnika na granama. Moje je mišljenje, da grane i ovršak treba odmah odrezati i spaliti ili izvesti iz šume. Na taj smo način u okolici Samobora zarazu malog potkornjaka, koja je 1947. i 1948. bila vrlo jaka, sveli uglavnom na minimalnu mjeru.

Uzevši u obzir, da se obično služimo samo oborenim lovnim stablima, spomenut ćemo samo neke loše strane te metode i skrenuti pažnju na pogreške, koje redovno susrećemo.

Živojinović (49) u svom članku o suzbijanju potkornjaka u Srbiji spominje pogreške, koje su učinjene suzbijanjem potkornjaka 1945.-1947. Prateći rad oko otkoravanja lovnih stabala i suzbijanja potkornjaka primijetili smo, da se obično griješi u ovome:

1. otkoravanje stabala vrši se često u vrijeme, kad su već pod korom razvijene kukuljice i mladi kornjaši,
2. pod lovna se stabla za vrijeme otkoravanja ne stavljaju cerade, pa ličinke, kukuljice i kornjaši padaju na zemlju,
3. kora i grane iznose se na čistine i tu pale i
4. u sušnim se godinama paljenje eventualno iz bojazni od požara ne vrši.

Sve te pogreške imaju svoje opravdanje. Za provođenje zaštite šume ne postoji posebna radna snaga, koja bi imala prvenstveni zadatak da sudjeluje kod suzbijanje štetnika u šumama. Otkoravanje lovnih stabala vrši se prema tome onda, kad se za to nađe radna snaga. Cerade se ne postavljaju pod lovna stabla, jer je do njih vrlo teško doći, a osim toga to bi znatno poskupilo postupak mehaničkog suzbijanja potkornjaka. Kod samog skidanja kore dobar dio kornjaša, kukuljica i ličinaka padne na zemlju, a od onih, koji su preostali na kori, velik se dio rastrese pri prijenosu kore na čistinu. Ako se kora odmah ne spali, ličinke, kukuljice i potkornjaci ostaju na kori i dovršavaju svoj razvoj. U sušnim godinama paljenje grana i kore znači svakako opasnost od eventualnog požara, do kojega može doći vrlo lako, ako slučajno dune vjetar i raznese vatru. Zbog toga se događa, da radnici koru i suhe grane isjeckaju i ostave na gomili. Takva pak gomila granja i kore može biti leglo zaraze.

Dakle samo u slučaju, kad se mogu izbjeći najprije spomenute tehničke teškoće, možemo računati na uspjeh mehaničkog suzbi-

janja potkornjaka primjenom lovnih stabala. Te su činjenice dobro poznate šumarskom stručnom osoblju. Osim toga treba uzeti u račun i to, da se lovna stabla katkada postavljaju nepravilno ili u premalenom broju, pa budu vrlo jako napadnuta, a pored njih budu napadnuta i stojeća stabla, ili zbog nepravilna i kasnog postavljanja lovna stabla budu manje zaražena od stojećih i zdravih stabala.

Kako se iz grafikona i tabla razabira, let potkornjaka može potrajati i više od mjesec dana, pa ako je njihov nalet intenzivan, što se očituje po rupicama na lovnim stablima, primamljivije potkornjaka na lovna stabla može se pojačati postepenim rušenjem.

S obzirom na to, što let smrekova pisara obično započinje oko polovice travnja, prva se lovna stabla obaraju na početku ožujka. Međutim, ako je vrijeme suho, a nalet potkornjaka očekujemo ranije ili nismo dospjeli srušiti lovna stabla prije, tada treba stabla nakon rušenja odmah raspiliti na trupce dugačke oko 4 m. Takvi se trupci suše brže od stabala, pa ih potkornjaci radije napadaju. Kod rušenja lovnih stabala u lipnju i srpnju došlo je obično do naleta na manje trupce u roku od 24 sata.

Kod rušenja lovnih stabala u proljeće primijetili smo, da je smrekov pisar ulazio najprije u kratke i vršne trupce, a na pr. u trupac dug 8 m od najdonje partije stabla, koji je pripadao lovnom stablu, srušenom 29. III., ušao je kornjaš I. generacije tek u drugoj polovici lipnja. Za hvatanje II. generacije preporučuje se također upotreba kraćih trupaca, jer je tu nalet najbrži, ali u sušnim godinama zadovoljavaju i čitava stabla, ako su postavljena na osvjetljena mjesta.

Ako je nalet na lovna stabla intenzivan, dobro će biti da se broj lovnih stabala kasnije poveća rušenjem u travnju i na početku svibnja, a za II. generaciju kasnijim obaranjem stabala u drugoj polovici lipnja i prvoj polovici srpnja. Za hvatanje sestrinske i III. generacije dovoljno je srušiti manji broj stabala na kraju srpnja ili na početku kolovoza, jer tada u lovna stabla ulazi redovno malen broj potkornjaka.

Ukoliko ne postoji jača zaraza ili kalamitet, NITSCHÉ preporučuje, da se na 1 ha obori 10 lovnih stabala. Kod kalamiteta treba u rano proljeće ukloniti zaražena stabla, a osim toga srušiti eventualno i 100 stabala po ha.

Otkoravanje za mehaničko suzbijanje potkornjaka vrši se u proljeće tri nedjelje nakon jakog naleta potkornjaka na lovno stablo, a u mjesecu lipnju i srpnju dvije nedjelje nakon naleta. Kod otkoravanja izvršenog u to vrijeme redovno ćemo pod korom naći samo stare kornjaše, jaja i ličinke. U tom slučaju dovoljno je ličinke i jaja izložiti utjecaju sunca, pa će uginuti, a na životu će ostati samo kornjaši, koji mogu prijeći na druga stabla i tu nastaviti odlaganje jaja ili položiti jaja za sestrinsku generaciju.

Za treću, t. zv. ljetnu odnosno jesensku seriju lovnih stabala vrlo je teško odrediti rok za otkoravanje, jer nalet potkornjaka traje više od mjesec dana. Pod korom možemo u to vrijeme t. j. u drugoj polovici kolovoza; naći ličinke i jaja, ali ih možemo naći kao i kornjaše i u prosincu. Zbog toga lovna stabla, oborena u kolovozu, mogu poslužiti svojoj svrsi samo onda, ako ih otkoravamo tek u listopadu, kad je već sasvim prestao nalet potkornjaka. Ali tada treba pod korom uništiti i potkornjake. Naročito moramo paziti, da kod otkoravanja kornjaši ne padnu na zemlju, jer oni tada u njoj ili prezime ili se zavuku u drugo stablo, eventualno na glavu korijena.

Nedostatak je mehaničke metode suzbijanje potkornjaka, da stanovišti postotak, ako padne na zemlju, ostaje na životu.

POKUSNO SUZBIJANJE SMREKOVA PISARA KEMIJSKIM SREDSTVIMA

Uzevši u račun loše strane primjene lovnih stabala i pogreške, koje se često čine pri mehaničkom suzbijanju potkornjaka, odlučili smo da izvršimo neke biološke pokuse sredstvima protiv smrekova pisara, koja se djelomično upotrebljavaju i u inozemstvu.

U tu se svrhu upotrebljavaju različita sredstva, s manjim ili većim uspjehom, a to su voćarski karbolineumi; arsenska sredstva i najnovija sintetička sredstva kao DDT i Hexa-preparati. Mi smo obratili pažnju uglavnom primjeni sintetičkih sredstava, pored toga smo načinili nekoliko pokusa i s karbolineumima i uljanim emulzijama; arsenska sredstva nismo ispitali.

Prije nego prijedemo na iznošenje rezultata tih bioloških pokusa, spomenut ćemo, koja je zapravo bila naša namjera kod primjene kemijskih sredstava. Budući da se potkornjaci zadržavaju uglavnom pod korom drveća, smatrali smo, da bi se kemijska sredstva mogla primijeniti protiv potkornjaka samo za vrijeme naleta. Let potkornjaka je rastegnut, pa se prema tome može upotrebiti sredstvo, kojega djelotvornost traje dugo. Ali sredstva, koja bi u crnogoričnoj šumi imala dugu trajnost te služila uništavanju potkornjaka, kako onih, koji izlijeću iz stabala tako i onih, koji nalijeću, jedva bi se mogla naći. Kad bi i uzeli takva sredstva kao što su na pr. arsenska, bilo bi to na većim kompleksima teško provesti avio-metodom, a još teže prašalicama ili prskalicama. Osim toga, troškovi takva suzbijanja bili bi prilično veliki i nerazmjerni efektom takva rada.

Stoga smo odlučili, da primijenimo takva sredstva, koja će spriječiti ulaz potkornjacima u stabla, a koja će biti naročito efikasna za uništavanje potkornjaka pri izlasku iz zaraženih stabala. Međutim, pokusi su pokazali sasvim drugi pravac rada, nego što smo očekivali.

Glavno je težište kod bioloških pokusa postavljeno na primjenu DDT-sredstava, za koja smo računali da su najefikasnija, jer su se tim sredstvima postigli vrlo dobri rezultati protiv većeg broja štetnika. Međutim, baš ti pokusi pokazali su, da djelovanje aktivne supstance, naročito kod dodirnih otrova, dolazi do izražaja u različitim pravcima kod različitih kukaca. Osim toga smo upravo kod bioloških pokusa protiv potkornjaka utvrdili da je djelotvornost i takvih insekticida, koji su inače poznati kao vrlo djelotvorni protiv različitih štetnika, često ograničena u trajnosti i u samom otrovnom djelovanju na štetnika.

Za vršenje bioloških pokusa protiv smrekova pisara, a djelomice i protiv maloga smrekova potkornjaka, uzeti su različiti tipovi DDT-preparata domaće provenijencije, t. zv. Pantakan i HCH-sredstvo Gameksan. Tretiranje stabala vršilo se prahom i uljanim emulzijama. Osim toga izvršili smo i nekoliko pokusa s najnovijim sintetičkim preparatom *Parathion* (Bladan, E - 605).

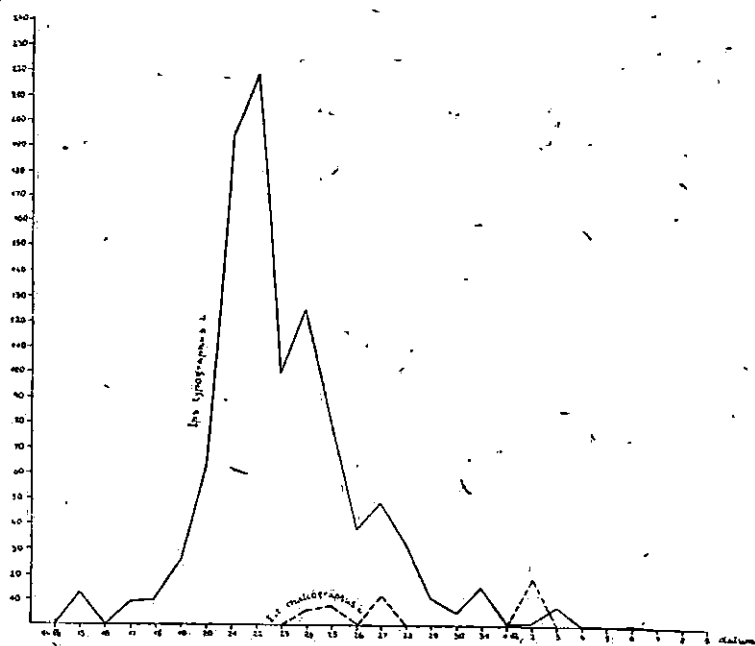
Pretpostavljajući, da će DDT-sredstva odnosno Pantakan djelovati efikasno protiv smrekova pisara i malog potkornjaka, kao i protiv velikog broja drugih štetnika, načinili smo prvi pokus tako, da smo trupce jedne zaražene smreke tretirali tim sredstvima. Jedan trupac tretirali smo 1%-nom emulzijom tekućeg Pantakana, koji je sadržavao 16,5% tehnički čistog DDT-a, a drugi smo trupac naprašili 5%-nim prahom Pantakana. Petnaest do dvadeset minuta nakon tretiranja iz poprskanog su trupca naglo počele izlaziti strizibube (*Tetropium castaneum* i *fuscum*, *Acanthocinus carinulatus* i *Spondylis buprestoides*), na kojima smo odmah po kretanju primijetili, da su otrovane. Kratko vrijeme poslije toga pokazivale su simptome paralize, pa su do drugog dana uginule. Iz toga se moglo zaključiti, da je tekućina Pantakan djelomice prodrla kroz rupice, a djelomice kroz koru do drveta, te je kod navedenih kukaca u najkraće vrijeme izazvala trovanje. Potkornjaci, međutim, nisu izlazili ni iz poprskanoga ni iz naprašenog trupca.

Treba napomenuti, da je pokus izvršen 24. VI. prije podne, a isti dan poslije podne pala je obilna kiša (24.7 mm). Osam dana nakon pokusa skinuli smo koru sa tretiranih trupaca i primijetili, da su potkornjaci, njihove ličinke i kukuljice zdravi. Prema tome, rezultat je s obzirom na potkornjake bio negativan. Kad smo skinuli koru, onda smo sa prskanog trupca i sam trupac ponovo poprskali, a isto to učinili smo kod naprašenog trupca. Nakon tri sata primjetili smo, da su na poprskanoj kao i na naprašenoj kori uginuli i kornjaši, i ličinke, i kukuljice. Prema tome, ta dva sredstva, upotrebljena na ovaj način bila su apsolutno efikasna.

Pošto smo se uvjerali, da vanjskim tretiranjem zaraženih stabala ne možemo dovesti do ugibanja potkornjaka, načinili smo drugi pokus. Oborili smo lovna stabla i dva trupca, od po 4 m dužine tretirali opet sa 1%-nom emulzijom Pantakana u tekućini. Rezultat tog pokusa vidi se iz grafikona III. Na tretiranim smo

trupcima nakon završenog naleta utvrdili 1.003 ulazne rupe smrekova pisara i 45 rupa malog potkornjaka. Razlika između tretiranih i netretiranih trupaca pokazuje: u tretirane trupce ušla su

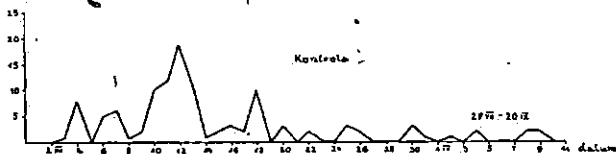
Broj rupa na stablu



Grafikon III. Napad smrekova pisara — i malog smrekovog potkornjaka — na trupac tretiran tekućim Pantakanom.

922 pisara i 1.271 mali potkornjak manje nego u netretirane (grafikon I). Prema tome je tekući Pantakan u tom slučaju zadovoljio protiv smrekova pisara tek sa 48%, a protiv malog potkornjaka sa 96,9%.

Broj rupa na stablu

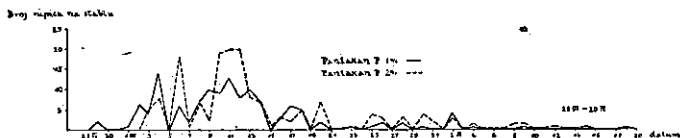


Grafikon IV. Intenzitet napada smrekova pisara na lovni trupac 28. VII do 20. IX.

Iako se Pantakan pokazao prilično efikasan protiv malog potkornjaka, rezultat tog pokusa nije zadovoljio protiv pisara. Stoga smo pokus ponovili uzевši sada tekući Pantakan, ali ne od mineralnog ulja kao prije, već od emulzije petroleja, koja je također

sadržavala 16,5% DDT-a. Ovaj put smo trupce tretirali sa 1%-nom emulzijom. No taj je pokušaj dao još negativniji rezultat s obzirom na mortalitet pisara, jer je djelovao atraktivno, a ne smrtonosno. Rezultat se razabira iz grafikona IV. i V.

Poslije završenog naleta pisara bilo je na kontrolnom trupu 114 ulaznih rupa, na trupu tretiranom sa 1%-nom emulzijom 127, a na onom, koji je tretiran sa 2%-nom emulzijom, 160 ulaznih rupa. Pod korom su potkornjaci, kao i kod prvog pokusa, načinili matične hodnike i razvili generaciju.



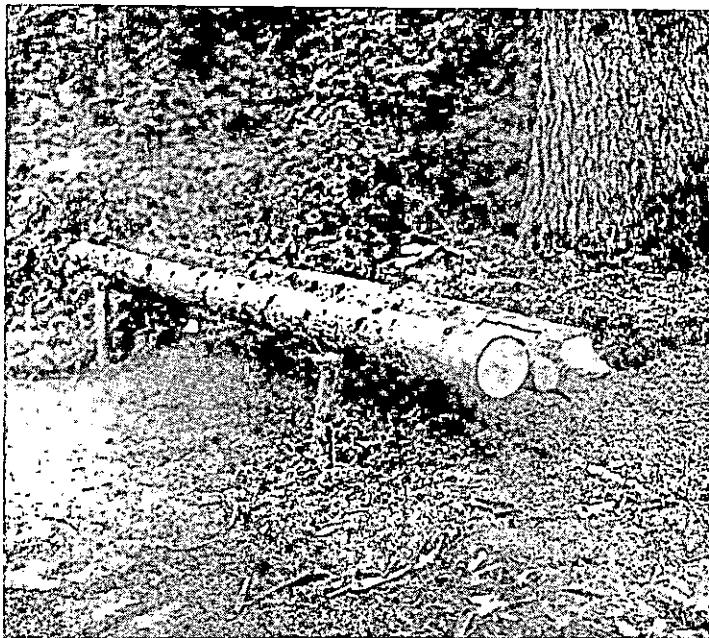
Grafikon V. Intenzitet napada smrekova pisara na trupce tretirane tekućim Pantakanom.

Nakon ovakva negativnog rezultata posumnjali smo u djelotvornost DDT-sredstva, ako se na ovaj način upotrebe protiv potkornjaka. Ali da bismo mogli stvoriti definitivan sud o djelovanju tih sredstava, koja inače u direktnom dodiru s kukcima djeluju 100%-tno, ponovili smo iste pokuse 1950. na terenu i u laboratoriju, pa smo na terenu došli do istih, a u laboratoriju do oprečnih rezultata.

Na terenu smo lovne trupce tretirali sa 5%-nim prahom Pantakana i sa 1%-nom emulzijom mineralnog ulja sa 16,5% Pantakana, i 1%-nom emulzijom mineralnog ulja sa 16,5% Pantakana, kojemu je dodan za pojačanje djelotvornosti paradiklorbenzol. To smo učinili zbog toga, da se uvjerimo, kako djeluje prah, emulzija mineralnog ulja bez mirisa i isto takva emulzija, ako smo joj dodali sredstvo, koje miriše. Utvrdivši naime, da petrolej primamljuje potkornjake, htjeli smo se uvjeriti, kako djeluje paradiklorbenzol, koji također jako miriše, ali je inače dobar za suzbijanje štetnika u kućama na krznenim i suknenim stvarima. Rezultat je bio i ovaj put nažalost negativan.

Broj ulaznih rupa na kontrolnim trupcima od 4 m kretao se između 243 i 270, na trupcima tretiranim prahom bile su 183, mineralnim uljem 157 i paradiklorbenzonom 349 ulaznih rupa. Iz ovoga možemo povući zaključak, da tekuća DDT-sredstva, kojima smo dodali mirisave tvari kao petrolej i paradiklorbenzol, u prirodi primamljuju potkornjake, a prah i uljane emulzije bez mirisa donekle sprečavaju ulaz potkornjacima. O nekom efikasnom djelovanju tih preparata ne može se govoriti, jer oni potkornjaci, koji se uvuku pod koru, stvaraju novu generaciju.

Koji su razlozi takvim rezultatima, teško je zasad kazati, to teže, što su laboratorijski rezultati oprečni terenskim. Moglo bi se je-



*Sl. 1. Lovni trupci postavljeni u šumi
Fangstämme angelegt im Wald*



*Sl. 2. Lovni trupci u fotoeklektoru
Fangstämme im Photoeklektor*



*Sl. 3. Trupčiči sa. potkornjacima u staklenim cilindrima
Stammabschnitte mit Borkenkäfern in Glaszylindern*



*Sl. 4. Jak napad smrekovog pisara. Hodnici gusto
poredani i kratki
Starker Anfall des Fichtenborkenkäfers («Buchdruckers»)
Frassgänge sind dicht gereiht und kurz.*



*Sl. 5. Slab napad pisara. Matični hodnici dugački
i veliki broj larvenih hodnika*
*Schwacher Anfall von Borkenkäfer. Muttergänge sind
lang und Larvengänge sehr zahlreich*

dino reći, da na kori smreke Pantakan, bilo u prahu bilo u tekućini, gubi svoje otrovno djelovanje, na što svakako utječe kiša, ali pored nje bit će i neki drugi faktori, koji dovode do dekomponiranja odnosno neutralizacije otrovne tvari u tim sredstvima. Ali takvi se rezultati postizavaju samo u prirodi, dok su rezultati izvršeni na sličan način u laboratoriju uglavnom pozitivni.

X. tabla

Rezultati bioloških pokusa i brzina ugibanja potkornjaka

Naziv sredstva	Dan pokusa	Broj kornjaša	Broj uginulih kornjaša					Ukupan broj kornjaša		Mortalitet 25. VII. %
			1	2	3	4	5	mrtvih	živih	
Pantakan prah-2,5%	20. VI.	50	9	18	11	8	3	49	1	98
Pantakan EM-1%	20. VI.	50	2	9	16	13	2	42	3	94
Pantakan EM-2%	20. VI.	50	0	8	6	19	12	48	2	96
Pantakan EP-2%	20. VI.	50	0	36	3	10	1	50	0	100
Pantakan ENit-1%	20. VI.	50	6	13	21	6	0	46	4	92
Pantakan ETet-1%	20. VI.	50	0	6	9	12	18	48	2	96
Pantakan EOrt-1%	20. VI.	50	0	7	6	6	17	49	1	98
Pantakan prah-5%	20. VI.	50	0	37	12	0	1	50	0	100

Primjedba: Ukupan broj kornjaša, mrtvih i živih, odnosi se na dan kontrole, koja je izvršena 25 VII.

Pantakan prah sadrži 2,5-5% tehnički čistog DDT-a.

Pantakan em = emulzija mineralnog ulja, u kojemu je rastopljeno 16,5% tehnički čistog DDT-a.

Pantakan ep je petrolejska emulzija sa 16,5% DDT-a.

Pantakan enit je emulzija mineralnog ulja sa 16,5% DDT-a, kojoj je za pojačanje djelovanja dodan nitrobenzol.

Pantakan etet je emulzija mineralnog ulja sa 16,5% DDT-a i dodatkom tetrakloretana.

Pantakan eort je emulzija mineralnog ulja sa 16,5% DDT-a, kojoj je dodan ortodiklorbenzol.

Tabla X. i XI. pokazuje, kakve smo rezultate postigli u laboratoriju kod bioloških pokusa protiv smrekova pisara. Iz tih tabla jasno se vidi, da su sredstva uglavnom zadovoljila, jer se rezultati kreću između 90 i 100%. Pokusi su se vršili tako, da je trupčić od oko 30 cm dužine tretiran odnosnim sredstvom, zatim je ako se radilo s tekućinom najprije osušen, onda metnut u stakleni valjak (sl. 3.), a na kraju je na nj stavljeno 25-50 potkornjaka.

Djelotvornost sredstva kontrolirala se pet dana, a zatim je ponovo izvršena kontrola tek onda, kad smo računali, da od onih kornjaša, koji su se zavukli pod koru, možemo imati novu generaciju.

Kod konačne kontrole djelotvornosti ustanovili smo kod svih pokusa, osim s Pantakanom sa 32,5 DDT-a i kontrole, da ili nema

XI. tabla

Rezultati bioloških pokusa protiv smrekova pisara

Naziv sredstva	Dan pokusa	Broj kornjaša	Broj uginulih kornjaša		Ukupan broj kornjaša		Mortalitet 0/0
					mrtvih	živih	
Kontrola	12. VIII.	25	17. VIII.	29. IX.	4	III. generacija	16
Kontrola Pantakan	12. VIII.	25	2	0	2	III. generacija	8
Pantakan (32,50/0) 10/0 kora	12. VIII.	25	23	2	25	0	100
Pantakan (32,50/0) 10/0	12. VIII.	25	13	0	13	III. generacija	52
Pantakan EM - 20/0	12. VIII.	25	20	5	25	0	100
Pantakan EM - 20/0 kora	12. VIII.	25	25	0	25	0	100
Parathion 0,10/0	12. VIII.	25	23	0	23	2	92
Parathion 0,10/0 kora	12. VIII.	25	20	5	25	0	100
Pantakan EPar - 20/0	12. VIII.	25	23	1	24	1	96
Gameksan 50/0	23. VIII.	25	26. VIII. 22	2	24	1	96
Gameksan EM - 10/0	23. VIII.	25	24	1	25	0	100

Primjedba: Kontrola Pantakan-kornjaši uzeti s lovnog stabla tretiranog 15. VI. s Pantakan EM-10/0.
 Paration je tipa o-o dietil, O-p nitroferil tiofosfat.
 Gameksan em je emulzija mineralnog ulja sa 1,50/0 Gamaspoja uz cikloheksanon.
 Pantakan EPar je emulzija mineralnog ulja sa 16,50/0 DDT-a s dodatkom paradiklorbenzola.

više živih potkornjaka ili oni, koje smo našli pod korom, vrše samo dopunsko žderanje i nisu stvorili novu generaciju. Kontrola je dala neki prirodni mortalitet i novu generaciju. Kod tog pokusa se pokazalo, da se i oni kornjaši, koji su uzeti s lovnog stabla tretiranog tekućinom Pantakanom, normalno dalje razvijaju i daju novu generaciju. Prema tome u tom slučaju sredstvo nema

ni kasnije neko nepovoljno djelovanje, dok oni potkornjaci, koji su se na tretiranom trupčiču u staklenom valjku ipak uspjeli zaući pod koru, ne stvaraju novo pokoljenje.

Emulzija Pantakana sa 32,5% DDT-a u koncentraciji od 1% dala je u laboratoriju sličan rezultat, kao što su dala ta sredstva kod tretiranja lovnih trupaca na terenu. Na kori su uništeni svi potkornjaci, na trupčiču 52%, a ostali su stvorili novu generaciju. Iako je taj rezultat sličan onima s terena, ipak mu se čudimo, jer je ovaj preparat po svom sastavu jači od svih ostalih DDT-preparata, t. j. prah sadržava samo 5% DDT-a, a tekući Pantakan 16,5%. Prema tome, dok DDT u nižim koncentracijama kod laboratorijskih pokusa djeluje efikasno, u koncentraciji od 32,5% ne zadovoljava. Događa se doduše, a i poznata je činjenica, da neka sredstva, kao na pr. arsenska, u pojedinim slučajevima u jačim koncentracijama djeluju protiv štetnika slabije nego u propisanim, pa će vjerojatno i ovdje biti sličan razlog. Ali tu stvar treba svakako temeljitije ispitati i utvrditi, jesu li možda neki kukci imuni protiv DDT-a, kad se on upotrebljava u jakim koncentracijama, ili je tu u većoj mjeri značajan onaj nosilac, kojemu je dodan DDT.

Parathion, koji se inače upotrebljava u koncentraciji od 0,01--0,05%, zadovoljio je protiv pisara tek u koncentraciji od 0,1% koja se inače protiv drugih štetnika ne primjenjuje.

Gameksan, domaći Hexa-preparat, zadovoljio je u laboratoriju u obliku praha i u emulziji.

Kad usporedimo rezultate pokusa u laboratoriju i na terenu, vidimo, da su oni oprečni, te pokazuju, da DDT u prirodi vrlo brzo gubi svoje djelovanje, koje u zatvorenom prostoru dugo zadržava. Ti su rezultati samo jedan prilog ispitivanjima tih sredstava, pa će se s njima nastaviti ne samo protiv potkornjaka, nego i protiv različitih drugih šumskih štetnika.

No unatoč tim oprečnim i dobrim dijelom negativnim pokusima, došli smo svakako do jednoga vrlo važnog praktičnog rezultata, t. j. *da se DDT i Hexa-preparati mogu s apsolutnom sigurnošću efikasno upotrebiti protiv potkornjaka, ako njima tretiramo lovna stabla i koru kod otkoravanja.* Najzgodnije će biti, da za tu svrhu upotrebljavamo prah, jer nam u tom slučaju ne treba voda ni prskalica, nego taj posao možemo obavljati prašilicom ili kakvom kesom od lagane tkanine ili gaze. Za tu svrhu mogu jednako poslužiti DDT kao i Hexa-preparati.

Ako kod primjene lovnih stabala upotrebljavamo spomenuta kemijska sredstva, onda otpada paljenje kore i opasnost, da ne ćemo moći uništiti potkornjake, ako se pod korom već nalaze kornjaši. Spomenuti dodirni otrovi djeluju jednako protiv svih stadija potkornjaka.

ZAKLJUČAK

U ovoj su radnji izneseni podaci o proučavanju načina života, brzini razvoja, broju generacija i rasprostranjenosti smrekova pisara. U vezi sa suzbijanjem iznose se podaci o rezultatima bioloških pokusa protiv tog potkornjaka. Iz sadržaja radnje mogu se izvući ovi zaključci:

Smrekov pisar je najrašireniji potkornjak i glavni štetnik na smreci. Intenzitet njegova pojavljivanja nije u čitavoj državi jednak, pa on prema dosadašnjim podacima u Bosni, Sloveniji i Srbiji izaziva kalamitete, a u Hrvatskoj počinja veće ili manje štete.

Od vanjskih faktora, koji najviše odlučuju o masovnoj pojavi smrekova pisara, na prvo mjesto dolazi šumski red odnosno nered, a na drugo klimatske prilike, koje su odlučne za brzinu njegova razvoja i broj generacija.

Smrekov pisar može u povoljnim klimatskim prilikama dati kod nas i III. generaciju, ali redovno i u tom slučaju polovica kornjaša prezimljuje, ne daje III. generacije i vrši dopunsko žderanje od ljeta do proljeća.

Brzina razvoja ovisi o klimatskim prilikama, no obično I. generacija za svoj razvoj treba 35-40 dana, II. 18-26 dana, a III. od 26 dana do preko tri mjeseca; već prema tome, u koje se vrijeme ta generacija razvija.

Lovna stabla mogu poslužiti kao vrlo dobar mehanički način suzbijanja potkornjaka, ako se na vrijeme otkoravaju i ako se kora na licu mjesta spali. Međutim, kod otkoravanja u svakom slučaju neki postotak potkornjaka ostaje na životu. Stoga treba taj način suzbijanja poboljšati primjenom dodirnih otrova pri otkoravanju lovnih stabala.

Sintetička sredstva, različiti DDT i Heksa-preparati, nisu se pokazala efikasna kod suzbijanja potkornjaka na stablima pod korom, ali kod otkoravanja izazivaju na tretiranim lovnim stablima i kori pri direktnoj upotrebi apsolutni mortalitet potkornjaka u svim stadijima razvoja. Stoga je kod otkoravanja najpraktičnije prašiti koru i deblo prahom DDT ili Heksa-preparata.

L I T E R A T U R A

1. *Apfelbeck U.*, Izvješće o biološkim studijama obzirom na potkornjake (Ipidae) u bosanskim crnogoricama, Glasnik Zemalj. muzeja u Bosni i Hercegovini, knj. XXVIII, sv. 3 i 4, Sarajevo 1916.
2. *Barbey A.*, D. Bostrychiden Central-Europas, Geneva 1901.
3. *Barbey A.*, Traité d'entomologie forestière, Pariz 1925.
4. *Cecconi G.*, Manuale di entomologia forestale, Padova 1924.
5. *Butovitsch U.*, U. Ökologie u. d. forstliche Verhalten von *Ips typographus* L., Verhandlungen d. VII. internationalen Kongresses f. Entomologie, Bd. III, Berlin 1939.
6. *Eckstein K.*, D. Technik d. Forstschutzes gegen Tiere, Berlin 1915.
7. *Escherich K.*, Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. II, Berlin 1923.
8. *Fuchs G.*, Naturgeschichte d. Nematoden u. einiger anderen Parasiten d.: 1. *Ips typographus* L., 2. *Hylobius abietis* L., Zoologische Jahrbücher, Bd. 38, H. 3-4, Jena 1915.
9. *Hadorn M.*, Recherches sur la morphologie, les stades évolutifs et l'hivernage du bostryche lisere (*Xyloterus lineatus* Oliv.), Supplément aux organes de la Société forestière suisse, Bern 1933.
10. *Hennings C.*, D. achtzählige Fichtenborkenkäfer oder Buchdrucker *Ips typographus* L., Entomologische Blätter, Jhrg. 4, Schwabach 1908.
11. *Hess-Beck*, Forstschutz, Bd. I-II, Neudamm 1927.
12. *Kalandra A.*, Kůrovci nám ohrožují naše krásně pohraniční smrkové lesy, Zemědělství a lesnictví, č. 3, roč. 1946, Prag.
13. *Kalandra A.*, Pfeffer A., Směrnice ochrany proti lýkožroutu smrkovému *Ips typographus* L., Ministerstvo Zemědělství, Prag 1946.
14. *Karpinski I.*, Przyczyny ograniczające rozmazanie się korników druzharzy (*Ips typographus* L. i *Ips duplicatus* Sahlb) u lesie pierwotnym, Instytut badawczy lasow państwowych, Ser. A, Nr. 15, Warszawa 1935.
15. *Keller C.*, Untersuchungen ü. d. Höhenverbreitung forstschädlicher Tiere in d. Schweiz, Mitteilungen d. Schweizerischen Centralanstalt f. d. forstliche Versuchswesen, Bd. VIII, H. 1, Zürich 1903.
16. *Kleine R.*, D. europäischen Borkenkäfer u. ihre Feinde aus den Ordnungen d. Coleopteren u. Hymenopteren, Entomologische Blätter, Jhrg. 4, Schwabach 1908, i Jhrg. 5, Schwabach 1909.
17. *Kurir A.*, Moderne Schädlingsbekämpfung in d. Land- u. Forstwirtschaft, DDT- Nervengift f. Insekten, Allgemeine Forst- u. Holzwirtschaftliche Zeitung, Jhrg. 58, H. 3-4, Wien 1947.
18. *Kurir A.*, Buchdrucker (*Ips typographus* L.) - Kalamität im Raume St. Valentin u. Amstetten 1946-47, ibidem, H. 15-16, Wien 1947.
19. *Kurir A.*, Borkenkäferbekämpfung im Raume St. Valentin u. Amstetten, ibidem H. 19-20, Wien 1947.
20. *Langhoffer A.*, Podkornjaci Hrvatske (*Scolytidae croaticae*), Šumarski list, god. XXXIX, br. 3 i 4, Zagreb 1915.
21. *Mohrzecki Z.*, Ein neues Mittel gegen Xyloterini u. Eccoptogasterini, Anzeiger f. Schädlingskunde, Jhrg. VII, H. 6, Berlin 1931.
22. *Mohrzecki Z.*, Rabusie i pasorzyty korniku druzharza *Ips typographus* L. na ziemiach polskich, Polski pisma entomologiczna, T. XII, z. 1-4, Lwów.
23. *Novak U.*, Štander J., Zatirajmo lubadarje, Gozdarski vestnik, Ljubljana 1947.
24. *Nüsslin-Rhumler*, Forstinsektenkunde, Berlin 1927.
25. *Popović J.*, Uzroci sušenja naših četinašnih šuma, Drž. fitopatološki zavod, kod Zemalj. muzeja, letak 13, Sarajevo 1930.
26. *Rimski-Korsakov*, Lesnaja entomologija, Lenjingrad 1938.
27. *Schimitschek E.*, B. Bedeutung v. Klima u. Witterung f. d. Lebenslauf u. d. Entwicklung v. Insekten, Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen, Jhrg. 56, Wien 1930.

28. *Schimitschek E.*, Forstentomologische Untersuchungen aus d. Gebiete von Lunz I – Standortsklima u. Kleinklima in ihren Beziehungen z. Entwicklungsablauf u. z. Mortalität von Insekten, Zeitschrift f. angew. Entomologie, Bd. XVIII, Berlin 1931.
29. *Schimitschek E.*, Forstentomologische Untersuchungen aus d. Gebiete von Lunz II – Bestand u. Kahlfrässe, Verhältnisse a. verschieden exponierten Bestandsrändern, Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen, Jhrg. 58, Wien 1932.
30. *Schimitschek E.*, Bioklimatische Beobachtungen u. Studien bei Borkenkäferauftreten, II. Teil, Wetter u. Leben, H. 4, Wien 1948.
31. *Schimitschek E.*, Forstschäden in Niederösterreich u. d. Borkenkäferbekämpfung im Jahre 1948, Österreichische Vierteljahresschrift f. Forstwesen, Bd. 90, H. 3–4, Wien 1949.
32. *Schimitschek E.*, Bericht ü. aufgetretene Forstschäden u. deren Bekämpfung i. Niederösterreich i. d. Jahren 1946–1949, Landesforstinspektion f. Niederösterreich, Wien 1950.
33. *Schollmayer-Lichtenberg F.*, Einiges ü. d. Bekämpfung d. achtzähligen Fichteborkenkäfers (*Ips typographus*), Zeitsch. f. angew. Entomologie, Bd. IX, Berlin 1923.
34. *Schneider-Orelli*, Untersuchungen ü. Auftreten u. Überwinterung d. Fichtenborkenkäfers-Ips typographus L., Schweizerische Zeitsch. f. Forstwesen, Jhrg. 98, H. 3, Zürich 1947.
35. *Schneider-Orelli-Kuhn*, Weitere Untersuchungen i. schweizerischen Borkenkäferherden, ibidem, Jhrg. 99, H. 9/10, Zürich 1948.
36. *Schwerdfeger*, D. Waldkrankheiten, Berlin 1944.
37. *Sedlacek W.*, Studien a. Fangbäumen z. Bekämpfung d. Borken- u. Rüsselkäfer, Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, Wien 1918.
38. *Sedlacek W.*, Fangbaummethoden f. d. verschiedenen Borkenkäferarten, Zeitsch. f. angew. Entomologie, Bd. VII, Berlin 1921.
39. *Seitner M.*, Beobachtungen u. Erfahrungen aus d. Auftreten d. achtzähligen Fichtenborkenkäfers-Ips typographus L. in Oberösterreich u. Steiermark i. d. Jahren 1921 u. 1922, Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, Jhrg. 49, H. 1/3 i 4/6, Wien 1923, i Jhrg. 50, H. 1/3, Wien 1924.
40. *Seitner M.*, Kurze Anleitung z. Bekämpfung d. achtzähligen Fichtenborkenkäfers-Ips typographus, Wien 1922.
41. *Šlander J.*, Entomološki zaboji, Les I, št. 1/2, Ljubljana 1949.
42. *Trägårdh J.-Bulovitsch U.*, Einige Bemerkungen ü. quantitative Untersuchungsmethoden z. Berechnung d. Borkenkäfersbefalls, Zeit. f. angew. Ent., Bd. XXIV, Berlin 1938.
43. *Tredl R.*, Nahrungspflanzen u. Verbreitungsgebiete d. Borkenkäfer Europas, Entomologische Blätter, Jhrg. 3, Schwabach 1907.
44. *Tredl R.*, Ü. d. Flugzeiten d. Borkenkäfer, ibidem, Jhrg. 4, Schwabach 1908.
45. *Vajda Z.*, Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje hrastovih posavskih i donjopodravskih nizinskih šuma, Institut za šumarska istraživanja, sv. 1, Zagreb 1948.
46. *Vajda Z.*, Klimatske okolnosti i gradacija gubara u razdoblju od godine 1942–1948, ibidem, sv. 3, Zagreb 1949.
47. *Vajda Z.*, Savremena šumarska terapija, Šumarski list, god. 73, sv. 8/9, Zagreb 1949.
48. *Wimmer-Fürst*, D. Lehre v. Forstschutz, Berlin 1924.
49. *Živojinović S.*, Suzbijanje potkornjaka u Srbiji u godinama 1945.–1947., Šumarstvo, sv. 3, Beograd 1948.
50. *Živojinović S.*, Gradacija potkornjaka u četinarskim šumama Srbije 1945./47. godine, Godišnjak Poljoprivredno-šumarskog fakulteta, Beograd 1949.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Referate sind die Erforschungen über das Leben, die Entwicklungsdauer, die Zahlen der Generationen und die Verbreitung des achtzähligen Fichtenborkenkäfers beschrieben. In Verbindung dieser Forschungen sind auch die vorläufigen Resultate der Bekämpfung mit einigen chemischen Mitteln beschrieben worden.

Der Buchdrucker ist der verbreitetste und auch der wichtigste Schädling der Fichten in unserem Lande. Die Intensität seiner Erscheinung ist im Jugoslawien nicht überall die gleiche. Ofters brechen die Kalamitäten in Nationalrepubliken: Bosnien-Herzegowina, Slovenien und Serbien aus. In Kroatien kommt zu kleineren und grösseren lokalen Schäden aber nicht zu Kalamitäten.

Die Ursachen welche zur eine Massenvermehrung in Fichtenwäldern führen, sind: Forstunordnung und ungünstige klimatische Verhältnisse. Dieselben haben in letzten fünf Jahren vielmehr Einfluss auf die Massenvermehrung der Borkenkäfer geübt als die Forstunordnung. Besonders Frühjahrs- und Sommerdürre war die Hauptursache dieser Erscheinungen. Diese Verhältnisse, unterstützt von örtlichen Forstunordnungen, zu welchen die vergangenen Kriegsverheeren und Mangel der Arbeitskräfte geführt haben, haben auch physiologische Schwäche der Fichten hervorgerufen.

Was die Zahl der Generationen anbelangt, ist der Buchdrucker in erster und zweiter Generation in einer Massenvermehrung aufgetreten. Dazu haben noch cca 50% der Käfer eine dritte Generation erzeugt, die anderen aber als Käfer der zweiten Generation überwintert.

Entwicklungsdauer hängt von jährlichen klimatischen Verhältnissen ab und hat in letzten drei Jahren folgenden Verlauf gezeigt: erste Generation 35–40, zweite 18–26 und die dritte 26 Tage bis drei Monate gedauert. Die Käfer, welche im August schon in der dritten Generation aufgetreten sind, hatten schon anfangs September junge Käfer gehabt.

Fangbäume zeigen sich als ein sehr gutes mechanisches Bekämpfungsmittel aus. Diese müssen aber rechtzeitig entrinde werden. Immer, besonders aber bei der unrechtzeitig ausgeführten Entrindung der Fangbäume, um die Brut des Käfers zu vernichten, fallen viele Käfer, Nymphen und Larven auf die Erde und verbergen sich in Waldstreu, wo sich die Nymphen zu Käfer entwickeln und die alt- und Jungkäfer einen neuen Baum aufsuchen. Die Rinde muss auf einer offenen Stelle verbrannt werden, aber beim Übertragen da fallen wieder viele Larven, Nymphen und Käfer heraus. Wenn man aber diesen Mangel der Bekämpfung vermeiden will, müsste man chemische Mittel zu Hilfe nehmen.

Weil uns dieser Mangel der Bekämpfung sehr gut bekannt war, haben wir Versuche mit DDT- und Hexa-präparaten gemacht. Diese Präparate haben sich als sehr gut wirkende Mittel bei der direkten Behandlung des Buchdruckers und des sechszähligen Fichtenborkenkäfers gezeigt. Bei der indirekten Behandlung der Fangbäume, um die Einbohrung des Käfer zu verhindern, haben wir mit DDT-staubmittel und Emulsionen negative Resultate erhalten. Was besonders interessant war, ist die adaptive Wirkung der riechenden DDT-Emulsionen. Fangbäume, welche mit diesen DDT-Emulsionen (Petroleumulsion, Mineralölemulsion mit Zusatz von Paradichlorbenzol) behandelt wurden, haben mehr Bohrlöcher gehabt als unbehandelte.

Dr. ing. ZLATKO VAJDA

UZROCI EPIDEMIJSKOG UGIBANJA BRIJESTOVA

(LES CAUSES DU DÉPÉRISSEMENT ÉPIDÉMIQUE
DES ORMES)

SADRŽAJ (SOMMAIRE)

Uvod (Introduction)

Biološki podaci o rodu brijestova (Renseignements biologiques sur le genre des ormes)

Vrste brijestova (Les espèces des ormes)

Prirodna rasprostranjenost, šumsko-uzgojna svojstva i gospodarska važnost domaćih vrsta brijestova (L'extension naturelle, les qualités de sylvi-culture et l'importance économique des espèces indigènes des ormes)

Osjetljivost brijestova na nepovoljne ekološke utjecaje (La sensibilité des ormes par rapport aux influences écologiques défavorables)

Biljni i životinjski organizmi štetni za brijestove (Les organismes - plantes et animaux - nuisibles aux ormes)

Pojave epidemijskog ugibanja brijestova (Le dépérissement épidémique des ormes)

Rezultati dosadašnjih istraživanja (Les résultats des recherches effectuées jusqu'à présent)

Uloga klimatskih faktora pri epidemijskom ugibanju brijestova (Le rôle des facteurs climatiques dans l'apparition du dépérissement épidémique des ormes)

Metoda istraživanja (La méthode des recherches)

Analiza i komparacija klimatskog karaktera razdoblja, u kojem su brijestovi epidemijski ugibali, sa klimatskim karakterom razdoblja, u kojem nije bilo te pojave (L'analyse et la comparaison du caractère climatique de la période du dépérissement épidémique des ormes avec le caractère climatique de la période avant l'apparition de ce phénomène)

Utjecaj promjena klimatskih stanja na otpornu snagu brijestovih stabala (L'influence des changements climatiques sur la force de résistance des ormes)

Utjecaj klimatskih prilika na razvoj i širenje brijestovih potkornjaka (L'influence des circonstances climatiques sur l'extension et la propagation du bostrychidès d'orme)

Utjecaj klimatskih prilika na zarazu brijestovih stabala parazitarnom gljivom *Ceratostomella ulmi* (L'influence des circonstances climatiques sur l'infection des ormes par le champignon parasite *Ceratostomella ulmi*)

Postanak i uzroci epidemijskog ugibanja brijestova (L'origine et les causes du dépérissement épidémique des ormes)

Sinteza (Synthese)

Došadašnje metode i rezultati primijenjenih zaštitnih mjera (Méthodes actuelles et les résultats des mesures de protection appliquées jusqu'à présent)

Zaključak (Conclusion)

Tablice klimatskih podataka (Tables des dates climatiques)

Literatura (Bibliographie)

Résumé

UVOD

Epidemijsko ugibanje brijestova traje u našoj zemlji, kao i u većini evropskih zemalja, već više od dva decenija. To je ugibanje, u posljednjih deset godina, uzelo kod nas toliko maha, da su neke nizinske šume, u kojima je brijest bio obilno zastupan, ostale gotovo bez ijednoga brestova stabla. Ta se pojava i dalje širi, tako da nastaje ozbiljan problem daljeg opstanka brijestova po našim, pa i evropskim šumama.

Da bismo mogli donijeti pravilnu odluku o šumsko-gospodarskim mjerama, koje ćemo s obzirom na to epidemijsko ugibanje brijestova morati poduzeti, treba da nam budu jasni *glavni uzroci* postanka te, za šumsko gospodarstvo izvanredno štetne prirodne pojave. Što potpunije poznavanje i utvrđivanje tih uzroka omogućit će nam, da izabrane mjere budu s gospodarskog gledišta racionalne i opravdane, te da ih provedemo u skladu s određenim prirodnim okolnostima.

Da bi se utvrdio uzročnik ugibanja brijestova, izvršena su do danas vrlo opsežna istraživanja i zanimljiva otkrića. Već je u prošlom stoljeću, kao i na početku ovoga, proučena biologija brestovih potkornjaka, na koje se redovno nailazilo pod korom bolesnih i uginulih brestovih stabala. Kada je god. 1919. u parazitarnoj gljivi *Graphium ulmi* otkriven neposredni uzročnik ugibanja brijestova, brzo je s njom dovedeno u vezu i objašnjeno, kako je šire potkornjaci. Unatoč tim otkrićima ostao je *početni uzrok* pojave epidemijskog ugibanja brijestova nepoznat ili se tek – bez temeljitih dokaza – naslućivao. Razlog je tomu, što se ta pojava nije shvatila kao posljedica kompleksnoga i dugotrajnog djelovanja više odlučnih faktora. Utjecaj parazitarnog gljive i potkornjaka istražen je izolirano, t. j. nije se pritom uzelo u obzir i učesće glavnih klimatskih faktora: temperature i vlage, koji su za razvoj takvih prirodnih pojava često odlučujući. Nedostajalo je objašnjenje *kauzalne povezanosti* između ugibanja brijesta i faktora njegove okoline, koji su za postanak epidemije odlučni. Stoga ćemo nastojati da dopunimo već izvršena istraživanja, pa da – analizirajući prethodno čitav uzročni kompleks te epidemije – ustanovimo i njezin početni uzrok. Pritom će nas posebno zanimati, kakvu su ulogu u postanku te pojave imali klimatski faktori; radi toga ćemo proučiti njihov karakter u razdoblju epidemije ugibanja brijestova, kao i u razdoblju prije epidemije. S tim u vezi utvrdit ćemo, kakav utjecaj mogu imati ti faktori, odnosno

njihova kolebanja, na fiziološke funkcije brijestova i njihovu otpornu snagu prema specifičnim neprijateljima, i kakvo imaju oni značenje za razvoj, razmnažanje i širenje tih brestovih neprijatelja. U tom ćemo se radu poslužiti i poznatim rezultatima dosadašnjih bioloških istraživanja, koji bi nam mogli poslužiti, da se objasni postanak te prirodne pojave.

Prije nego prijedemo na naučno razmatranje i analizu same pojave, bit će potrebno da – donoseći pregled poznatih vrsta brijestova – ukratko prikažemo biološka i šumsko-uzgojna svojstva onih domaćih vrsta, koje su izložene tom epidemijском ugibanju, pa da označimo njihovo šumsko-gospodarsko značenje.

Rezultat rješenja postavljenog problema, pa rezultati dosadašnjih istraživanja i nastojanja, koja su izvršena radi što djelotvornije zaštite ugroženih vrsta brijestova, omogućit će nam da damo o tom problemu svoje mišljenje, i zaključak.

BIOLOŠKI PODACI O RODU BRIJESTOVA

Iako su neki od tih podataka opće poznati, ipak je zbog značaja ove rasprave potrebno, da ih ovdje navedemo, kako bismo o postavljenom problemu dali što potpuniju sliku, bez koje nam neki izvodi možda ne bi bili dovoljno jasni.

S obzirom na njihovu pojavu u geološkoj prošlosti, brijestovi pripadaju među najstarije rodove listača: nalazimo ih među prvim listačama kredine formacije. U oligocenu dolaze zajedno s javorima, magnolijom i leguminozama (20). Prema istraživanjima PILAROVIM (48) moglo bi se pretpostaviti, da su današnji *Ulmus campestris* L. i *Ulmus montana* Schult., koji rastu u našim predjelima, potomci doljanskoga fosilnog brijesta (*Ulmus doljanensis* PILAR), koji je kod nas rastao u miocenu. U prošlosti je bio po Evropi rasprostranjen i rodu brijestova blizak rod *Zelkova*. S rodом *Zelkova* i rodом koprivića (*Celtis*) čini rod brijestova (*Ulmus*) familiju *Ulmaceae*.

VRSTE BRIJESTOVA

Prema REHDEROVU (22) analitičkom ključu postoje ove vrste brijestova:

<i>Ulmus laevis</i> Pall. (Sin.:	U. pedunculata Fong., U. effusa Wild., U. racemosa Borkh.),
<i>Ulmus americana</i> L. (Sin.:	U. alba Raf. – sa 2 var.),

<i>Ulmus racemosa</i> Thomas. (Sin.:	U. <i>Thomasii</i> Sarg.),
<i>Ulmus fulva</i> Michx. (Sin.:	U. <i>rubra</i> Michx.,
	U. <i>elliptica</i> Koehne,
	U. <i>Heyderi</i> Spaeth,
	U. <i>sibirica</i> Hort.,
	U. <i>pubescens</i> Walt.),
<i>Ulmus glabra</i> Huds. (Sin.:	U. <i>scabra</i> Mill.,
	U. <i>montana</i> With.,
	U. <i>campestris</i> L. – sa 9 var.),
<i>Ulmus laciniata</i> Mayr. (Sin.:	U. <i>montana</i> var. <i>laciniata</i>
	Trautv.,
	U. <i>montana</i> var. <i>heterophylla</i>
	Maxim. – sa 1 var.),
<i>Ulmus procera</i> Salisb. (Sin.:	U. <i>campestris</i> Mill.,
	U. <i>surculosa</i> var. <i>latifolia</i> Stokes – sa 9 var.),
<i>Ulmus japonica</i> Sarg. (Sin.:	U. <i>campestris</i> var. <i>japonica</i>
	Rehd.),
<i>Ulmus hollandica</i> Mill. (Sin.:	U. <i>dippeliana</i> Schneid. – sa 9 v.),
<i>Ulmus foliacea</i> Gilib. (Sin.:	U. <i>campestris</i> L.,
	U. <i>nitens</i> Moench.,
	U. <i>glabra</i> Mill.,
	U. <i>campestris</i> var. <i>laevis</i> Spach.,
	U. <i>surculosa</i> var. <i>glabra</i> Stok. – sa 13 var.),
<i>Ulmus minor</i> Mill. (Sin.:	U. <i>sativa</i> Mors.,
	U. <i>surculosa</i> var. <i>angustifolia</i> Stokes),
<i>Ulmus pumila</i> L. (Sin.:	U. <i>campestris</i> var. <i>pumila</i> Maxim. – sa 3 var.),
<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq (Sin.:	U. <i>chinensis</i> Pers.,
	U. <i>Shirasawana</i> Daveau).

Ovim vrstama autor dodaje još pet drugih vrsta, koje se približuju nekim, gore navedenima, tako da možemo reći da rod brijestova ima u svemu oko 18 vrsta, koje se dalje diferenciraju na otprilike 46 varijeteta.

Od navedenih vrsta kod nas su prirodno rasprostranjene ove: *Ulmus campestris* L. – *nizinski brijest*, *Ulmus effusa* Willd. – *vez*, *Ulmus montana* – *gorski brijest* i *Ulmus procera* Salisb. var. *dalmatica* Bald. – *dalmatinski brijest*.

PRIRODNA RASPROSTRANJENOST,
SUMSKO-UZGOJNA SVOJSTVA I GOSPODARSKA
VAŽNOST DOMAĆIH VRSTA BRIJESTOVA

Ulmus campestris L. – *nizinski brijest* po mješovitim je šumama listača u nizinama i po bregovima najraširenija vrsta brijesta. Raste na toplim stranama humaka, u grmovima, na livadama, osobito duž većih rijeka i u dolinama. Na većim nadmorskim visinama javlja se samo pojedinačno. Izvan granica naše zemlje raširen je po južnoj i srednjoj Evropi (sjeverno do Danske, Poljske i Volinja), po sjevernoj Africi, Siriji, Sjevernoj Perziji, Afganistanu, Turkestanu, Himalaji, centralnoj Kini i Japanu. Ima ga nešto i u Engleskoj i Skandinaviji.

Nizinski je brijest do prije kratkog vremena obilno učestvovao u sastavu naših mješovitih posavskih i podravskih šuma. On je tu, u poplavnom području rijeke Save i njezinih pritoka, pa uz donju Dravu, rastao zajedno s jasenom u prostranim šumama hrasta lužnjaka (*Querceto – Genistetum elatae* Horv.). Ta je šumska zajednica, zajedno s njezinim značajnim slojem grmlja i niskog rašća, tu dobro uspijevala u vremenima, kada su poplavne vode potoka i rijeka često pokrivala te šume, kada su proljetni mjeseci gotovo redovno bili više nego dovoljno vlažni, t. j. sve dok nije, zbog promjene klimatskog stanja i zbog regulacije rijeka, režim vode u tlu izmijenjen na štetu te šumske zajednice (30).

KOZARAC, opisujući nekadašnju slavonsku šumu, pjesnički spominje učešće brijesta u njoj ovim riječima: »Mjestimice se podigao i crni brijest, uspravan kao prst, sa sitnim obješenim hvojama i ljušturastom korom, uvijek nekako mrk i zlovoljan, pravi pesimista ...«. Mogli bismo reći, da je KOZARAC tomu drvetu dao pesimistički karakter, kao da je slutio zlu sudbinu, koja ga već u najbližoj budućnosti čeka.

Nizinski brijest raste uz obale naših velikih rijeka i na svima, pa i neznatno povišenim mjestima, a usto u zadrugi topola, vrba i joha. On je isto tako član zadruge hrasta kitnjaka i običnog graba (*Querceto-Carpinetum croaticum* Horv.), koja se rasprostranila po svim brdima i dolinama sjeverne Hrvatske. Tu on raste na stalno vlažnim i dubokim tlima (30). Pojedinačno raste i po bukovim sastojinama na Kršu, a nalazimo ga i na Psunju. Donje granice vertikalne proširenosti nema.

Nizinski brijest pripada među drveće, koje treba najbolje tlo. Za njegov uspješan rast treba da su ta tla stalno i dovoljno vlažna, a podnosi i mokro tlo. On treba tek nešto malo manje vlage od jasena, ali mnogo više, t. j. do 40% više od svih hrastova (32). Ipak su mu povoljnija više vezana tla, koja su za jasen preteška. Osobito mu odgovaraju teška hrastova tla, koja se nalaze u nizinama po poplavnim područjima rijeka, kao i mineralnim hranjivima bogata i vlažna bukova tla, po nižim brdima. Dobro raste

na dubokim, rahlim nizinskim tlima, a nalazimo ga, uz dovoljno oborina ili zračne vlage, i na suhim ilovastim tlima. Tu on treba nešto manje vlage od bukve i gorskog javora.

U mješovitim sastojinama hrasta lužnjaka, nizinskog brijesta i jasena brijest raste na položajima, koji po vlažnosti leže između lužnjakovih i jasenovih tala, pa tu u nizinama često odlučuje razlika u nivelmanu od kojih desetak centimetara, hoće li prevladati brijest ili koja od tih drugih dviju vrsta.

Gotovo od svih domaćih vrsta drveća brijest treba najviše topline. Stoga raste u blagim nizinskim područjima, a u višim se položajima rasprostranio samo na jugoistočnim i jugozapadnim ekspozicijama ili na zaštićenim mjestima.

Brijest traži približno toliko svijetla, koliko i crna joha (t. j. srednju količinu), a na osobito povoljnim staništima podnosi i jaču zasjenu. Zbog toga je prikladan i kao podstojna sastojina u hrastovim šumama. Bolje podnosi zasjenu od hrasta i jasena, pa se najuspješnije uzgaja u sastojinama, koje čine te vrste drveća. Uspješno se može uzgojiti i u smjesi s bukvom uz ophodnju od 80-100 godina. Za rast u čistim sastojinama nije prikladan (28).

Iz panja i stabla tjera osobito snažne izbojke, a izbojke tjera i iz korijenja, ako se oko stabla iskopaju plitke grabe. U mladosti, pa sve do 60. godine, prirašćuje isto tako brzo u visinu kao i hrast. U sklopu naraste 30-33 m visoko. Može doseći starost od više stotina godina. Štete od divljači dobro podnosi, a i teže ozljede brzo zacjeljuju.

Kvalitet drveta nizinskog brijesta samo malo zaostaje za hrastovim, pa daje, s obzirom na vrijednost i trajnost, vrlo korisno drvo. Specifična težina prosušena brestova drveta jest 0,74; ono je tvrdo, trajno, teško cjepko, baca se i naginje raspucavanju. Ogrjevna je snaga za 21% manja od ogrjevne snage bukova drveta; kod izgaranja daje mnogo čađe. Brestovo se drvo teško obrađuje, ali se može upotrebiti u najrazličitije tehničke svrhe (stolarske, tokarske, kolarske, za željezničke vagoni, brodove i t. d.). Brestovo kolje vrlo je dobar potporanj za vinovu lozu, pa u mnogim vinorodnim krajevima Evrope to drvo uzgajaju radi pokrivanja potreba na vinogradskom kolju (Francuska, Italija i dr.).

Habitus brestova stabla vrlo je lijep, pa je ta vrsta drveća i s estetskog gledišta osobito prikladna za parkove. Stoga se brijest u sjevernoj Francuskoj, Belgiji i Holandiji, a i u drugim zemljama, već više stoljeća uzgaja u parkovima i sadi u drvoredima, uz putove. Brestovo je lišće dobra stočna hrana, pa se u nekim predjelima i kultivira radi dobivanja dobrog lisnika.

U Holandiji su uzgojili i posebnu odliku nizinskog brijesta, koju su nazvali veliki, glatki holandski brijest. Taj se veliki brijest ističe brzim rastom, čistom i glatkom korom, pa brojnim korištenjem, koje prirodno nema centralnog korijena. Zanimljivo je

spomenuti, da se u Holandiji brijest nije uzgajao sjetvom sjemena i sadnjom biljaka, već gotovo isključivo valjnicima. Te su valj-nike proizveli na taj način, da su jednogodišnje izbojke, koji su potjerali iz matičnih stabala, t. j. panjeva, savili do zemlje, pa su ih, pošto su se zakorijenili, iskopali i presadili. Tvrđi se, da nema vrste drveta, koja bi se na taj način mogla razmnažati i uzgajati bolje od nizinskog brijesta (7).

Ulmus montana With. – gorski brijest prirodno je rasprostra-njen po šumama viših regija, i to na rubovima šuma, na livadama i obroncima. U Alpama se uspinje do 1.300 m nadmorske visine. Rasprostranjen je i po gorama srednje i južne Evrope, kao i na Kavkazu, pa po Maloj i centralnoj Aziji, Mandžuriji i Japanu.

Vegetacijski pojas gorskog brijesta leži kod nas prosječno između 470 i 1.340 m nadmorske visine. Pojedinačno dolazi više, a i niže od granice tog pojasa (19).

Gorski je brijest sastavni dio kraške šume, gdje raste u zajednici s hrastom meduncem, kitnjakom, cerom, bijelim i crnim grabom i t. d. Nalazimo ga u bukovim formacijama dinarskoga i alpskog masiva (u području Rijeke, Senja, Kleka, Plješivice, Velebita, Dinare, Triglava, Prologa), po Hrvatskoj i sjevernoj Bosni u zoni hrasta (Sisak, Kozara, Majevisa), u predalpinskoj regiji Bosne (Grmeč, Osječenica), pa i u Hercegovini, u brdima prema Crnoj Gori (6). U Makedoniji dolazi vrlo rijetko, i to pojedinačno u donjem pojasu bukovih šuma, gdje raste uz potoke na dobrim i vlažnim tlima. Na mnogim mjestima, gdje ga je prije bilo, danas ga više nema, jer je iskorijenjen.

Ulmus effusa Wild. – bijeli brijest ili vez. Raste pojedinačno ili u malim grupama, po nizinskim šumama uz velike rijeke, pa je sastavni dio obalnih formacija joha i vrba. Nalazimo ga na po-višenim mjestima i nasipima, po lugovima – od ravnica sve do brdskih regija. U Alpama ga nema. Raste gotovo svuda po ravni-cama srednje, istočne i južne Evrope. Nema ga u Velikoj Britaniji, Španjolskoj, južnoj Italiji, Istri i Grčkoj, a u južnoj i istočnoj Francuskoj je rijedak. Na sjever se rasprostire sve do Danske, a ima ga i na Kavkazu. Kod nas ga nalazimo po ravnicama i nizi-nama uz Savu, Dravu i Dunav, ali i po brdima oko Psunja i Pa-puka. Ima ga na prikladnim staništima i po ostalim krajevima Jugoslavije, kao na pr. u Makedoniji, gdje je preostao iza neka-dašnjih šumskih zadruga *Quercus pedunculiflora*, koje su rasle na dobrim i dubokim tlima, s visokom razinom donje vode. Po svim kotlinama Makedonije nailazimo na omanje grupe snažnih i visokih stabala brijesta veza.

Vež uspijeva i na lošijim tlima i kod oporije klime, gdje ostali brijestovi ne rastu. Zahtijeva više svjetla od nizinskog brijesta. Vežovo se drvo teško obrađuje; manje je vrijedno od drveta gor-skoga i nizinskog brijesta, pa je i njegova šumsko-gospodarska vrijednost manja. Liko toga drveta pruža nam koristan materijal za vezanje.

Ulmus procera Salisb. var. *dalmatica* (Bald) rasprostranjen je po Dalmaciji.

Prema podacima, dobivenim od Šumarskog naučno-opitnog instituta u Skoplju – u Makedoniji pridolazi brijest, označen kao *Ulmus campestris*, u pojasu šumske zajednice *Quercus lanuginosa* – *Carpinus orientalis*. Ta vrsta raste tamo na izrazito suhim i toplim staništima, nalazi se i u području najtipičnijih goleti, te traži duboka i relativno propusna tla, tako da se može uvrstiti među izrazito kserotermofilne biljke. To je ujedno vrlo otporna i žilava vrsta drveta. Po Makedoniji ga mnogo sade uz međe i putove. Bilo bi korisno da se ta vrsta brijesta točnije ispita i da se pobliže odrede njegova šumsko-uzgojna svojstva.

Naše botaničare i dendrologe čeka još veliki zadatak, da detaljnije istraže opisane četiri vrste brijestova i njihove varijetete, kao i da točnije odrede područja njihove prirodne rasprostranjenosti u našoj zemlji.

OSJETLJIVOST BRIJESTOVA NA NEPOVOLJNE EKOLOŠKE UTJECAJE

Prema podacima iz stručne literature, kao i po vlastitim opažanjima, možemo zaključiti, da nizinski brijest pripada među one domaće vrste drveća, koje su dosta osjetljive na nepovoljne ekološke utjecaje. To posebno vrijedi za pogoršanje kvalitete tla, na koju nizinski brijest stavlja velike zahtjeve. Ta osjetljivost ima svoj uzrok u činjenici, što je uspješan rast brijesta uvjetovan stalno povoljnim ekološkim prilikama, i to u razmjerno većoj mjeri, nego rast ostalih domaćih vrsta listača.

Već je SCHINDLER (59) utvrdio, da brestove biljke teško podnose ekstremne temperature, tako da prevelika hladnoća, kao i prevelika vrućina, mogu lako uzrokovati njihova oboljenja. Iako su te biljke, isto tako kao i grabove, gotovo neosjetljive na kasne mrazove, ipak im niske zimske temperature mogu znatno naškoditi.

U zimama s ekstremno niskim temperaturama brestova se stabla raspucavaju češće nego stabla koje druge vrste drveća. U nekim nizinskim područjima gotovo ne možemo ni naći brestovih stabala bez tragova raspuklina od mraza, ili takvih ima tek vrlo malo. Te raspukline brzo zarašću, ali ako se opetuju, uzrokuju poremetnju u cirkulaciji sokova u stablu, biološka otpornost takvih stabala slabi, i ona postaju predisponirana za napadaj štetnih gljiva i insekata.

Visoke ljetne temperature, uz istodobni nedostatak oborina, t. j. nastup duljih sušnih perioda, koje uzrokuju isušenje tla, imaju vrlo štetne posljedice za osjetljivo brestovo korijenje. U takvim prilikama njegovo korijenje brzo zakržlja, što uzrokuje slabljenje otporne snage stabla prema napadajima štetnih gljiva i insekata. To stanje korijenja pogoršava se još i više, kada se, zbog velike

Pregledni iskaz aproksimativnog broja i drvene mase osušenih brestovih stabala na području navedenih kotara
NRH u periodu od 1920.-1948. god.

(Présentation des chiffres approximatifs des ormes dépêris et de leurs masses partielles dans la région de la Rép. Pop. de Croatie pendant la période de 1920. à 1948.)

Tek. broj	Kotar	Sumarija odnosno šumska ispostava	Vrsta sastojina	Sušenje brijestova			Broj osušenih		Primjedba
				započelo	bilo najjače	gdje?	stabala	m ²	
1	Bjelovar	Cesma	mješovite sastojine listača s poljskim brijestom	1932.	1937.-1940.	u nizini i na brežuljcima u nizini	1.200	7.500	Sušenje je zahvatilo sve predjele
		1932.		1932.-1939.		1.000	7.000		
		1934.		1938.-1940. 1942.-1946.	u nizini uz potoke	60.000	9.500		
2	Cazma	Draganac Vojni Križ Kloštar-Ivanić	mješovite sastojine listača s poljskim brijestom	1928. 1920. 1937.	1936., 1937. 1946., 1947. 1948.	u nizini u nizini	10.000 7.500 12.500 12.000	6.400 5.250 6.346 5.500	Sušenje najjače u poplavnim područjima
		1934.		1943. 1942.	u nizini u nizini u nizini	12.000 5.000 10.000 24.000 9.000 12.000	8.500 1.200 4.000 7.000 6.000 2.050		
		1936.		1939. 1940. 1946.	u nizini uz potoke	3.000 200	2.800 40		
4	Đakovo	Dakovo KNO Stari Mikanovci	i s vezom	1931. 1933.	1941.-1942. 1946.	"	4.000	2.500	
		1931. 1933.		1941.-1943.	"	27.000	37.000		
5	Garešnica	Garjevica Ilova	s polj. brijestom	1936. 1926.	1943. i 1945. 1940., 1942., 1946	"	3.000 3.300 4.220	1.000 1.800 980	Sušenje osobito jako nakon sušnih godina i nakon poplava
6	Čakovec	Gornji Hračin	s polj. br. i vezom	1938.	1941.-1944.	"	500	30	
7	Jastrebarsko	Jastrebarsko z. z.	s polj. br. i vezom	1936.	"	"	6.000	6.000	
8	Karlovac	Karlovac I Karlovac II	mješovite sastojine listača s poljskim brijestom	1935. 1943.	1941.-1946. 1945.	"	3.500 234	1.200 134	
9		Livade (Istra)		1939.	1941.	uz rijeku	20.000	15.000	
10	Križevci								
11	Koprivnica	Koprivnica Novi Grad Gola	mješovite sastojine listača s poljskim brijestom	1937. 1932. 1934.	1938.-1946. 1941.-1946. 1941.-1943. 1946., 1947., 1948.	u nizini	12.200 4.000 5.000 1.250	6.380 760 1.500 3.000	Osobito nakon sušnih godina
12	Našice	Boljara Kolka Larič Našice Orahovica		1933.-1936.	1941.-1944. 1947.	u nizini rijeka	1.300 30.000 120.000 85.000 165.000 120.000 5.000	1.100 19.500 80.000 44.000 99.000 7.500 2.600	
		1940.		1946.	u nizini	300	120		
13	Novi Marof								
14	Nova Gradiška	Okučani Rajci Novska Nova Gradiška	mješovite sastojine listača s poljskim brijestom	1934. 1929. 1927. 1936. 1936.	1945. 1935.-1941., 1946. 1939. 1945.	u nizini u nizini u nizini na uzvisini	120.000 400 35.900 70.000	60.000 500 13.500 17.000	Jače sušenje, gdje stagnira voda
15	Pakrac	Pakrac		1936.	1942.-1945.	u nizini uz Pakru	140	420	
16	Pisarovina	Pisarovina		mj. sast. s polj. i gor. br.	1920.	1928.-1935. 1940.-1946.	na brežuljcima	300	
17	Polega	Pleternica Polega	mj. sast. listača s gor. br.	1937. 1944.	1943.-1945. 194.-1945. 1947., 1948.	svuda podjednako	4.000 5.500	2.000 4.000	Stabla stara 20-25 godina
18	Podravska Slatina				1947., 1948.		5.500	4.000	
19	Sisak	Sisak	mj. sast. s p. p.	1934.	1936.-1940. 1939.-1941.	u nizini uz rijeku	12.000	10.400	
20	Slav. Brod	Slav. Brod Oriovac	mješ. sast. list. s polj. br. i vezom	1930. 1930.			100.000 10.000	25.000 700	
21	Valpovo	KNO Valpovo		1933.-1936.	1941.-1944.	u nizini	9.000	5.500	
22	Vel. Gorica	Općina Turapolje	mješ. sastojine listača s poljskim brijestom	1936.	—	u nizini uz rijeku	21.000	1.500	
23	Vinkovci	Morović St. Mikanovci Vinkovci Otok		1935. 1929. 1926.	1938.-1945. 1929.-1937., 1944. 1942., 1945.	u nizini u nizini u nizini uz vodotoke na viš. polj. ljaljama	310.000 224.300 100.000 50.000 1.000.000	171.000 108.600 63.000 9.000 400.000	
		24		Vukovar	Vukovar	1933.-1936.	—		
25	Vrbovec Zumberak	Vrbovec KNO KNO Vitrsko		1910. 1939.	1934.-1938. 1941.-1942.	uz rijeku u nizini	520	390	U brškim predjelima malo se osušilo
26	Zagreb	Zagreb GNO	s goriskim i poljskim brijestom	1939.	—	u nizini	80	120	
27	Županja	Strošinci Rajevo Selo Vrbanja St. Mikanovci Županja	mješ. sastojine listača s poljskim brijestom i vezom	1930. 1932. 1932.	1938.-1940. 1938.-1940. 1938.-1945. 1935.-1945. 1933.-1946. 1947. 1948.	u nizini " " " " " " " " " " " "	850.000 100.000 129.370 1.500.000 22.000 300.000 137.150	250.000 35.000 29.804 250.000 18.000 100.000 40.600	
		Ukupno						5.918.704	

suhoće teških nizinskih tala, na kojima brijest raste, u tim tlima stvaraju široke i duboke pukotine, koje uzrokuju kidanje i oštećivanje sitnoga i tanjeg korijenja.

Iako brijest dobro podnosi i dulje poplave i zamuljavanja, ipak je njegovo korijenje osjetljivo i na drugi ekstrem, t. j. na trajno mokra tla, koja naginju zamočvarivanju. I u tim slučajevima nastaje kržljanje i truljenje korijenja, što slabi otpornu snagu stabla.

Da brijest pripada među drveće, koje je vrlo osjetljivo na nepovoljne ekološke prilike, najbolje nam svjedoči i – već stoljeća poznata – činjenica, da je on od domaćih vrsta drveća, koja se sade uz ceste, u drvoredima, na tom mjestu razmjerno najviše ugrožen, i najčešće mu tu prijeti opasnost da uginu. Upravo zato, što ima na dobrotu tla velike zahtjeve, on je na tim mjestima manje otporan nego druge vrste drveća. To je i razumljivo, jer na tim mjestima i svaka manja promjena ekoloških prilika na gore dolazi najčešće i najprije do izražaja, svakako mnogo prije i očitije, nego u zatvorenim šumskim kompleksima u posebnoj sastojinskoj klimi. Ekstremno suha i vruća ljeta pogoršavaju ekološke prilike na južnim i zapadnim rubovima sastojina, a još više u gradskim drvoredima na poploćenim, prašnim ulicama sa zbijenim tlom, u kojemu je sadržaj kisika pao na najmanju mjeru.

Kanalizacija i odvodnja potpuno isušuju ta tla, u njima je onemogućeno isparivanje vode i upijanje oborinskih voda, te je poremećena cirkulacija donje vode. Ovakvo je stanje tla nepovoljno za svaku vrstu drveća, a posebno za brijest, koji ima dosta osjetljivo korijenje i traži stalno vlažno tlo s dovoljno zraka. Veći su gradovi usto gotovo uvijek zaviti dimom (koji potječe od loženja) i katranskim parama, na što je brijest osobito osjetljiv (17). Stoga se u prošlosti često događalo, da su i u vremenima, kada općenito nisu vladale tako nepovoljne ekološke prilike kao što vladaju danas, ipak u drvoredima i parkovima, a kojiput i po rubovima šuma, brijestovi ugibali u većem broju.

Gorski brijest i vez pokazali su se manje osjetljivi na utjecaje nepovoljnih vanjskih faktora nego poljski brijest.

Iz tih pojava možemo zaključiti, da brijestovi – osobito nizinski brijest – u povoljnim ekološkim prilikama pokazuju doduše snažan uzrast i znatnu otpornost, ali ipak kada nastupi promjena tih prilika nagore, osobito u tlu, gube na svojoj otpornoj snazi više od drugih vrsta domaćih lišćara.

BILJNI I ŽIVOTINJSKI ORGANIZMI ŠTETNI ZA BRIJESTOVE

Brijestovi su – osobito *nizinski brijest* (*Ulmus campestris* L.) – izloženi napadajima mnogih biljnih i životinjskih organizama. Zanimljivo je, da još god. 1861. SCHINDLER piše (59), da brestovo stablo i grane često napadaju bolesti, koje manje ili više priječe

njegov dalji uspješan rast. U progatjenim sastojinama izbijaju duž stabla vodeni izbojci, koje lako možemo od stabla otrgnuti rukom. Pojava takvih vodenih izbojaka odaje uvijek bolesno stanje brijesta. Dalje isti pisac naročito naglašava, da bolesti grana u brestovoj krošnji imaju osobito značenje i da je sušenje vrha kod brijesta predznak njegova brzog ugibanja.

Uzročnici bolesti brijestova i njegovi napadači pretežno su parazitarni gljive i insekti. Od parazitarnih gljiva spominjemo ove: *Dothidella ulmi* Duv., koja na lišću uzrokuje brojne, crne, sjajne krastice, pa *Uncinula clandestina* Biv., koja na lišću stvara pepeljasto-sive prevlake. Na obamrloj kori često nailazimo na sitna plodišta, boje cinobera, koje stvara *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. Za brijest je najopasnija gljiva *Ceratostomella ulmi* (Schw.) Buisson. – uzročnik brestove holandske bolesti, koja napada gotovo sve vrste brijestova.

Bijelu trulež brestova drveta uzrokuju *Polyporus squamarius* (Huds.) Fr., *Pleurotus ulmarius* (Bull) Fr. i *Pleurotus sapidus* Schulz., a *Collybia velutipes* (Curt.) Quel. stvara smeđu trulež. Već oslabjela stabla često napada i gljiva mednjača ili puza – *Armillaria mellea* Sacc.

Brijest napadaju ovi insekti:

Drvo starih brijestova buše strizibube *Cerambix cerdo* i *Cerambix scopolii* i gusjenica vrbotoča – *Cossus cossus* L.

Pod njihovom korom čine prohode veliki brestov potkornjak *Eccoptogaster Scolytus* Geoffroy i Goetze (*Scolytus scolytus* Fabr.) i mali brestov potkornjak *Eccoptogaster multistriatus* Marsh, zatim: *E. laevis* Chap., *E. Kirschi* Skol., *E. ensifer* Eichh., *E. pygmeus* F., *E. sulcifrons* Rey, *E. affinis*-Egg., *Pteleobius vittatus* F., *Pteleobius Kraatzi* Eichh., *Magdalis armigera* Geoffr i *Saperda punctata*. Brestove potkornjake – vrste *Scolytus* (*Eccoptogaster*) – osobito privlače ona stabla, u kojima je nastao zastoj u cirkulaciji sokova, i gdje su ti sokovi prešli u vrenje.

Brestovo lišće često izjeda ličinka brestove zlatice (*Galeruca luteola* Müll.), a gusjenica gubara (*Liparis dispar* L.), zlatokraja (*Nygmia phaeorrhoea* L.), pa maloga i velikog mrazovca (*Operophtera brumata* i *Eramis defoliaria*) često ga svega obrste; *Orchestes ulmi* ga minira.

Lišće pojedinih stabala napadaju i raznovrsne lisne uši (*Aphididae*) kao: *Tetraneura ulmi* Dég. i *T. pallida*, koje na listovima uzrokuje manje šiške, pa *Eriosoma lanuginosum* Htg., kojoj šiške imaju promjer 6–8. cm.

Schizoneura ulmi L. uzrokuje savijanje jedne polovice lista u blijedožute svitke. *Eriophyes ulmicola typicus* Nal. uzrokuje po lišću sitne bradavice. Brijest napada i štitasta uš – *Lepidosaphes ulmi*.

POJAVE EPIDEMIJSKOG UGIBANJA BRIJESTOVA

Sušenje i ugibanje većeg broja brijestova po Evropi nije nova pojava. Ona je – kako nam svjedoče mnogi pisci – bila poznata i u prošlom stoljeću. Razlika je samo ta, što je ugibanje brijestova posljednjih godina zauzelo tako velik opseg, da je ta pojava poprimila epidemijski karakter, zbog čega u pojedinim prostranim područjima prijete opasnost, da ta vrsta drveta potpuno nestane.

Već god. 1839. RATZEBURG (51, str. 226–228) spominje, da je u jednom šumskom reviru Njemačke našao pojedine, iz nepoznatih uzroka osušene debele brijestove, a da je i MEYERINCK, god. 1836., našao na pojedine grupe potpuno razorenih brestovih stabala. Pisac dalje daje podatke o sušenju čitavih brestovih drvoreda i ugibanju stotina mladih brestovih stabala kod Dünkirchena, Çalaisa, Caëna i t. d.

Isti pisac i kasnije navodi (1871) primjer ugibanja brestovih stabala po ulicama Berlina, gdje su god. 1870. uginuli gotovo svi brijestovi.

NÖRDLINGER god. 1884. spominje, kako je veliki brestov potkornjak pridonesao uništenju čitavih aleja brijestova, posađenih uz ceste u Parizu i drugim gradovima, koji su trpjeli od suše (45).

I DE LA BLANCHER i ROBERT upozoravaju god. 1889. na stradanja brijestova po šumama Francuske.

TUBÉUF navodi, da je već god. 1918. opazio, da se po Njemačkoj u velikoj mjeri suše krošnje brestovih stabala, nakon čega ta stabla ugibaju (17). Prema SPIERENBURGOVOJ (1921) i SCHWARZOVOJ (1922) sušenje brijestova u Holandiji započelo je u velikoj mjeri god. 1919. SPIERENBURGOVA je bila prva, koja je točno opisala sušenje i ugibanje brijestova u toj zemlji. Ugibanje brijestova poprimilo je tu epidemijski značaj.

Od tog se doba gotovo iz svih krajeva Evrope sve češće javlja o epidemijskom ugibanju brijestova. FARSKY (17) daje opširne podatke, kako je, počevši od god. 1920., opazio ugibanje brestovih stabala po ulicama Brna. Već slijedećih godina stižu sa svih strana Čehoslovačke izvještaji o ugibanju brijestova. Epidemijsko ugibanje utvrđeno je po raznim evropskim zemljama ovim kronološkim redom: god. 1923. ono je zahvatilo Belgiju i Francusku, a god. 1924.–1928. počese ugibati brijestovi po čitavoj Njemačkoj; god. 1926. opazila se ta pojava u Engleskoj, Norveškoj, sssr-u i Austriji; god. 1928. opazilo se prvi put takvo ugibanje brijestova u Bugarskoj, u Euksinogradu; god. 1930. utvrđeno je epidemijsko ugibanje brijestova po Italiji; god. 1932. u Švajcarskoj i Čehoslovačkoj; god. 1933. u Španiji i Mađarskoj (17).

God. 1925.–1933. zahvaća ono već u većoj mjeri pojedine pre-djele Jugoslavije. U Hrvatskoj je – prema raspoloživim podacima

– počelo jače ugibanje brijestova god. 1920. u području Vojnog Križa i Pisarovine.

Kolik je opseg zauzelo sušenje brestovih stabala u šumama Narodne Republike Hrvatske, najbolje se vidi iz priložene pregledne tablice o aproksimativnom broju i aproksimativnoj masi osušenih brestovih stabala u razdoblju od god. 1920. do 1948. Prema tim podacima u tom razdoblju se posušilo i uginulo je blizu šest milijuna stabala, s drvnom masom od preko dva milijuna kubnih metara. Razvrstamo li drvene mase osušenih brestovih stabala po godištima, uzevši pritom u obzir naznačene godine početka sušenja i godine najjačeg sušenja, kako je to u metodi rada točnije obrazloženo, dobivamo ukupnu sliku vjerojatnog širenja epidemije ugibanja brijestova za sve navedene predjele zajedno. Na osnovu takvog razvrstavanja mogli smo utvrditi, da su se u razdoblju od god. 1920. do 1926. – i dalje – u pojedinim dvogodištima posušile ove drvene mase brijestova:

Godine	Drvena masa
1920/26	5.150 m ³
1927/28	12.900 m ³
1929/30	17.500 m ³
1931/32	36.850 m ³
1933/34	53.340 m ³
1935/36	78.220 m ³
1937/38	154.450 m ³
1939/40	280.770 m ³
1941/42	305.660 m ³
1943/44	368.104 m ³
1945/46	346.960 m ³
1947/48	375.420 m ³

Ukupno 2,035.324 m³

Iako ovako utvrđene količine osušenih drvnih masa imaju tek približne vrijednosti, ipak nam daju dovoljno pouzdanu sliku o početku i sve jačem intenzitetu epidemijskog ugibanja brijestova na području Hrvatske u razdoblju od god. 1920. do 1948. U priloženom grafikonu br. 2 prikazani su ti brojevi podaci grafički.

Šume, po kojima se brijestovi suše, velikim su dijelom mješovite sastojine listača, u kojima su nizinski brijest i vez rastreseni pojedinačno ili u malim skupinama. Gotovo se svuda sušenje i ugibanje brijestova pojavilo i započelo po nizinama, uz potoke i obale rijeka, pa se odatle širilo na brežuljke i više položaje. Brdske je šume sušenje tu i tamo zahvatilo tek posljednjih nekoliko godina. Ugibanje brijestova zauzelo je najveći opseg pretežno u onim posavskim i podravskim područjima, u kojima se pojavilo i masovno sušenje hrasta lužnjaka.

U Posavini se u tom osobito ističu šume na području Vrbanje, Strošinaca, Županje, Otoka, St. Mikanovaca, Slav. Broda i Okučana, a u Podravini oko Našica, Koške i Lacića. Mnogo je brijestova uginulo i po šumama na području Pitomače i Ivanjske. Sušenje brijestova zahvatilo je u punoj mjeri i Motovunsku šumu, u dolini rijeke Mirne, u Istri. Ugibanja brestovih stabala opazila su se i u drugim krajevima Hrvatske, pa i u Primorju, uz morsku obalu, iako u manjoj mjeri. Tako su se na pr. u Crikvenici brijestovi počeli sušiti god. 1925., pa je od 450 brijestova, koliko ih je tamo bilo, do danas uginulo 160. I po ostalim primorskim mjestima opazilo se prošlih godina sušenje brijestova. Sušila su se pojedina stabla ili jače grane stabala u drvoredima, i to najviše ona, koja su se preko ljeta zalijevala vodom, t. j. koja su bila prućena na veću vlagu. Stabla, kojih su se krošnje redovno obrezivale, nisu se sušila (56). Čini se, da su autohtona brestova stabla u suhim primorskim područjima pokazala prema sušenju prilično velik otpor. S većom nadmorskom visinom učestalost sušenja opada, pa je ona u izrazito brdskim predjelima rijetka pojava, što potvrđuju i izvještaji iz naših brdovitih područja, na pr. iz Gorskog Kotara i Like, pa iz Bosne, Hercegovine i Crne Gore.

Epidemijsko ugibanje brijestova zahvatilo je i nizinska područja Srbije. Tamo se, na pr. već god. 1932., opazilo masovno ugibanje brijestova duž željezničke pruge Beograd-Niš (3). Prema dovoljno točnim taksatorskim podacima, primljenima iz Vojvodine, bilo je u šumama bivše Petrovaradinske imovne općine u razdoblju od 1931.-1938. oko 35% brestovih stabala. Kada je g. 1947. obavljena inventarizacija tih šuma, utvrđeno je, da je učešće brestovih stabala u tim šumama palo na 5%. To znači, da je u razdoblju od 10-15 godina 85% brijestova tih šuma uginulo. Ustanovljeno je i sušenje brijestova na Homoljskim i Vršačkim gorama.

Zanimljivi su podaci o sušenju brijestova, dobiveni iz Makedonije. Tamo se - prema izvještaju Šumarskog naučno-opitnog instituta u Skoplju (60) god. 1945. u nekim područjima opazilo, da su se pojedinim starim, potisnutim brestovim stablima (*Ulmus campestris*), koja su uzrasla na duboku, povoljnu, vjerojatno stalno natapanu tlu, počele sušiti grane pri vrhu. Stabla ipak još nisu uginula, jer druge, zdrave grane brzo naknade osušene. Kada su se god. 1948. ta stabla ponovo pregledala, nisu pokazivala nikakve simptome, prema kojima bi se moglo zaključiti, da će se uskoro posve osušiti i uginuti.

Pojaava većih sušenja i ugibanja brijestova poznata je i u Americi već od prijašnjih vremena. GARMAN (1899) i FORBES (1912) tvrde, da već u ono doba nije bilo moguće oko američkih cesta njegovati i izdržavati aleje američkog brijesta - *Ulmus americana* (17). Ugibanje brijestova poprimilo je u nekim područjima Sjedinjenih Američkih Država, počevši od 1930., također epidemijski karakter (65).

REZULTATI DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

U brijestovima, koji ugibaju, gotovo redovno nailazimo na poznate nam brestove potkornjake. Prema podacima starije entomološke literature tumačilo se, da je ugibanje brestovih stabala – koje se u pojačanoj mjeri opaža u zapadnim dijelovima Evrope već od početka prošlog stoljeća – posljedica napadaja brestovih potkornjaka. Ipak, uloga potkornjaka u oboljenju brijestova nije bila tako jasna. To potvrđuje i RARZEBURG, kada navodi, da se u pojedinim revirima debeli brijestovi suše iz *nepoznatih razloga*. Ali već i taj entomolog-istraživač pridaje potkornjacima u pojavi epidemijskog ugibanja brijestova veliku važnost spominjući, kako se u ono doba, t. j. u prvoj polovini prošlog stoljeća, veliki brestov potkornjak (*Eccoptogaster scolytus* Hb.) jako rasprostranio i po Češkoj, Austriji, Bavarskoj, pa po Engleskoj i sjevernoj Njemačkoj sve do Švedske i Rusije. Taj pisac kaže o njemu dalje ovo: »O tom insektu, o kojemu se dosad tako malo govorilo, primili smo zanimljive vijesti, koje sve više dokazuju, da on pripada među insekte listača, kojima se mora obratiti najveća pažnja. Pojavio se u različitim predjelima Francuske, Belgije ... Morala su se rušiti najljepša brestova stabla ... Insekt je uništavao čitave drvoređe, ugibalo je stotine mladih stabala« (51).

U Engleskoj se još god. 1828. raspravljalo, da li taj štetnik napada samo bolesna ili i zdrava brestova stabla. Već je tada DENSON svojim pokusima dokazao, da *Scolytus* svoja jaja nikada ne odlaze u zdrava stabla, što znači, da je samo odlaganje jaja u bolesna brestova stabla sekundarna pojava, koju ne možemo smatrati za uzročnika ugibanja tih stabala. Zaista je zanimljivo, da su istraživači već prije 120 godina došli do tog zaključka. Oni su sigurno utvrdili, da brestov potkornjak nije primarni uzročnik ugibanja brijestova. Iako su mu pridavali u tom procesu veliku važnost, ipak nisu mogli objasniti, zašto ugibaju brijestovi – svakako ne zato, što im nisu bili poznati i drugi, u tom procesu odlučujući faktori. Da se u to doba veliki brestov potkornjak posebno isticao, dokazuje i to, što je u velikoj BREHMOVOJ zoologiji, izdanoj god. 1877., između svih štetnih potkornjaka, od kojih stradavaju listače, za primjer izabran upravo on, pa je tu i opširnije opisan, a donesena je i njegova slika, pa crtež njegovih prohoda, koje čini pod brestovom korom. To svakako nije tek slučajno učinjeno.

GREBE (24), opisujući biologiju velikog brestova potkornjaka, kaže: »... stanuje isključivo u brijestovima, daje prednost starijim brijestovima pred mladim porastom, pa svoja jaja odlaze u kratkim, širokim hodnicima, koji se pružaju uspravno prema gore. Prohodi ličinaka teku isprepletano jedan preko drugoga i nerijetko nalazimo, da je čitav liko izjeden. *Misli se, da taj insekt zaposjeda*

stabla puna životne snage, te da ih ubija, što još nikako nije sigurno utvrđeno (str. 227.). Dakle, i taj pisac – još god. 1875. – temeljito sumnja, da bi veliki brestov potkornjak mogao da bude onaj, koji ubija zdrava brestova stabla.

EICHOFF god. 1881: piše, da *Eccoptyogaster scolytus* najradije napada *Ulmus campestris*, i to – kao svi potkornjaci – najprije boležljiva stabla, ali on mora da je već više puta uzastopnim napadima ubijao i stabla, na kojima se neki drugi uzročnici bolesti nisu mogli dokazati. Roji se rijetko prije maja, redovno u drugoj polovici maja, t. j. u vrijeme, kad se *Eccoptyogaster multi-striatus* nalazi još u stadiju ličinke ili kukuljice. Razvija se u toku svih bezmraznih dana u godini, roji se i traži prikladno drveće za leženje jaja u toku čitavog dana (11 i 12).

NÖRDLINGER u svom djelu (45), izdanom god. 1884., navodi, da veliki brestov potkornjak napada vrlo često brestova stabla, ali on napada, iako vrlo rijetko, i jasenova stabla. Čini se da je – kao što to tvrdi i RATZEBURG – vez prema tom potkornjaku veoma otporan. Po njemu napadnuta mlada stabla veza ugibaju, ali stari vez, premda napadnut, još se dugo godina drži na životu.

Istraživanjima o ugibanju brijestova u vezi s oštećivanjima, koja vrši veliki brestov potkornjak, bavio se i ALTUM (1), koji o tom u svom djelu iz god. 1889. veli ovo: »Na starijim, vrlo debelim brijestovima, osobito je štetan brestov potkornjak. On primarno napada najviše grane tih brijestova, pa silazi postepeno prema dolje, tako da se napadnuto drvo suši odozgo prema dolje. Na oborenim se stablima lako može dokazati, da se djelatna generacija ličinaka neprestano nalazi na granici između još zdravoga i tek uginulog dijela, ili – štoviše – da se nastanila u onom dijelu živog drveta, koji graniči s mrtvim. Idući od vrha prema dolje, nailazimo samo na stare, napuštene prohode donji su dijelovi stabla nezaposjednuti, pa grane, koje odavde izbijaju, nose potpuno lišće. Potkornjak zaposjeda redom deblje dijelove stabla onda, kada grane, koje stoje naviše, tim dijelovima ne dovode više nikakvih sokova, i to upravo tamo, gdje je taj dovod sokova najzad prestao odnosno gdje se znatno smanjio ...«. U izdanju RATZEBURGOVE šumarske entomologije iz god. 1895., koju su priredili JUDEICH i NIETSCH (33), nalazimo, da je napadaj velikog brestovog potkornjaka na brijestove najtočnije istražio BRECHER. I prema tom istraživaču taj potkornjak napada najprije najviše grane brijestova, uzrokuje njihovo ugibanje, a tada postepeno silazi prema dolje – dok, na kraju, drvo ne ubije. Njegov napadaj nastupa uvijek na sočnim mjestima. On može napasti i mlada stabla, kako je to prikazao SCHINDLER.

Uzrok sušenja velikog broja 20–30 cm debelih brijestova u Tempelhofu i Schönenbergu u Berlinu (1870) tumači se sniženjem razine donje (podzemne) vode. Tim sniženjem podzemne vode

brijestovi su bili toliko oštećeni, da su ih – oslabljene – napali potkornjaci, što je uzrokovalo njihovo sušenje i konačno ugibanje.

Čini se, da je štetno djelovanje brestovih potkornjaka u većem opsegu, na kraju prošlog stoljeća, u nekim područjima već sasvim jenjalo, kada je HAUK god. 1898. tvrdio, da te štete nemaju značenja za šumsko gospodarstvo, jer da one većim dijelom dolaze pojedinačno (25).

KELLER (35) napominje u svom vodiču za šumarsko-zobloške ekskurzije, izdanom u isto vrijeme, da *Scolytus Geoffroyi* najčešće napada brijestove po drvoredima. On se tu na deblima i granama velikih stabala često leže više godina, pa uzrokuje njihovo polagano ugibanje. Prema piščevim opažanjima, jedna vrsta stonoga – *Lithobius forticatus* – traži mjesta, koja su ozlijedili potkornjaci, pa uništava njihova legla; pisac drži, da bi se time, možda, dalo objasniti polagano napredovanje brestove bolesti.

EkSTEIN spominje samo velikog brestova potkornjaka *Scolytus Geoffroyi* Goetze, pa tvrdi, da taj potkornjak ima samo jednogodišnju generaciju (10). Tako je to, vjerojatno, tada moralo i biti, jer je razdoblje od 1892.–1903. imalo pretežno hladna ljeta, koja su slijedila jedno za drugim, tako da su potkornjaci trebali za razvoj jedne generacije često i dvostruk broj dana, nego što ih trebaju u toplim i vrućim ljetima.

Štetno djelovanje brestovih potkornjaka opisuje god. 1901. BARBEY (4) ovim riječima: »Kukci sjednu na vrške brijestova, pa glodu godišnje izbojke, i to na nabrekli, koja povezuje ovogodišnji izbojak s prošlogodišnjim – to je primarna šteta. Kasnije, u polovici ljeta, silazi kukac dolje, pa kada cirkulacija sokova u drvetu postane slabija, počinje ženka bušiti pod korom svoj matični prohod. To je sekundarna šteta ... Brijestovi, koje nastavaju potkornjaci, većinom su drveće abnormalna rasta, kojega korijenje u tlu ne nalazi dovoljno hrane. Ali, kukac ne šteti ni potpuno zdrava stabla, prije svega, kada se pojavljuje u velikom broju, pa kada nalazi samo malo oslabljenih stabala.«

Da ova ishrana brestovih potkornjaka u pazušcima grana, po vršcima zdravih stabala, ima dopunski značaj radi spolnog sazrijevanja, dokazao je god. 1909. prvi WICHMANN (55), kada je proučavao biologiju nekih vrsta *Scolytusa* (*Ecc. laevis*, *pruni* i *pygmaeus*). On kaže ovo: »Često sam mogao promatrati ishranu ženke. Upravo doletjele ženke zabušile su se na svježe oguljenim dijelovima stabala do 1 cm duboko u drvo. Ti su prohodi manje ili više okomiti na os stabla, pa se tada, čineći kuku, saviju u smjer, paralelan toj osi. Na stablima s potpuno tankom korom opaža se žderanje mladih kornjaša, mužjaka i ženki; oni, prije nego što pristupe parenju, glodu gornje slojeve kore, glodanja su mjestimična. Slične ozljede izvode *Eccoptyogaster pruni* i *pygmaeus*.

ČZECH još god. 1887. spominje štete, koje *Eccoptyogaster laevis* nanosi brijestovima u Češkoj. O pojavi toga istog potkornjaka u

Bosni govori KNOTEK, a na štete, koje taj potkornjak nanosi brijestovima u Švedskoj, upozorava KEMMER god. 1919. (17).

Švedski je entomolog SPESSIVTSEFF (55), istražujući biologiju *Eccoptogaster laevis* u laboratorijumu i u okolici Stockholma, došao do ovih rezultata:

1. Nakon što mladi kukci napuste kukuljičinu zipku, koja leži duboko u bijeli, oni odmah ispužu napolje, pa u tom podsjećaju na *Myelophilus minor* i *Hylesimus fraxini*, s razlikom, što se mladi *Eccoptogaster laevis* po vanjštini uopće ne razlikuje od starih kukaca: njihov je hitin tvrd i taman, oni se giblju isto tako živahno kao i stari.

2. Prije nego što mladi kukci pristupe parenju, potrebna im je obilna ishrana.

3. Period te ishrane vrlo je kratkotrajan: kod topla i sunčana vremena traje samo 4-5 dana.

4. Vrsta i način, na koji se oni ishranjuju, vrlo je različit. Kornjaši najčešće napadaju zelene pupove i prošlogodišnje izbojke. Kukci se ubuše ili na bazi zelenih izbojaka ili na bazi postranih pupova i nastavljaju svoje razaranje, nakon što u unutrašnjosti izbojaka izbuše kratak – do $\frac{3}{4}$ cm dug – prohod. Često napadnu sočne, mlade, zelene izbojke, a i peteljke listova – na bilo kojem mjestu, pa razaraju negdje izvana, a negdje iznutra. Istu pojavu možemo zapaziti i na debljim granama, koje imaju promjer 1 do 1,5 cm. U cjelini sva ta oštećivanja podsjećaju na tragove žderanja *Eccoptogaster quadrispinosus*, koji se roji u Americi na hikori-drvetu; i tamo su posljedice takva oštećivanja iste. Napadnuti izbojci i listovi počinju se kovrčati. U nestašici lisnatih izbojaka i grana zadovoljavaju se mladi kukci sočnom korom brestovih grana, u kojoj buše, po WICHMANNU opisane, kukaste prohode.

5. Ova kratkotrajna ishrana mladih kukaca bezuvjetno je potrebna za njihov dalji razvoj i spolno dozrijevanje.

ŠEVIROV daje podatke o ugibanju zdravih 10-12 godišnjih brestovih stabala u Rusiji, koja je napao *Eccoptogaster Kirsch.* i Skol. Tu su poznati i brestovi štetnici *Eccoptogaster ensifer* Eichh. i *Eccoptogaster pygmaeus* F.

Ali, samom dopunskom ishranom mladih brestovih potkornjaka, koji time oštećuju koru mladih grančica, pupove, peteljke lišća i sam list zdravih brestovih stabala, moglo se razjasniti sušenje pojedinih grana, pa i dijelova krošanja, ali se nikako nije moglo razjasniti sušenje čitavih krošanja, velikog broja zdravih brestovih stabala, naglo širenje te pojave i, na kraju, sigurno ugibanje oboljelih stabala.

Ta neizvjesnost o neposrednom uzročniku ugibanja brijestova opaža se, kako smo naprijed spomenuli, već od početka istraživanja te pojave. Opis vanjskih simptoma bolesti brijestova gotovo je kod svih – pa i kod najstarijih istraživača iz prve polovice prošlog stoljeća – jednak: potkornjaci napadaju i ozljeđuju gran-

čice zdravih stabala pri vršku krošnje; te se grančice suše, nakon čega u tako oboljelom stablu ženke načine hodnike, nose jaja, tu se legu nove generacije potkornjaka, napadaji i sušenje napreduje od vrha krošnje prema dolje, često se na deblu pojave i brojni vodeni izbojci, dok na kraju stablo ne uquine. Tim su napadajima izložena isto tako mlada kao i stara stabla.

Dugo nije bila jasna uzročna veza između ozljeđivanja, koje su na grančicama uzrokovali potkornjaci, i sušenja tih grančica, jer od tih ozljeđa redovno nije bila prekinuta cirkulacija sokova i vode u toj mjeri, da bi se grančice morale osušiti.

Nije se nikako moglo uzeti kao vjerojatno, da bi brestova stabla mogla; od samih ozljeđa, koje svojim nagrizanjem uzrokuju mladi potkornjaci, makar te ozljeđe bile i brojne, tako jako oslabiti, da bi ona nakon izvjesnoga duljeg ili kraćeg razdoblja morala bezuvjetno uginuti. Tu je svakako morao postojati još jedan faktor, kojega je štetno djelovanje za opstanak brijesta mnogo odlučnije nego ozljeđe, uzrokovane dopunskom ishranom potkornjaka.

Ta uzročna veza između napadaja potkornjaka i ugibanja brijestova mogla se razjasniti tek pošto je H. S. SCHWARZOVA (1922) utvrdila, da je uzročnik oboljenja brijesta gljiva, koju je ona nazvala *Graphium ulmi*. Neki istraživači (TAPE 1924., BRUSOFF 1925., FALK 1926. i ĐORĐEVIĆ 1933.) nastojali su to osporiti. Oni su – na temelju svojih istraživanja – tvrdili, da je uzročnik ugibanja brijestova bakterija *Micrococcus ulmi* odnosno *Bacillus ulmi*. Ta se tvrdnja nije mogla dugo održati. Konačno su je potpuno oborili mikolog WOLLENWEBER i bakteriolog STAPP, koji su dokazali, da je gljiva *Graphium ulmi*, koju je otkrila SCHWARZOVA, zaista uzročnik ugibanja brijestova. To je svojim posebnim istraživanjima potvrdila i BUISSMANOVA, pa von LINDEN i ZENEK (58).

Kasnije je utvrđeno, da ta gljiva pripada među mješinarke (*Ascomycetes*), i to u rod *Ceratostomella*. *Graphium ulmi* je nuzgredan plodni oblik posebne vrste, nazvane *Ceratostomella ulmi* (Schw.) Buissem. ili *Ophiostoma ulmi* (Buissem.) Nannf. Kada spore te gljive dospiju na bilo koji način kroz ozljeđena mjesta u drvo, one redovno proključuju u trahejama najmlađih godova, stvaraju hife, pa u pojedinim dijelovima godova uzrokuju patološke promjene. Iako hife gljive nisu mnogobrojne, one – izlučujući tvari, koje djeluju toksički – paraliziraju rad stanica (58). Traheje se ispune tilama i gumoznim tvarima tamnosmeđih, crvenih i žutih boja, što onemogućuje protjecanje vode kroz te najmlađe godove. Tako se pod utjecajem te gljive narušava normalna djelatnost vodoprovodnog sistema u stablu, što uzrokuje potpuno rastrojstvo fizioloških procesa u organizmu drveta (52).

Nadalje je utvrđeno, da ta parazitarna gljiva – u vrijeme, dok se još drvo nalazi u životu – živi isključivo u unutrašnjosti provodnih cjevčica drveta. Ona se tu do izvjesnog stadija razvija u zatvorenu prostoru i ne izlazi na površinu. Tek kada napadnuta

grana uquine, gljiva kao saprofit produljuje svoj razvoj u mrtvu drvetu, izlazi na površinu, gdje razvije svoja plodišta (peritecije) u obliku sitnih sluzavih glavica, koje prostim okom jedva primjećujemo. Takva plodišta često nalazimo pod preostalom korom uginula drveta. Gljivine spore može isprati kiša, pa ih mogu raznijeti i njezine kapljice. Kada se pak sluz osuši, raznose te spore vjetrovi. Za sušna vremena zbiva se to osobito naglo (58). Uz povoljne uvjete gljiva se može u uginulu stablu sačuvati više od dvije godine (2). Prve znakove te bolesti redovno opažamo u drugoj polovici mjeseca maja; bolest najčešće dolazi do izražaja u suhim i vrućim ljetima. U blagom obliku očituje se ta bolest na taj način, što drveće prolista kasnije, ili neke grane uopće ne listaju. Često nalazimo, da je bolest u stablu već daleko uznapredovala, a da se izvana još ne mogu zamijetiti nikakve promjene (57).

Kod akutnog toka bolesti počinje se lišće na jednoj strani guste krošnje – rjeđe na čitavoj krošnji – kovrčati i nakon toga sušiti. Lišće se obično zavije u trubu duž svoje srednje žile. Ono visi na granama zeleno ili posmeđeno, ali – suho. Najnovija istraživanja dokazuju, da lišće ne ugiba zbog izravna djelovanja gljive, već da ugibanje lišća uzrokuju toksini, koje ta gljiva izlučuje (2).

Bolest se dalje očituje u slabijem ili jačem sušenju, koje počinje od mladih izbojaka u vršnom dijelu krošnje, pa se postepeno širi na starije grane i izaziva njihovo ugibanje. Konačna je posljedica toga procesa, da prije ili kasnije uquine cijelo stablo. Tom oboljenju izloženo je drveće različite dobi, počevši od sadnica u rasadnicima, pa do starih stabala. Ipak, u najvećoj mjeri strada vaju od te bolesti mlade i srednjodobne sastojine – u starosti od 10, pa do 50 godina (52). Mlada stabla mogu toj bolesti podleći već za nekoliko mjeseci, a ugibanje starijih stabala redovno traje nekoliko, često 5–10 pa i više godina.

Ceratostomella ulmi napada sve domaće vrste brijestova. Ipak, autohtone vrste, uzrasle na sušim položajima i područjima, kao i one, koje neprestano imaju na raspolaganje dovoljno vlage, pokazuju u izvjesnim prilikama prema njenim napadajima stanovit otpor. Vez je otporniji od nizinskog brijesta. Brijestovi, uzrasli u suhim primorskim i makedonskim predjelima, kao i oni, koji rastu u stalno hladnijim i vlažnijim brdskim sklopovima, otporniji su od onih u nizinama, koji su uzrasli na vlažnim tlima uz rijeke i potoke, pa su tu vlagu zbog dugotrajnih suša izgubili.

BUISSMANOVA i WENTOVA su utvrdile, da su donekle otporne i ove evropske vrste odnosno njihove varijacije: *Ulmus foliacea Dampieri*, *U. foliacea monumentalis*, *U. foliacea Wredii*, *U. glabra fastigiata*, *U. hollandica Hillieri*, *U. hollandica vegeta* i *U. procera Bernardii*.

Kao neotporni pokazali su se i američki brijestovi: *Ulmus americana*, *U. fulva*, *U. alata*, *U. thomasi*, *U. serotina* i *U. crassifolia*, kao i brijestovima srodno drvo *Zelkova keaki*. Utvrđeno je,

da su azijski brijestovi *Ulmus pumila* i *U. pumila pinnato ramosa* dosta otporni prema brestovoj holandskoj bolesti a *Ulmus parvifolia*, *U. Shirasawana*, *U. Sieboldii* i *Sieboldii coreana* još su otporniji. U slučaju zaraze navedenih otpornih vrsta i varijacija bolest se ne širi dalje po stablu, već ostaje lokalizirana tako, da ne može ugroziti život napadnutog stabla (58).

Američki istraživači M. WALTER, C. MAY i C. W. COLLINS (6) tvrde, da je holandska bolest brijestova prenesena iz Evrope u Ameriku između 1920. i 1930. god. Ona se tih godina počela tamo širiti oko morskih luka, u kojima su se istovarivali brestovi trupci, dovezeni brodovima iz Evrope. Trupci su bili zaraženi brestovim potkornjacima, koji su prenijeli spore uzročnika holandske bolesti brijestova na američke brijestove (58).

U Americi ne mogu holandsku bolest brijestova tako sigurno identificirati na temelju vanjskih znakova kao u Evropi, jer tamo postoji po vanjskim simptomima holandskoj bolesti slična domaća bolest brijestova, koja nije tako opasna. Bolest se i tamo očituje u akutnom obliku, osobito kod brijestova, koji su brzo i bujno uzrasli. Drveće, koje polaganò raste, kao i staro drveće, pokazalo je veći otpor.

Zanimljivo je, da u Sjedinjenim Američkim Državama nisu nađeni periteciji te gljive – ona se tamo rasploduje samo na aseksualan način, a u Evropi su poznata oba načina njenog razmnažanja (65).

Spomenuti američki istraživači tvrde, da su sve vrste američkih brijestova prijemljivije za brestovu holandsku bolest od evropskih i azijskih vrsta. Držimo, da bi ta konstatacija mogla biti točna samo s obzirom na azijske vrste, jer je evropski nizinski brijest (*Ulmus campestris* L.) u tom pogledu osjetljiv do najvećeg stupnja, što je uzrok, da je na mnogim njegovim najboljim staništima gotovo potpuno izginuo.

Brestove sastojine napadnute holandskom bolešću, lako se prepoznaju po ovom karakterističnom izgledu: na mnogim stablima opažaju se suhe grane, koje nose djelomice tek potjerali list, a djelomice suhi, posmeđeli list. Uz ovakve grane vidi se i izvjesna količina zdravih grana sa zelenim lišćem, osobito u nižim dijelovima krošnje (52). Suhi vršci grana napadnutih brijestova savijeni su prema dolje, a po deblu izbijaju brojni vodeni izbojci, pa zimi možemo takva stabla već izdaleka prepoznati. Napadnuta stabla pokazuju i karakteristične unutarnje znakove oboljenja. Skinemo li koru s oboljele grane ili drveta, opažamo na vanjskoj površini uske smeđe poteze ili pruge. U drvetu oboljelog stabla, grana i grančica, t. j. na poprečnom presjeku, opažamo u slojevima nekih, periferiji blizih godova, smeđe do crnosmeđe, obojene snopove provodnih cjevčica, koji na presjeku izgledaju kao manje ili više suvisli tamni prstenovi, ili – točnije – kao točke ili mrlje poredane u prstenove. Najčešće se vide do tri takva prstena, a – što je

značajno — mnogo ih rjeđe nalazimo u većem broju. Najčešće posmeđi u istoj godini samo jedan god; no, dokazano je, da je u istoj godini posmeđilo i više godina, tako da je u nekim slučajevima teško sa sigurnošću odrediti, kada je bolest u nekom stablu započela, iako nas redovno najstariji zaraženi god upućuje na vrijeme prve zaraze (57). Suše li se grane samo na jednoj svojoj strani, tada i na toj strani nailazimo na smeđe pruge odnosno na smeđe pjege u odgovarajućem dijelu goda. Ti unutarnji znaci bolesti pojavljuju se mnogo ranije od vanjskih. Već u prvim stadijima sušenja stabla te smeđe pruge, odnosno točkice ili mrlje, ne nalazimo samo u grani, koja je izravno napadnuta, već i znatno dalje — redovno duž čitava stabla. Nerijetko te smeđe pruge prelaze s podnožja stabla u korijenje, pa — izrastu li iz takva korijenja izbojci — to su i oni zaraženi (52). Prema podacima ARNAUDA (2) ostaju panj i korijenje oboljela stabla dugo vremena zdravi i živi. Posijeće li se oboljelo drvo na panj, iz njega snažno izbijaju novi izbojci.

Uvjet svake uspješne infekcije je taj, da gljivine spore padnu na svježę otkritu površinu drveta, odnosno da dođu na tako ozljeđenom mjestu drveta do traheja. Stoga svaka, pa i najmanja ozljeda kore zdravih stabala pruža mogućnost zaraze (5).

Kao što smo već naprijed spomenuli, spore gljive može da raznese voda, u sušnim ljetima i vjetar, a ipak je mogućnost infekcije tim putem vrlo ograničena (58). Postoji vjerojatnost, da se tako zaraze tek pojedina, na bilo koji način ozljeđena stabla, što za postanak epidemije i njezino brzo širenje ne može imati nikakva odlučnog značenja.

Prema nekim autorima mogu bolesna stabla inficirati zdrava i u zemlji — međusobnim dodiranjem njihova korijenja. Takav način širenja bolesti opazio se najčešće u gustim brestovim sastojinama.

Američki istraživači tvrde, da se u toku 20-godišnjeg istraživanja moglo ustanoviti, da se gljiva širi od stabla na stablo jedino preko korijenja i potkornjacima, koji prenose spore (65). Sigurno je, da širenje gljive isključivo preko korijenja može da izazove ugibanje brijestova endemijskog karaktera. Te prilike ne mogu biti dovoljne, da se ta pojava razvije u epidemiju najšireg opsega.

Svi najrazličitiji načini ozljeđivanja kore i infekcije nastalih ozljeda sporama gljive ne bi mogle izazvati tako opće rasprostranjenu epidemiju te bolesti kao što su je izazvali svojim ozljeđivanjima i prijenosom spora brestovi potkornjaci. Već je istraživač MARSHAL iznio mišljenje, da ti insekti imaju važnu i odlučnu ulogu u epidemijskom širenju holandske brestove bolesti, jer oni ne samo što ozljeđuju grančice zdravih stabala, već ujedno prenose i spore gljivice. Takve pretpostavke MARSHALOVE potvrdili su svojim posebnim istraživanjima WOLLENWEBER i STAPP. Oni su i u zipkama kukuljica brestovih potkornjaka pronašli koremijske od *Graphium ulmi*. Daljim opažanjima BETREMOVIM, pa pokusima,

koje su izveli ROEPKE, FRANZEN i BUISSMANOVA, utvrđeno je, da mladi insekti, već kad izlaze iz kukuljičine zipke, nose sa sobom spore gljive *Graphium ulmi*. Ustanovljeno je, da te spore tako najviše širi veliki brestov potkornjak (*Eccoptogaster scolytus* = *Scolytus scolytus*) i mali brestov potkornjak (*Eccoptogaster multistriatus* = *Scolytus multistriatus*). U prohodima, koje buše potkornjaci u zaraženim stablima, gljiva razvija svoje korečije. Mladi kukci, koji izlaze iz prohoda takvih stabala, nose spore ne samo na površini svoga tijela, nego i u crijevima. Tim sporama inficiraju nova, dosad zdrava stabla na taj način, da ozlijede mlade grančice u pazušcima, pa kada i ta stabla obole, oni ih pri bušenju matičnih prohoda dalje inficiraju. Spore gljive, koje dopiju na ozlijeđena mjesta, proključaju i potjeraju hife, pa se gljiva – kako smo to već naprijed opisali – dalje razvija (58).

Utvrđeno je, da te spore, osim navedenih potkornjaka, prenose i neki drugi insekti. Istraživanjima KALANDRE i PFEFFERA (34) ustanovljeno je, da u čSR te spore prenose ovi kornjaši: *Scolytus scolytus* F., *Scolytus multistriatus* Marsch., sa svojim varijacijama – *ulmi* Rdt. i – *trionatus* Eichh., *Scolytus pigmaeus* F., *Scolytus laevis* Chap., *Pteleobius vittatus* F., *Pteleobius Kraatzi* Eichh., *Magdalis armigera* Geoffr. i *Saperda punctata* L.

U Bugarskoj je utvrđen *Scolytus sulcifrons* Rey, koji tamo zamjenjuje vrstu *Scolytus scolytus*, pa *Scolytus affinis* Egg., koji dolazi mjesto vrste *Scolytus multistriatus*.

U Americi prenose spore gljive domaći, t. j. američki brestov potkornjak *Hilurgopinus rufipes* Eichh. i iz Evrope uneseni *Scolytus multistriatus*. Domaći brestov potkornjak prezimljuje djelomice kao imago, zaduben u koru zdravog brijesta, a djelomice kao ličinka, u prohodima legala. U koru zadubeni imago progriže u proljeće koru sve do drveta, te u ozljedu, t. j. u traheje, izravno unosi spore gljive, pa time osigurava njezino trajno širenje. Ipak je god. 1910. tamo uneseni *Scolytus multistriatus* u prenošenju spora gljive mnogo djelotvorniji od spomenutoga domaćeg američkog potkornjaka (65).

Na taj je način kao neposredni uzročnik ugibanja brijestova utvrđena *Ceratostomella ulmi*, a brestovim potkornjacima pripada tu odlučna posredna uloga. Oni, prenošenjem spora i unošenjem tih spora u ozljede, koje čine za vrijeme dopunske ishrane, omogućuju infekciju zdravih stabala.

Svakako, od navedenih insekata spore te gljive najviše i najbrže šire one vrste, koje imaju u jednoj godini dvije generacije, jer je kod tih mogućnost daljih infekcija umnogostručena, i to ne samo zbog mnogobrojnog potomstva, nego i zbog sposobnosti, da drugu generaciju stvaraju u ljeto iste godine, pa tako u razmjerno kratkom roku od 4–5 mjeseci mogu više puta uzrokovati infekcije stabala. Prema tome se kao najštetniji smatra *Scolytus multistriatus*, čija ženka u svakoj od dviju generacija odlaze po 120 i

više jaja (Eichh.), pa *Scolytus affinis*, *Scolytus scolytus*, *Scolytus sulcifrons* i *Scolytus pigmaeus*. Neki istraživači tvrde, da *Scolytus scolytus*, u osobito povoljnim ekološkim prilikama, može u jednoj godini imati i 3–4 generacije (58).

Od vrsta s jednostavnom generacijom najštetnije su one, koje daju najmnogobrojnije potomstvo, t. j. *Ptelobius vittatus*, *Ptelobius Kraatzi*, *Magdalis armigera* i *Scolytus laevis*. Najmanje je štetna *Superda punctata*, jer njezina generacija traje dvije godine.

Moramo istaknuti, da je i nakon ovih najnovijih istraživanja utvrđeno, da se mladi brestovi potkornjaci u svrhu spolnog sazrijevanja hrane ozljeđujući grančice u krošnjama zdravih stabala, a svoja jajašca ođaju i razvijaju se samo u stablima, koja su na bilo koji način oslabila (58). Ta konstatacija samo potvrđuje rezultate već spomenutih DENSONOVIH istraživanja, izvršenih prije 120 godina (51).

Eksperimentalna istraživanja, koja su BUISSMANOVA, FRANZEN i FELT proveli u prirodi, na kraju su nesumnjivo dokazala, da su zaista brestovi potkornjaci glavni uzročnici epidemijskog širenja holandske brestove bolesti. Utvrđeno je, da ti insekti lete visoko i daleko, tako da mogu zaraziti krošnje najviših stabala, koja rastu od njihova ishodišta udaljena 20–25 milja, a u povoljnim prilikama mogu nagristi i zaraziti i stabla udaljena 50–115 milja (58).

Opazanjima u prirodi ustanovljeno je i to, da u godinama, kada populacija brestovih potkornjaka opada, jenjava i epidemija holandske brestove bolesti, pa da u onim područjima, u kojima iz bilo kojih razloga nema tih potkornjaka, nema ni pojave te bolesti (58).

Dakle, epidemijsko širenje holandske brestove bolesti, a prema tome i epidemijsko ugibanje brijestova, ovisno je o gradaciji brestovih potkornjaka. Svi faktori, koji uzrokuju gradaciju tih potkornjaka, ugrožavaju ujedno i opstanak brijestova. A kako je već utvrđeno, da u gradaciji potkornjaka imaju važnu ulogu klimatski faktori, i to u prvom redu temperatura, a donekle i vlaga, koja vlada u određenim, za razmnažanje i razvoj potkornjaka odlučnim mjesecima, to je izvjesno i potpuno izvan svake sumnje, da učešće klimatskih faktora ima u pojavi ugibanja brijestova presudan značaj. Svakako, tu dolaze u obzir i klimatski faktori, koji na bilo koji način slabe otpornu snagu brijestova, što je također povoljno za napadaje i razmnažanja potkornjaka, a time i za širenje gljive. Djelovanje je tih faktora kod tog procesa posredno, ali ipak od tolikog utjecaja, da u njima treba tražiti početni uzrok toj prirodnoj pojavi.

U mnogim djelima, u kojima se raspravlja o tom problemu, spominju se i klimatski faktori, kojima se pridaje važna uloga. Ne ćemo iznositi mišljenja starih autora, već samo nekih novijih. Tako na pr. SPIERENBURGOVA (1921) drži, da masovno ugibanje brijestova u Holandiji uzrokuju sušne godine (17), KALANDRA i

PFEFFER (1935), da je širenju potkornjaka koristila oštra zima 1928./29., koja je uzrokovala slabljenje brijestova i istodobno decimirala korisne ptice (34). RUŽIČKA (1934) tvrdi, da je holandska brestova bolest sekundarna pojava, koje je postanak i razvoj u uskom odnosu s drugim primarnim poremećajima (17), KAVINA je mišljenja, da je *Graphium ulmi* saprofit ili poluparazit, koji u početku živi na oštećenim granama, pa tek kasnije postaje parazitom; u toku razvoja virulentnost gljive postaje sve jača. FARSKY (1936) na temelju raspoloživih podataka zaključuje, da je *ugibanje brijestova, kako u Evropi tako i u Americi, starije nego poznavanje grafioze i epidemije, koju je ona izazvala*. Upravo u toj činjenici vidi FARSKY jedan od *neoborivih dokaza, da je ta epidemija posljedica za brijest nepovoljnih vanjskih prilika*, koje ipak imaju glavno značenje; i prije nastupa te epidemije vršili su potkornjaci na brijestovima svoju dopunsku ishranu, pa je i tada postojala gljiva *Graphium ulmi*, ali je bila nepoznata.

Po SCHWERDTFEGERU (1944) je za razvoj brestove holandske bolesti potrebna izvjesna dispozicija stabla, koju može stvoriti *poremećaj optoka vode, suša ili opadanje donje vode* (60). Na slična mišljenja nailazimo i kod nekih drugih autora. ARNAUD (1949) drži, da je *vlaga tla* i njegova plodnost uzrok, što svi napadnuti brijestovi ne ugibaju istom brzinom, već se neki odupiru dulje i bolje (2).

Iako se mnoga od tih mišljenja i mnogi od tih zaključaka čine vjerojatnima, ipak nemamo dovoljno jasan dokaz o učešću klimatskih faktora u procesu masovnog ugibanja brijestova. Nemamo na pr. jasna dokaza, da je to ugibanje zaista povezano s pojavom sušnih razdoblja ili da stoji pod odlučnim utjecajem kojega drugog klimatskog faktora.

U idućim poglavljima ove rasprave nastojat ćemo da taj problem osvijetlimo i s te strane.

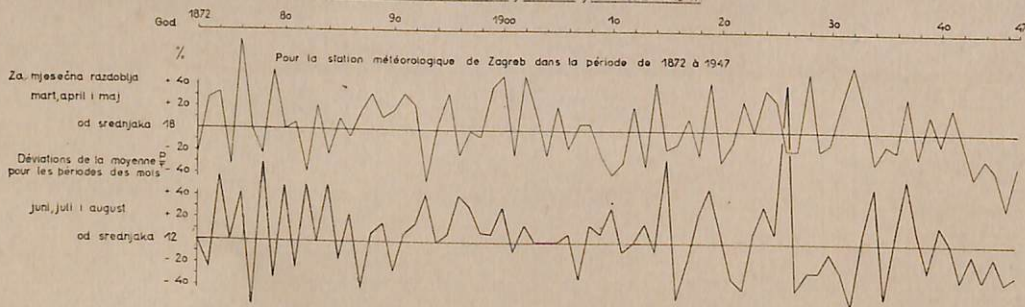
ULOGA KLIMATSKIH FAKTORA PRI EPIDEMIJSKOM UGIBANJU BRIJESTOVA

Ne treba tek dokazivati, da klimatski faktori (uz ostale ekološke faktore) imaju u životu organizama važno, a često i odlučno značenje. To je već utvrđena, i opće poznata činjenica. Od posebne je važnosti utjecaj temperature i vlage. Optimum uspješnog razvoja i rasta organizama ovisan je o određenim srednjim kolebanjima tih glavnih klimatskih faktora, kojima su se oni, u svom dugom razvojnom periodu, prilagodili isto tako, kao što su se prilagodili i ostalim faktorima svoje ekološke sredine. Ta srednja kolebanja nisu točno određene matematičke sredine, koje u zbilji

GRAFIKON POSTOTNIH ODSTUPANJA LANGOVOG KIŠNOG FAKTORA OD SREDNJAKA

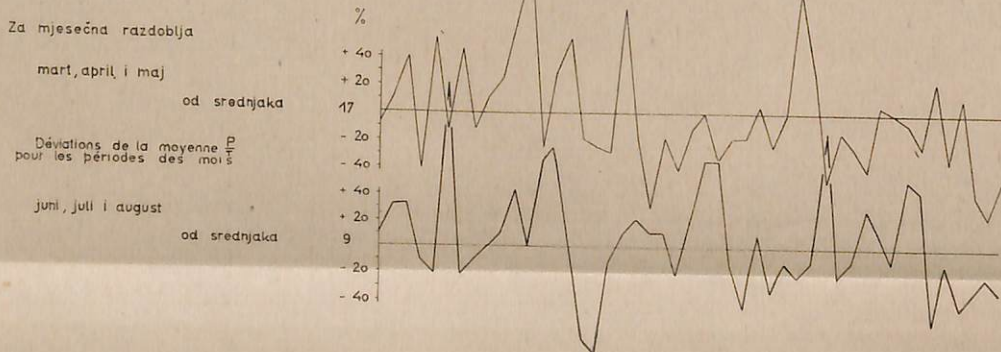
GRAPHIQUE DE DÉVIATIONS DU FACTEUR PLUVIAL DE LANG EN %

Za meteorološku stanicu Zagreb od god. 1872 - 1947



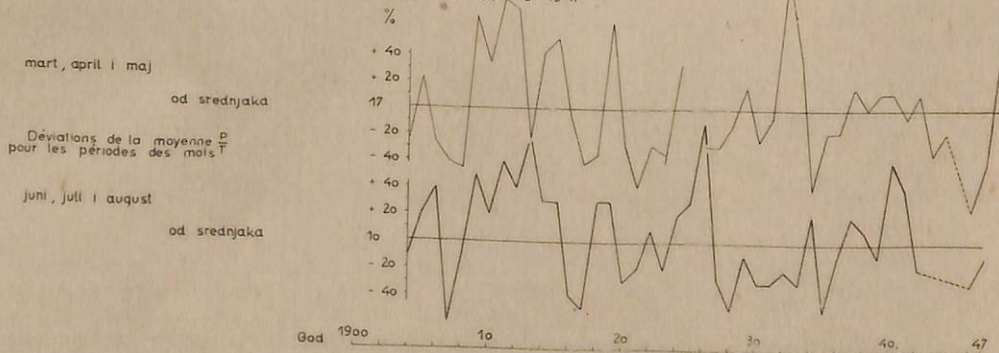
Za meteorološku stanicu Osijek od god. 1901 - 1947

Pour la station météorologique à Osijek dans la période de 1901 à 1947



Za meteorološku stanicu Slavonski Brod od god. 1904 - 1947

Pour la station météorologique à Slavonski Brod de 1904 à 1947



GRAFIKON PROSJEČNIH ODSTUPANJA KLIMATSKIH FAKTORA

$\frac{\bar{O}}{T}$ / Langovog kĺnoga f/za tromesečje mart, april, maj, te za tromesečje juni, juli i august, srednje temperature mj maja i tromesečja juni, juli i august za područje met stanica Zagreb, Osijek i Sl. Brod - od njihovih srednjih vrijednosti za sve god. perioda 1872-1947

Odstupanja faktora $\frac{\bar{O}}{T}$ izražena su postotkom
Podaci od god. 1872-1900 odnose se samo na met. st. Zagreb

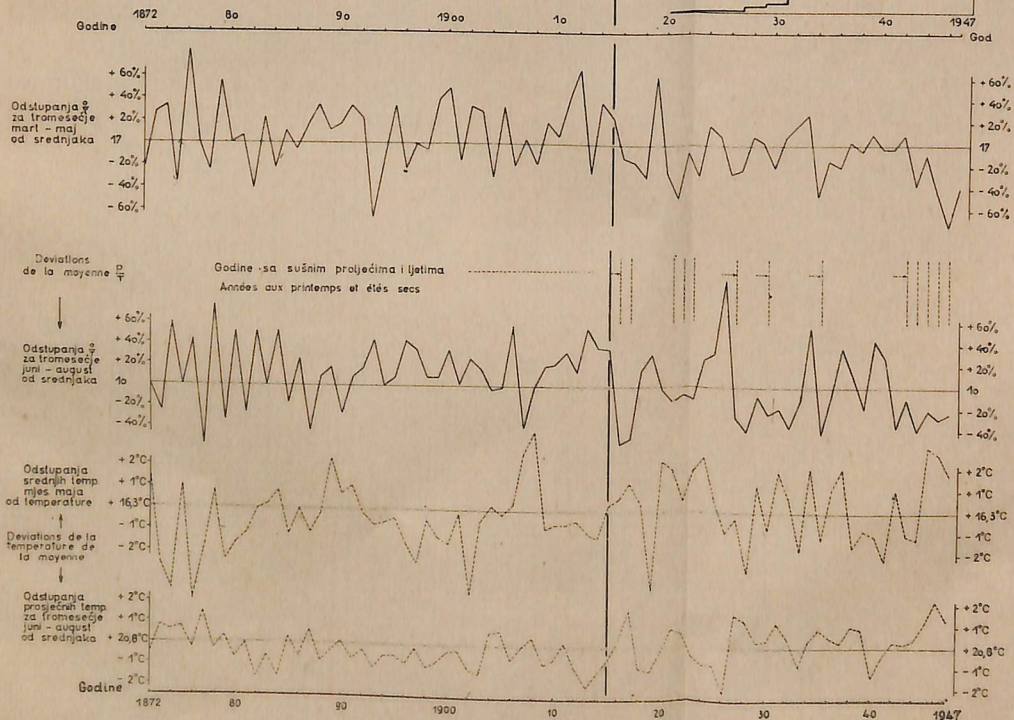
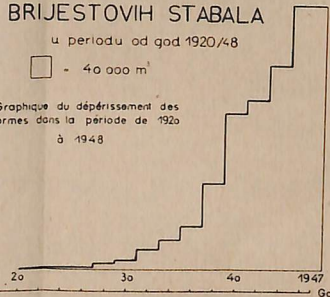
Graphiques des moyennes de déviations des facteurs climatiques pour les régions des stations météorologiques de Zagreb, Osijek et Slavonski Brod.

GRAFIKON UGIBANJA BRIJESTOVIH STABALA

u periodu od god. 1920/48

□ - 40 000 m³

Graphique du dépérissement des ormes dans la période de 1920 à 1948



ne postoje ili se pojavljuju tek-kratkotrajno, *već ih možemo smatrati kao prosječna pozitivna odnosno negativna odstupanja od stanovitog srednjaka, izračunatog na osnovu dugoga temperaturnog ili oborinskog niza.* Svako jače odstupanje od tih srednjih kolebanja — pogotovu, ako se ono u toku nekog duljeg razdoblja često opetuje — za organizme biološki znači stanovitu promjenu ekološke sredine, u kojoj su se razvili. Prema takvim promjenama neki su organizmi više, a neki manje otporni. Često organizmi ne će toliko trpjeti i stradati zbog izravnoga i neposrednog utjecaja te promjene, koliko zbog toga, što takve promjene vrše na njih posredno nepovoljan utjecaj, tako da pogoršavaju stanje onih ekoloških faktora, o kojima je život organizma izravno ovisan. Na pr. otpornu snagu drveća — u manje ekstremnim slučajevima — ne će izravno oslabiti ni jača pozitivna odstupanja od temperaturnih, ni negativna odstupanja od oborinskih srednjaka, pa bila ona i trajnijeg karaktera, nego će tu snagu oslabiti posredni učinak takva klimatskog stanja, koje može uzrokovati dugotrajno isušenje tla, opadanje donje vode, gradaciju štetnih insekata i t. d.

Ima li se to pred očima izvan svake je sumnje, da u pojavi epidemijskog ugibanja brijestova sudjeluju i klimatski faktori.

METODA ISTRAŽIVANJA

Metoda rada, odnosno istraživanja, koju ćemo ovdje primijeniti, jest *komparativna*. Komparacije će se temeljiti na historijsko-statističkim podacima, pa odabrana metoda ima ujedno i *historijsko-statistički značaj*.

Uzeli smo u razmatranje karakter klime u pojedinim duljim odsječcima vremena i usporedili smo odstupanja glavnih klimatskih faktora od njihovih srednjaka u razdobljima, kada nije bilo epidemijskog ugibanja brijestova, sa razdobljima u kojima je ta pojava uzela jači odnosno katastrofalan opseg. Pritom smo posebnu pažnju posvetili učestalosti ekstremnih klimatskih pojava. *Iz zaključaka, dobivenih na temelju takvih komparacija i rezultata dosadašnjih istraživanja o utjecaju režima vlage i temperature na stanišne prilike, na razmnažanje štetnih brestovih potkornjaka i širenje parazitarne gljive vrste Ophiostoma, ocijenili smo, koliko i kakvo su učestće, imali klimatski faktori pri pojavi epidemijskog ugibanja brijestova.* Na taj smo način ujedno ustanovili i međusobnu ovisnost i povezanost u djelovanju štetnih faktora, a razjasnili smo zašto je štetna djelatnost tih faktora morala u nekim područjima, u današnjim klimatskim prilikama, uzrokovati gotovo potpuno izumiranje brijestova.

Podaci o ugibanju brijestova u prošlom stoljeću uzeti su iz stručne literature, koja je naznačena za svaki pojedini slučaj. Podaci o sadašnjem masovnom ugibanju brijestova na području

NRH prikupljeni su iz službenih izvještaja, primljenih od pojedinih šumskih gospodarstava, ministarstava Narodnih Republika i od šumarskih stručnjaka. Ti su podaci za teritorij NR Hrvatske svrstani u pregledan iskaz (kod str. 116) prema pojedinim kotarima i šumskim područjima. Oni su aproksimativne vrijednosti, ali ipak dovoljno pouzdani, da nam pruže općenit pregled i sliku o golemom broju brijestova, koji je na tim područjima u tako kratko vrijeme uginuo. Iako za konstrukciju grafikona nismo mogli dobiti potrebne točne i izravne podatke o broju stabala odnosno drvnj masi, koja se u svakom od naznačenih područja u pojedinoj godini osušila, ipak smo, na temelju podataka o početku sušenja i naznake godina, u kojima je ono bilo najintenzivnije, mogli odrediti aproksimativnu vrijednost tih drvnih masa. To smo učinili na taj način, da smo od ukupne drvene mase, koja se osušila od naznačene godine početka sušenja pa do kraja god. 1948., manji dio – 30% – raspodijelili na sve godine sušenja brijesta tog područja, a preostali veći dio te drvene mase dodijelili smo onim godinama, u kojima je sušenje bilo najintenzivnije. Iz tako raspodijeljenih drvnih masa svih u iskazu (kod str. 116) naznačenih područja izračunata je aproksimativna drvena masa brijestova, koja se – u svim tim područjima zajedno – u svakoj godini tog perioda osušila. Drvena je masa uginulih brijestova dviju godina kumulirana. Na osnovu tako dobivenih podataka konstruiran je grafikon, koji nam ipak predočuje dovoljno jasnu sliku o intenzivnosti i toku te pojave. S obzirom na kvalitetu raspoloživih podataka bio je to jedini način, da se dobije donekle približna, ali još uvijek za ova istraživanja prikladna grafička predodžba o katastrofalnom ugibanju brijestova u našem području.

Potrebni *meteorološki podaci* o temperaturama i oborinama za stanice Zagreb, Osijek i Slav. Brod, koji vrijede i za područje, u kojemu je pojava masovnog ugibanja brijestova kod nas najjače došla do izražaja, dobiveni su od Uprave hidrometeorološke službe u Zagrebu. Ti se podaci odnose za meteorološku stanicu Zagreb na vremenski period od god. 1872.–1947., za meteorološku stanicu Osijek na period od god. 1901.–1947., a za meteorološku stanicu Slav. Brod na period od god. 1904.–1947. To su većim dijelom podaci, koji su do god. 1945. potpuno sređeni prilikom obrade teme »Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje posavskih i donjopodravskih hrastovih nizinskih šuma« (62), pa su sada samo upotpunjeni godinama 1946. i 1947. Osim toga sabrani su radi komparacije i meteorološki podaci za meteorološku stanicu Crikvenica, za period od 1892.–1947. Ostali meteorološki podaci uzeti su iz stručne literature, koja je naznačena za svaki pojedini slučaj. Kako su gotovo svi temperaturni i oborinski podaci za navedene meteorološke stanice i godine objavljeni u već spomenutoj raspravi (62), nema potrebe, da se te meteorološke tablice objavljuju i u ovoj raspravi.

Za ta istraživanja potrebni su nam većim dijelom samo izvodi iz tih podataka i odstupanja od izvjesnih određenih srednjaka, pa smo radi toga za ovu radnju izradili posebne tablice.

Radi pravilnog rješenja postavljene zadaće pokazalo se potrebnim, da se za područja navedenih meteoroloških stanica odredi *vlažnost* odnosno *suhoća* biološki važnih proljetnih i ljetnih mjeseci svake pojedine godine – s osobitim obzirom na isušivanje tala.

To se moglo postići izborom izvjesnoga objektivnog mjerila. Ustanovili smo, da bi nam kao pouzdano objektivno mjerilo mogao u te svrhe poslužiti poznati LANGOV *kišni faktor*, $\frac{O}{T}$, i to iz ovih razloga:

Suhoća tla ovisna je o temperaturi i vlazi zraka odnosno o nedostatku oborina. Što se više vode ishlapljuje iz tla, izravno ili transpiracijom biljnog pokrova, a da se usto gubitak ishlapljene vode ne naknađuje donjom vodom, poplavama ili umjetnim navodnjavanjem, to je takvo tlo suše. Stoga visoke temperature zraka, uz istodobni nedostatak oborina (kiša), općenito uzrokuju suhoću tla. Osobito se jako i brzo isušuju tla u velikim nizinama, gdje je i relativna vlaga zraka manja nego u brdima.

Prema tome, iz odnosa količine oborina, koja padne u određenom duljem periodu u nekom području, prema prosječnoj temperaturi zraka toga perioda možemo zaključiti, kakvo je bilo stanje vlage gornjih slojeva tla toga područja u tom periodu, isključivši pri tom utjecaj donje vode i poplava. To osobito vrijedi za periode u sušnim godinama u nizinskim predjelima, kada se spušta razina donje vode i kada nema poplava.

Ako raste temperatura zraka, raste i ishlapljivanje vode iz zemlje, prilično proporcionalno stupnjevima Celsiusa (53). *Stoga nam kvocijent, koji dobijemo diobom prosječne količine oborina s prosječnom temperaturom izvjesnog područja, može uz naprijed navedene uvjete poslužiti i kao indikator vlage tla.* Taj kvocijent, koji se u stručnoj literaturi naziva »Langov kišni faktor«, predstavlja približne klimatske vrijednosti o prosječnoj trajnoj vlažnosti i prosječnom ishlapljivanju, pa se kod istraživanja može primijeniti isto tako sigurno, kao što se primjenjuju prosječne oborine i prosječne temperature. Zbog toga taj faktor, za utvrđivanje vlage ili suhoće tla u izvjesnoj godini ili u razdobljima u toku pojedine godine, znači vrlo koristan podatak, jer na osnovu promjena vrijednosti Langova kišnog faktora možemo zaključiti, jesu li ekološke prilike, s obzirom na vlagu u izvjesnom području u stanovitoj godini ili u razdoblju u toku te godine bile povoljne ili nepovoljne.

Pritom treba upoređivati Langov kišni faktor, utvrđen za pojedine godine ili za određeni period u toku godine (na pr. za proljeće ili ljeto) s određenim srednjakom, koji se odnosi na izvjesno ograničeno područje.

Kod nižih temperatura dovoljne su relativno niske količine oborina da tlo provlaže, a kod povećanih temperatura – da bi tlo ostalo jednako vlažno – treba da i oborine budu razmjerno veće. Tako se na pr. prema podacima meteorološke stanice Zagreb-Grič godina 1890. sa 763 mm oborina i prosječnom godišnjom temperaturom od 10,6° C može smatrati za jednako vlažnu kao i godina 1936. sa 873 mm oborina i prosječnom godišnjom temperaturom od 12,1° C, jer je za obje te godine izračunati Langov kišni faktor jednak

$$\left(\frac{763}{10,6} = \frac{873}{12,1} = 72 \right);$$

godina 1899. sa 909 mm oborina i prosječnom godišnjom temperaturom od 11,1° C bila je jednako vlažna kao i godina 1930. sa 1.018 mm oborina i prosječnom godišnjom temperaturom od 12,4° C, jer je kvocijent oborina i prosječnih godišnjih temperatura tih godina isti.

Naprotiv, ako se ti kvocijenti pojedinih godina međusobno razlikuju, možemo općenito zaključiti, da je i vlaga u tim godinama bila različita. Prema tome možemo na osnovu veličine odstupanja tih kvocijenata pojedinih godina od srednjaka dovoljno pouzdano ocijeniti prosječno stanje vlažnosti za svaku godinu tog niza. Velika pozitivna odstupanja odaju ekstremno vlažne godine, a velika negativna odstupanja naznačuju ekstremno sušne godine. Tako na pr. s obzirom na izračunati srednjak kvocijenata za niz godina od 1872.–1947. meteorološke stanice Zagreb-Grič, koji iznosi 80, one vrijednosti, koje se kreću od 50–60, odaju vrlo sušne godine, a one od 90–100 i više, vrlo vlažne godine.

Kvocijenti, koji se kreću oko srednjaka naznačuju srednje ili normalno vlažne godine područja izvjesne meteorološke stanice. Izračunamo li prosječne vrijednosti Langova kišnog faktora na osnovu podataka iz više meteoroloških stanica izvjesnog područja, možemo na isti način, t. j. na osnovu odstupanja kvocijenta pojedine godine od izračunatog područnog srednjaka utvrditi, kakvo je bilo prosječno stanje vlage u tom području u pojedinoj godini.

Za godine s vrlo niskim oborinama i znatno većim temperaturama od prosjeka, t. j. kada vrijednost Langova kišnog faktora izvjesnog područja pada daleko ispod srednjaka, možemo zaključiti, da se zemlja, zbog pojačana ishlapljivanja, jako isušila, a u godinama, kada je bio obratan slučaj, zemlja tog područja bila je vrlo vlažna i mokra.

Prema tome možemo na osnovu veličine pozitivnoga ili negativnog odstupanja Langova kišnog faktora od srednjaka zaključiti, je li ishlapljivanje, a s tim u vezi i transpiracija biljnog pokriva izvjesnog područja u određenom periodu bila veća ili manja, a tlo sušno ili vlažno. To općenito vrijedi i za utvrđivanje karaktera vlažnosti proljeća ili ljeta u pojedinoj godini. Vlažnost proljeća ili ljeta izvjesnog područja u čitavom nizu godina mo-

žemo međusobno uspoređivati tako da se odrede i usporede kvocijenti, dobiveni diobom oborina i prosječnih temperatura pojedinih proljeća ili ljeta, i da se utvrde odstupanja tih kvocijenata od njihovih srednjaka.

Radi tih istraživanja izračunali smo, na osnovu raspoloživih meteoroloških podataka (62), vrijednosti Langova kišnog faktora za stanicu Zagreb-Grič za period od 1872.-1947., za stanicu Slav. Brod za period od 1904.-1947. i za stanicu Osijek za period od 1901.-1947.

Za iste meteorološke stanice izračunate su za navedena razdoblja i vrijednosti Langova kišnog faktora za sva proljeća i ljeta. Iz dobivenih nizova tih vrijednosti izračunat je za svaku stanicu godišnji srednjak, kao i srednjaci za proljeće i ljeto, pa su za svaku pojedinu godinu utvrđena i odstupanja od tih srednjaka. Kako se srednjaci pojedinih meteoroloških stanica razlikuju, bilo je potrebno, da se odstupanja od tih srednjaka izraze u postocima, jer izvjesno odstupanje Langova kišnog faktora, od većeg srednjaka neke meteorološke stanice ima, s obzirom na ishlapljivanje, transpiraciju i vlagu tla, drugo značenje, nego isto tako veliko odstupanje od manjeg srednjaka neke druge meteorološke stanice. Stoga, da bismo mogli ispravno usporediti odstupanja od međusobno različitih srednjaka Langova kišnog faktora dviju ili više meteoroloških stanica moramo sva ta odstupanja izraziti u postocima. Iz tih odstupanja, izraženih u postocima, utvrđujemo i prosječne vrijednosti odstupanja Langova kišnog faktora odabranih meteoroloških stanica za izvjesnu godinu ili određeno vremensko razdoblje u godini, pa na taj način dobivamo prosječno stanje vlažnosti toga vremenskog razdoblja za čitavo područje, koje obuhvaćaju te meteorološke stanice. Tako su za proljetno tromjesečje (mart, april, maj) i ljetno tromjesečje (juni, juli, august) svake godine, kao i za čitavu godinu, za svaku od navedenih meteoroloških stanica izračunata postotna odstupanja Langova kišnog faktora od utvrđenih srednjaka pojedinih stanica.

Osim toga, ustanovili smo i temperaturna odstupanja od srednjaka za mjesec maj, kao i temperaturna odstupanja za ljetna tromjesečja. Svi su ti podaci svrstani u tablice br. 1 do 6. Oni su predočeni u grafikonima. U grafikonu br. 1 predočena su postotna odstupanja Langova kišnog faktora za svaku meteorološku stanicu posebno, a u grafikonu br. 2 prikazana su prosječna postotna odstupanja Langova kišnog faktora svih triju stanica (Zagreb, Osijek i Slav. Brod).

Izračunate vrijednosti Langova kišnog faktora i njihova postotna odstupanja od srednjaka zaokružena su na cijele brojeve, što se za razmatranje, vršenje komparacija i stvaranje pouzdanih zaključaka pokazalo dovoljno točnim. Temperaturna odstupanja od područnih srednjaka nisu izražena u postocima. Držimo, da jednako velika temperaturna odstupanja od dva različita tempe-

raturna srednjaka, koji znače srednje temperature dvaju klimatski različitih područja, imaju za život organizama, prilagođenih temperaturnim prilikama tih područja, gotovo jednako značenje – dakako isključivši veću razliku u režimu vlage tih područja i utjecaj drugih, za život tih organizama odlučnih faktora. Tako na pr. u životnom prostoru izvjesnog insekta, pri jednakim pozitivnim odstupanjima temperature od različitih temperaturnih srednjaka raznih područja, dolazi do masovnog razmnažanja toga insekta, ukoliko u nekom od tih područja ne djeluje i kakav drugi utjecajni faktor, koji bi to masovno razmnažanje mogao spriječiti.

Za utvrđivanje stepena suhoće ili vlažnosti upotrebljava se i MARTONNEOVA formula.

$$\left(\frac{O}{T+10} \right)$$

Taj je način prikladan za one slučajeve, kada se radi o razdobljima sa prosječnim temperaturama nižima od 0° C. Budući da razdoblja, koja u našim razmatranjima dolaze u obzir, imaju pozitivne prosječne temperature, a za vlagu odnosno suhoću tih razdoblja mjerodavna su nam – radi potrebnih komparacija – odstupanja od izračunatih srednjaka, dobivamo za naše svrhe dovoljno pouzdane podatke i upotrebom Langova kišnog faktora.

ANALIZA I KOMPARACIJA KLIMATSKOG KARAKTERA RAZDOBLJA, U KOJEM SU BRIJESTOVI EPIDEMIJSKI UGIBALI, S KLIMATSKIM KARAKTEROM RAZDOBLJA, U KOJEM NIJE BILO TE POJAVE

O općem klimatskom karakteru i klimatskim promjenama, koje su se zbile posljednjih decenija u posavskim i donjopodravskim nizinskim područjima, dovoljno je rečeno u raspravi »Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje hrastovih posavskih i donjopodravskih nizinskih šuma« (62), pa ne ćemo u toj raspravi utvrđene činjenice ponavljati, već ćemo nastojati da ih ovdje upotpunimo novim, za ova istraživanja prijeko potrebnim podacima.

Za ova je razmatranja od bitne važnosti, da komparacijama utvrdimo, da li između razdoblja, u kojemu se pojavilo epidemijsko ugibanje brijestova, i razdoblja bez te pojave postoje u glavnim klimatskim karakteristikama – za nas važnih proljetnih i ljetnih mjeseci – bilo kakve razlike. Ukoliko te razlike utvrdimo, treba ustanoviti i njihovu veličinu i značenje. Klimatski faktori, koje ćemo kod te komparacije uzeti u obzir, određeni su samim predmetom istraživanja. Za slabljenje otporne snage drveća od odlučne su važnosti nastupi sušnih razdoblja. Oni su, uz tempera-

turu mjeseca maja i temperaturu ljetnih mjeseci, odlučni za razmnažanje brestovih potkornjaka, a i za širenje gljiva roda *Cerastostomella*. Kao objektivno mjerilo za konstataciju tih suhих razdoblja uzeli smo *negativna odstupanja kvocijenta $\frac{O}{T}$ od područnog srednjaka*, što smo – prikazujući metodu istraživanja – detaljno obrazložili.

Za naša razmatranja ne će biti toliko odlučno, kakav je karakter – s obzirom na temperaturu i vlažnost – imala pojedina godina kao cjelina. Od mnogo će većeg značenja biti, kakav su karakter u tom pogledu imala naznačena tri proljetna i tri ljetna mjeseca. Pouzdane podatke o tom – za čitavo područje meteoroloških stanica Zagreb, Osijek i Slav. Brod – pružit će nam *prosječne postotne vrijednosti odstupanja kvocijenta $\frac{O}{T}$ od ustanovljenih srednjaka tih stanica*. Razmotrimo li te podatke u tablicama i grafikonima lako ćemo na osnovu određenog kriterija utvrditi, kakva je bila raspodjela proljetnih odnosno ljetnih toplih i suhих razdoblja, i kakva je bila njihova učestalost u određenim duljim godišnjim nizovima u vremenskom razmaku od god. 1872. do 1947., odnosno kakav su prosječni klimatski karakter imale pojedine godine.

Da to postignemo, mi smo za svako od naznačenih razdoblja navedenih triju meteoroloških stanica utvrdili prosječni klimatski karakter. Učinili smo to na osnovu podataka, svrstanih u tablici br. 6 na taj način, da smo mjesečna (maj), tromjesečna (mart-april-maj i juni-juli-august) i godišnja razdoblja sa prosječnim odstupanjima

od $+0,3^{\circ}$ C do $-0,3^{\circ}$ C ocijenili – da su imali *temperaturu srednjaka*;

od $+0,4^{\circ}$ C do $+1,3^{\circ}$ C – da su bila *topla*;

sa više od $+1,4^{\circ}$ C – *vruća*;

od $-0,4^{\circ}$ C do $-1,3^{\circ}$ C – *hladna*;

više od $-1,4^{\circ}$ C – *studen*a.

Tromjesečna i godišnja razdoblja, kod kojih smo utvrdili, da su prosječna postotna odstupanja Langova kišnog faktora iznosila

od +5 do -5% , ocijenili smo, da su imala *vlagu srednjaka*;

od +6 do $+24\%$, da su bila *vlažna*;

s više od $+25\%$ – *jako vlažna*;

od -6 do -24% – *suha*;

s više od -25% – *jako suha*.

Vlugu mjeseca maja ocijenili smo prema količini palih oborina (62). Na temelju takve ocjene možemo naznačenim godišnjim razdobljima i pojedinim godinama u području meteoroloških stanica Zagreb, Osijek i Slav. Brod, za razdoblje od 1872.–1947. dati ove *prosječne klimatske karakteristike*:

God. mart-maj	maj	juni-august	čitava godina
1872. <i>vruće</i> i <i>suho</i>	<i>vruće</i> i <i>suho</i>	hladno i vlaga srednjaka	<i>vruće</i> i vlaga srednjaka
1873. temp. srednjaka i jako vlažno	studeno i jako vlažno	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1874. hladno i jako vlažno	studeno i jako vlažno	<i>toplo</i> i jako vlažno	temp. srednjaka i vlažno
1875. studeno i <i>jako suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka	hladno i vlaga srednjaka
1876. hladno i jako vlažno	studeno i jako vlažno	temp. srednjaka i jako vlažno	<i>toplo</i> i jako vlažno
1877. hladno i vlaga srednjaka	studeno i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	temp. srednjaka i <i>suho</i>
1878. temp. srednjaka i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka	temp. srednjaka i jako vlažno	temp. srednjaka i jako vlažno
1879. hladno i jako vlažno	studeno i jako vlažno	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>	hladno i vlažno
1880. temp. srednjaka i vlaga srednjaka	studeno i jako vlažno	hladno i jako vlažno	hladno i vlažno
1881. hladno i vlažno	hladno i <i>jako suho</i>	temp. srednjaka i <i>suho</i>	hladno i vlaga srednjaka
1882. <i>toplo</i> <i>jako suho</i>	temp. srednjaka i <i>jako suho</i>	studeno i jako vlažno	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka
1883. studeno i vlažno	temp. srednjaka i vlažno	hladno i vlaga srednjaka	hladno i vlaga srednjaka
1884. <i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>	studeno i jako vlažno	temp. srednjaka i vlaga srednjaka
1885. <i>toplo</i> i vlažno	hladno i vlaga srednjaka	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1886. hladno i <i>suho</i>	temp. srednjaka i <i>jako suho</i>	hladno i vlažno	temp. srednjaka i vlaga srednjaka
1887. hladno i vlažno	hladno i vlažno	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>	hladno i vlaga srednjaka
1888. temp. srednjaka i jako vlažno	temp. srednjaka i <i>suho</i>	hladno i vlaga srednjaka	hladno i vlaga srednjaka
1889. temp. srednjaka i vlažno	<i>vruće</i> i <i>suho</i>	temp. srednjaka i vlažno	hladno i vlažno
1890. <i>toplo</i> vlažno	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	temp. srednjaka i <i>suho</i>	hladno i <i>suho</i>

God.	mart-maj	maj	juni-august	čitava godina
1891.	hladno i jako vlažno	<i>toplo</i> i jako suho	hladno i vlažno	hladno i vlažno
1892.	hladno i vlažno	temp. srednjaka i jako vlažno	temp. srednjaka i vlažno	temp. srednjaka i vlaga srednjaka
1893.	temp. srednjaka i jako suho	hladno i jako suho	hladno i jako vlažno	hladno i vlaga srednjaka
1894.	<i>toplo</i> i suho	hladno i vlažno	hladno i vlaga srednjaka	temp. srednjaka i suho
1895.	studeno i jako vlažno	hladno i suho	hladno i vlaga srednjaka	hladno i jako suho
1896.	hladno i suho	studeno i suho	hladno i jako vlažno	hladno i vlaga srednjaka
1897.	temp. srednjaka i vlaga srednjaka	studeno i jako vlažno	temp. srednjaka i jako vlažno	temp. srednjaka i vlažno
1898.	<i>toplo</i> i suho	temp. srednjaka i vlažno	hladno i vlaga srednjaka	<i>toplo</i> i suho
1899.	hladno i jako vlažno	hladno i jako vlažno	hladno i vlaga srednjaka	temp. srednjaka i vlaga srednjaka
1900.	studeno i jako vlažno	studeno i jako vlažno	temp. srednjaka i jako vlažno	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka
1901.	temp. srednjaka i suho	temp. srednjaka i jako suho	temp. srednjaka i vlaga srednjaka	hladno i vlaga srednjaka
1902.	studeno i jako vlažno	studeno i vlažno	hladno i vlažno	hladno i vlaga srednjaka
1903.	hladno i vlažno	hladno i vlaga srednjaka	hladno i vlažno	temp. srednjaka i vlaga srednjaka
1904.	<i>toplo</i> i jako suho	temp. srednjaka i jako suho	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka	<i>toplo</i> i suho
1905.	temp. srednjaka i jako vlažno	temp. srednjaka i vlažno	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka	temp. srednjaka i vlažno
1906.	<i>toplo</i> i suho	temp. srednjaka i suho	hladno i vlažno	temp. srednjaka i vlažno
1907.	hladno i vlaga srednjaka	<i>vručo</i> i jako suho	temp. srednjaka i jako suho	temp. srednjaka i jako suho
1908.	<i>toplo</i> i suho	<i>vručo</i> i jako suho	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka	hladno i suho
1909.	temp. srednjaka i vlažno	hladno i jako vlažno	hladno i vlažno	temp. srednjaka i vlažno

God.	mart-maj	maj	juni-august	čitava godina
1910.	temp. srednjaka i vlažno	hladno i jako vlažno	hladno i vlažno	<i>toplo</i> i vlažno
1911.	hladno i jako vlažno	hladno i jako vlažno	temp. srednjaka i vlažno	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka
1912.	temp. srednjaka i jako vlažno	hladno i vlažno	hladno i vlažno	hladno i jako vlažno
1913.	<i>toplo</i> i jako suho	hladno i vlažno	studenno i jako vlažno	temp. srednjaka i <i>suho</i>
1914.	temp. srednjaka i jako vlažno	hladno i vlažno	hladno i jako vlažno	hladno i vlažno
1915.	hladno i vlažno	temp. srednjaka i vlažno	hladno i jako vlažno	temp. srednjaka i vlažno
1916.	<i>vruće</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>	temp. srednjaka i jako <i>suho</i>	<i>vruće</i> i <i>suho</i>
1917.	hladno i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>	<i>vruće</i> i jako <i>suho</i>	temp. srednjaka i <i>suho</i>
1918.	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	hladno i vlažno	temp. srednjaka i <i>suho</i>
1919.	hladno i jako vlažno	studenno i vlaga srednjaka	hladno i jako vlažno	temp. srednjaka i vlažno
1920.	<i>vruće</i> i <i>suho</i>	<i>vruće</i> i jako <i>suho</i>	temp. srednjaka i vlaga srednjaka	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>
1921.	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>	<i>vruće</i> i jako <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>
1922.	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	temp. srednjaka i vlažno
1923.	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>	<i>vruće</i> i jako <i>suho</i>	hladno i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1924.	temp. srednjaka i vlažno	<i>vruće</i> i vlaga srednjaka	hladno i vlažno	hladno i <i>suho</i>
1925.	temp. srednjaka i vlažno	<i>toplo</i> i vlažno	hladno i jako vlažno	temp. srednjaka i vlažno
1926.	temp. srednjaka i <i>suho</i>	hladno i jako <i>suho</i>	studenno i jako vlažno	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka
1927.	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	temp. srednjaka i vlaga srednjaka	<i>vruće</i> i jako <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1928.	hladno i vlažno	studenno i vlažno	<i>toplo</i> i jako <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>

God. mart-maj	maj	juni-august	čitava godina
1929. studeno i vлага srednjaka	<i>toplo</i> i jako vlažno	temp. srednjaka i <i>suho</i>	hladno i vlaga srednjaka
1930. <i>toplo</i> i <i>suho</i>	hladno i <i>jako suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1931. hladno i vlažno	<i>vruće</i> i <i>jako suho</i>	<i>vruće</i> i <i>suho</i>	temp. srednjaka i vlaga srednjaka
1932. studeno i jako vlažno	<i>toplo</i> i vlažno	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>	hladno i vlaga srednjaka
1933. hladno i vlažno	studeno i vlažno	studeno i <i>suho</i>	hladno i vlažno
1934. <i>vruće</i> i <i>jako suho</i>	<i>vruće</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i vlažno	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1935. hladno i <i>suho</i>	hladno i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>jako, suho</i>	temp. srednjaka i <i>suho</i>
1936. <i>vruće</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka	<i>toplo</i> i vlaga srednjaka	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1937. <i>toplo</i> i vlaga srednjaka	<i>vruće</i> i vlaga srednjaka	temp. srednjaka i jako vlažno	<i>toplo</i> i jako vlažno
1938. hladno i <i>suho</i>	studeno i vlažno	<i>toplo</i> i vlažno	temp. srednjaka i <i>suho</i>
1939. temp. srednjaka i vlažno	hladno i jako vlažno	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1940. hladno i vlaga srednjaka	hladno i vlažno	studeno i jako vlažno	studeno i jako vlažno
1941. hladno i vlaga srednjaka	studeno i <i>suho</i>	hladno i jako vlažno	hladno i vlažno
1942. hladno i vlažno	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>	temp. srednjaka i <i>jako suho</i>	hladno i <i>suho</i>
1943. <i>toplo</i> i <i>jako suho</i>	hladno i vlažno	temp. srednjaka i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>
1944. hladno i <i>suho</i>	hladno i <i>jako suho</i>	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>	temp. srednjaka i vlaga srednjaka
1945. <i>vruće</i> i <i>jako suho</i>	<i>vruće</i> i <i>jako suho</i>	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>
1946. <i>vruće</i> i <i>jako suho</i>	<i>vruće</i> i <i>jako suho</i>	<i>vruće</i> i <i>jako suho</i>	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>
1947. <i>vruće</i> i <i>jako suho</i>	<i>vruće</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>suho</i>	<i>toplo</i> i <i>jako suho</i>

Napominjemo, da je svaka od tih karakteristika *prosječna* i da je u izvjesnom broju slučajeva dobivena iz sasvim oprečnih karakteristika triju stanica toga područja. U tim su slučajevima područja pojedinih meteoroloških stanica imala klimatsku karakteristiku, koja se u zbilji razlikuje od prosječno utvrđene. Ti su slučajevi rjeđi, pa nam ta okolnost ne može smetati za pravilnu ocjenu i usporedbu klimatskih karakteristika određenih razdoblja u duljem nizu godina – ako tu metodu, za ta razdoblja, primijenimo konsekventno nepromijenjenu.

Razmotrimo li, na osnovu ovih kriterija, naprijed označene klimatske karakteristike pojedinih godina i za naznačena mjesečna razdoblja u tim godinama, odmah ćemo razabrati, da u razdoblju od god. 1872., pa do 1903., kao i dalje sve do 1916. nema ni jedne godine, u kojoj bi oba naznačena tromjesečja; t. j. III.-V. i VI.-VIII., kao i čitava godina, bila suha. Gotovo redovno – ukoliko nisu oba tromjesečja vlažna – poslije vlažnog proljeća dolazi suho ljeto i obratno. U 44 godine, t. j. svē do god. 1916., imamo tek jedan slučaj da su dva suha proljeća (1893. i 1894.) slijedila jedno za drugim. U razdoblju od 1872.–1906. samo je jedan slučaj, da je mjesec maj – u tri uzastopne godine (1889–1891) – bio topao odnosno vruć; *nema ni jednog slučaja da bi tromjesečje (VI–VIII) dviju godina, koje slijede jedna za drugom, bilo toplo i ujedno izrazilo suho.* Redovno se topla i suha ljeta izmjenjuju sa hladnima i vlažnima, a u trinaest godina (1891–1903) nije bilo ni jednoga toplog ljeta. Samo u jednom slučaju slijede jedna za drugom vruće odnosno prosječno tople godine, t. j. god. 1872. i 1873., a ostalih nekoliko, prosječno toplih godina, slijedi u duljim razmacima.

God. 1904. ukazuje nam na prijelaz u nešto drugačije klimatske okolnosti od prosječnih. Za tu je godinu značajno, da je njeno proljetno i ljetno tromjesečje, kao i čitava godina, toplo. Proljeće te godine jako je suho, a u nekim područjima i ljeto, pa i čitava godina. U petogodištu 1904.–1908. proljetna i ljetna tromjesečja, kao i mjesec maj pretežno su topla i suha. Od pet proljetnih tromjesečja tri su topla i suha (1904., 1906. i 1908.). U četiri od tih pet godina mjesec maj je bio suh. Taj je mjesec po dvije godine uzastopce (1907. i 1908.) bio vruć i jako suh. I ljeta toga petgodišta, izuzevši ljeto god. 1906., bila su pretežno topla i suha. Klimatski karakter slijedećega sedmogodišnjega razdoblja (1909–1915) sličan je onomu prije god. 1904.; proljetna i ljetna tromjesečja tog razdoblja pretežno su hladna i vlažna. U tih sedam godina bilo je samo proljeće god. 1913. u čitavom tom području toplo i jako suho. Lokalno, t. j. na području meteorološke stanice Zagreb, bila su i proljeća 1909.–1911. suha, ali su imala temperaturu srednjaka. Mjesec maj je u šest od tih sedam godina okarakteriziran kao hladan, a u svih sedam godina vlažan; u godinama 1909.–1911. maj je bio jako vlažan. I ljeta su tih godina – uzevši

u obzir prosjek za čitavo područje triju meteoroloških stanica – gotovo sva hladna i vlažna; jedino je ljeto god. 1911. imalo temperaturu srednjaka. Lokalni izuzetak čini ljeto god. 1911., koje je na području meteorološke stanice Zagreb bilo suho i toplo.

U razdoblju od 1904. do 1908. započeti topli i suhi nizovi godišnjih doba nastavljaju se god. 1916., nakon prekida, s nizom od sedam pretežno hladnih i vlažnih godina. Tom godinom započinje razdoblje, koje je po svojim klimatskim karakteristikama potpuno oprečno onomu prije god. 1904. *U tom razdoblju od god. 1916. do 1947. nailazimo na nizove toplih i suhih godina s isto takvim proljetnim i ljetnim tromjesečjima.*

Od 1916. do 1923. – s prekidom u god. 1919. – sva su proljetna tromjesečja suha, a šest je od tih osam tromjesečja usto i toplo. Mjesec maj je u godinama od 1916. do 1924. s izuzetkom u god. 1919., topao, a u nekim godinama, t. j. u god. 1920., 1921., 1923. i 1924., maj je vrlo vruć. U tom istom razdoblju imamo i pet suhih ljeta, od kojih je ono u 1917. bilo vruće, a u 1921. i 1922 toplo. Od tih devet godina bilo je prosječno suhih sedam, a od tih su dvije (1920. i 1921.) bile jako suhe.

Sličnog rasporeda nizova toplih i suhih, proljetnih i ljetnih godišnjih doba u prijašnjim dugim razdobljima nije bilo; takav se raspored dalje nastavlja kroz čitavo ovo razdoblje. Ističu se dalja suha proljeća u god. 1926., 1927., 1930., 1934., 1935. i 1936., pa *pet uzastopno suhih proljeća od god. 1943. do 1947.* Od tih su ona u god. 1934., 1936., pa 1945., 1946. i 1947. vruća i pretežno jako suha. Od god. 1925. do 1947., t. j. u 23 godine, 11 godina ima suh mjesec maj. U god. 1931., 1934., 1937., pa 1945.–1947. bio je mjesec maj vruć, a u posljednje tri godine ujedno i jako suh. *Od god. 1927. do 1933. bilo je sedam suhih ljetnih tromjesečja, koja su slijedila u neprekinutom nizu jedno za drugim; od tih suhih ljetnih tromjesečja jedno je vruće (1927), četiri su topla, jedno je imalo temperaturu srednjaka (1929), a jedno je bilo hladno (1933).* Dalje slijede uzastopce dva topla ljeta (1935. i 1936.), od kojih je ono u god. 1935. i jako suho. I ljeta god. 1938. i 1939. su topla – drugo je i suho. Na kraju, *od god. 1942. do 1947. slijedi opet neprekinut niz od šest suhih ljeta, od kojih su ona u godinama 1942., 1944. i 1946. jako suha; u posljednje četiri godine toga niza tri su ljeta topla, a jedno je vruće (1946).* Prosječna klimatska karakteristika pojedinih godina u razdoblju od 1924. do 1947. kazuje nam, da je *od te 24 godine bilo 14 suhih, a od tih je 11 bilo usto i toplo; gotovo redovno slijedi više suhih godina jedna za drugom, kao na pr. 1927. i 1928., 1934.–1936., 1938. i 1939., pa 1945.–1947.; ove su posljednje ujedno bile i tople.*

Usporedimo li *sumarno* klimatske karakteristike proljetnog tromjesečja, mjeseca maja, ljetnog tromjesečja i čitave godine u razdoblju od 1872.–1903. s onima u razdoblju od 1916.–1947., dolazimo do ovih rezultata:

Dok je u razdoblju od 1872.-1903. bilo samo 5 godina s toplim odnosno vrućim i suhim proljećem, u razdoblju od god. 1916.-1947. bilo je takvih proljeća 14. U prvom su razdoblju bila 2 vruća i 5 toplih majeva (svega 7), u drugom je razdoblju bilo 10 vrućih i 8 toplih majeva (svega 18). Razdoblje od 1872.-1903. imalo je 7 suhih ljeta, od kojih je bilo 5 toplih i suhih (samo 2 od njih bila su jako suha), a nijedna godina tog razdoblja nije imala izrazito vruće ljeto. Razdoblje od 1916.-1947. imalo je 11 toplih i suhih ljeta, pa tri vruća ljeta, od kojih su 2 bila i jako suha. Ne uzimajući u obzir temperaturu, *bilo je u tom razdoblju 19 suhih ljeta, a 9 od njih bilo je jako suho.*

U prvom razdoblju samo su tri godine bile prosječno tople i suhe, samo jedna je bila vruća (s vlagom srednjaka), jedna suha, ali hladna, jedna jako suha i hladna, a jedna suha s temperaturom srednjaka.

Ne uzimajući u obzir temperaturu, *u drugom je razdoblju bilo svega 20 prosječno suhih godina, od kojih 5 jako suhih.* Tu je bila 1 god. vruća i suha, 8 toplih i suhih, 5 toplih i jako suhih; ostale su suhe godine imale temperaturu srednjaka, a jedna je bila hladna.

Na temelju tih klimatskih podataka i razmatranja o klimatskom karakteru čitavih nizova naznačenih prošlih godišnjih doba možemo konstatirati, da su se u vremenu od god. 1872. do 1947. u područjima meteoroloških stanica Zagreb, Osijek i Slav. Brod izmijenila dva dulja razdoblja oprečnoga klimatskog karaktera. Između tih razdoblja postojalo je i jedno kraće, prelazno razdoblje.

Prvo razdoblje, koje je trajalo od god. 1872. do 1903., t. j. 32 godine, bilo je, prosječno uzevši, hladno i vlažno. Od god. 1904. do 1915. bilo je neko *prelazno* razdoblje, sastavljeno od 5 pretežno toplih i suhih godina i 7 pretežno hladnih i vlažnih godina. Prvih 5 godina toga prelaznog razdoblja po svom klimatskom karakteru pripada idućem toplom i suhom razdoblju, a drugih je 7 godina bliže prošlom hladnom i vlažnom razdoblju.

Drugo, prvom oprečno, suho i toplo razdoblje počinje god. 1916., pa traje do god. 1947., t. j. isto toliko kao i prvo razdoblje. Za razliku od razdoblja prije godine 1904., u ovom razdoblju nalazimo razmjerno velik broj godina, u kojima su proljetni i ljetni mjeseci, kao i čitava godina, bili suhi. Dok u razdoblju od 1872. do 1903., kao i u razdoblju od 1904.-1915., t. j. *u toku neprekidnutog niza od 44 godine, nije bilo ni jedne godine, u kojoj bi proljetna i ljetna tromjesečja bila izrazito suha,* u razdoblju od 1916. do 1947. t. j. *u toku 32 godine, bilo je 11 takvih godina; 7 od njih bilo je i toplo.* U prvom je razdoblju gotovo redovna pojava, da je nakon topla i suha proljeća slijedilo hladno i vlažno ljeto; nastupali su, redovno, nizovi hladnih i vlažnih proljetnih i ljetnih godišnjih doba, koje su tek rijetko prekidala pojedina suha i topla proljeća i ljeta, odnosno doba, kojih bi se klimatski karakter kretao oko srednjaka. U drugom je razdoblju bilo obratno, t. j.

redovno su nastupali dugi nizovi suhih i toplih proljetnih i ljetnih godišnjih doba, koja su prekidala pojedina hladna i vlažna proljeća i ljeta. Općenito bi se moglo reći, da u prvom razdoblju nastaje izmjena ekstremnih klimatskih prilika pretěžno između proljetnih i ljetnih doba pojedine godine, a u drugom razdoblju zahvaćaju klimatski ekstremi čitave godine i nizove godina na taj način, što se dulji, suhi i topli nizovi godina ili godišnjih doba izmjenjuju s pojedinim hladnim i vlažnim godinama ili kraćim nizom takvih godina odnosno godišnjih doba.

Osim ovakva određivanja općega klimatskog karaktera godišnjih doba za svaku godinu perioda od 1872.–1947. i konstatiranja klimatskih razlika među navedenim razdobljima toga perioda, za našu su raspravu važne i *same temperaturne prilike*, koje su vladale u tim razdobljima, pa je potrebno, da ih posebno razmotrimo.

Kao osnovu za ova razmatranja uzet ćemo – za period od 1872. do 1900. – temperaturne podatke meteorološke stanice Zagreb–Grič, a za period od 1901.–1947. prosječne vrijednosti, izračunate iz podataka meteorološke stanice Zagreb–Grič, Osijek i Slav. Brod.

Prije nego što prijedemo na detaljniju analizu temperaturnih okolnosti navedenih razdoblja, zanimljivo je konstatirati, da prema temperaturnim podacima meteorološke stanice Zagreb–Grič (62) temperaturni srednjak dvanaestgodišnjeg prelaznog razdoblja (1904–1915) iznosi 11,2 C, t. j. on je jednak temperaturnom srednjaku, utvrđenom za čitav period od 1872.–1947. Temperaturni srednjak utvrđenoga hladnog i vlažnog razdoblja (1872–1903) iznosi 10,9 C, a toplog razdoblja (1916–1947) 11,5 C. Aritmetička sredina tih dvaju srednjaka jednaka je utvrđenom srednjaku prelaznog razdoblja (11,2 C). I tu činjenicu možemo uzeti kao dokaz, da klimatski karakter razdoblja od god. 1904. do 1915. ima prelazan značaj između navedenoga hladnoga i toplog razdoblja.

Odstupanja *temperatura* od utvrđenih srednjaka u pojedinim, naprijed ustanovljenim razdobljima, znatno se međusobno razlikuju.

U naznačenom 32-godišnjem razdoblju bilo je samo devet godina, u kojima je godišnja temperatura bila viša od srednjaka. Tu postoje tri slučaja, da su po dvije takve godine bile uzastopne, i to god. 1872. i 1873., zatim 1877. i 1878., pa 1885. i 1886. Od tih je najtoplija bila god. 1872.

Od dvanaest godina *prelaznog razdoblja* četiri su imale godišnju temperaturu višu od srednjaka.

Od 32 godine toplog razdoblja u 20 je godina godišnja temperatura porasla iznad srednjaka. Raspored tih godina bio je takav, da su se gotovo redovno po dvije, tri i više njih nizale jedna za drugom. Takve su godine 1920. i 1921., poslije kojih slijedi četverogodišnji niz od god. 1925. do 1928., pa dalje šestogodišnji niz od 1934. do 1939., i na kraju, trogodišnji niz od 1945. do 1947.

Razmjerno vrlo visoke godišnje temperature imale su u tom razdoblju godine 1916., 1923., 1927., 1930., 1934. i 1945. Takva odstupanja i raspored godišnjih temperaturnih srednjaka ukazuje na znatnu razliku u klimatskim krakterima naznačenoga hladnog i toplog razdoblja.

Za ta je istraživanja od posebne važnosti *tok odstupanja temperatura u mjesecu maju, kao i odstupanja srednjih temperatura u tromjesečju juni–august.*

Najprije ćemo analizirati odstupanja mjeseca *maja*. Razmotrimo li prosječni temperaturni srednjak tog mjeseca, koji iznosi 16,3 C, pa usporedimo naprijed utvrđena razdoblja, t. j. hladno (1872–1903), prelazno (1904–1915) i toplo (1916–1947), ustanovit ćemo važne činjenice:

U 32-godine hladnog razdoblja temperatura mjeseca maja samo je 8 puta porasla iznad srednjaka, i to opetovano u god. 1883. i 1884., pa u god. 1889. do 1891. i pojedinačno u god. 1872., 1875. i 1878. Od god. 1892. do 1903., t. j. u toku 12 godišna, temperature mjeseca maja neprestano su bile ispod tog srednjaka.

U 12-godišnjem prelaznom razdoblju 5 godina ima temperaturu mjeseca maja višu od srednjaka. S takvom temperaturom ističe se trogodište 1906.–1908. U god. 1907. i 1908. porasla je ta temperatura mnogo iznad srednjaka. U daljih 6 godina toga prelaznog razdoblja temperature mjeseca maja neprestano su niže od srednjaka.

Temperaturna odstupanja mjeseca maja *u naznačenom toplom razdoblju* potpuno su oprečna onima u hladnom razdoblju. Dok je u jednako dugom 32-godišnjem hladnom razdoblju bilo 8 majeva s temperaturom višom od srednjaka, *u ovom toplom razdoblju bilo je takvih 19*, a osim toga oni čine neprekinute nizove, t. j. pojava se opetuje uzastopno kroz 3, 4, pa čak i 6 godina.

Niz pozitivnih odstupanja, započet god. 1915., uz jedini prekid u god. 1919., traje sve do godine 1925. Tu slijede jedan za drugim najprije 4, pa zatim 6 majeva s prosječnim temperaturama većima od srednjaka; ta su odstupanja u god. 1917., 1920., 1921., 1923. i 1924. razmjerno velika. Odstupanja su pozitivna u god. 1929., 1931. i 1932., a u god. 1934., 1936. i 1937. dižu se znatno iznad srednjaka, Nakon prekida od 4 godine temperatura se u god. 1942. opet diže znatno iznad srednjaka, da se uzastopce u god. 1945., 1946. i 1947. održi stalno visokom.

Ta je pojava u rasporedu i odstupanjima prosječnih temperatura od srednjaka (20,8 C) *u tromjesečju juni–august* još izrazitija.

U 32 godine razdoblja 1872.–1903. samo je 8 godina, u kojima je prosječna temperatura tih ljetnih tromjesečja viša od srednjaka; u čitavom tom razdoblju samo u jednom slučaju slijede po 3 takva tromjesečja jedno za drugim (1873–1875), a ostalih je 5 pojedinačno raspoređeno. Od 1891. do 1903., t. j. *u 13 uzastopnih godina, ni jednom nije ta temperatura bila viša od srednjaka.*

U dvanaestgodišnjem prelaznom razdoblju (1904–1915) četiri su godine s prosječnim temperaturama ljetnih tromjesečja iznad srednjaka (u god. 1904. i 1905. ta tromjesečja slijede jedno za drugim).

Od 32 godine toplog razdoblja (1916–1947) 21 godina ima temperaturu tromjesečja VI–VIII višu od srednjaka. Ni u jednom slučaju ne nastupaju takve godine pojedinačno. U dva slučaja dolaze po dva takva ljetna tromjesečja jedno za drugim (god. 1916., 1917. i 1921., 1922.), a ostalih se 17 niže u toku 21 godine (1927–1947) u dugom nizu, koji prekidaju samo hladna ljeta 1933. i 1934., pa 1940. i 1941.

Iz svega naprijed izloženoga možemo s dovoljnom sigurnošću zaključiti, da se razdoblja, u kojima nije bilo epidemijskog ugibanja brijestova, i razdoblje, u kojem se ta epidemija razvila, po svom klimatskom karakteru znatno međusobno razlikuju. Razdoblje, u kojem se ta pojava općenito rasprostranila i snažno očitovala (1916–1947), karakteriziraju suhe i tople godine, pa čitavi nizovi suhih i toplih proljetnih i ljetnih tromjesečja. Razdoblja bez te pojave karakteriziraju pretežno hladne i vlažne godine i godišnja doba, kao što su bila od god. 1872.–1903., pa djelomice od god. 1904.–1915.

Pojava ugibanja brijestova zahvatila je i područja, koja se po svom klimatskom karakteru znatno razlikuju od područja meteoroloških stanica Zagreb, Osijek i Slav. Brod. Tako brijestovi ugibaju i u Hrv. Primorju. Stoga će biti korisno, da na isti način obrađene klimatske podatke tog područja (na pr. met. st. Crikvenica) usporedimo s podacima dobivenim za navedene kopnene meteorološke stanice, pa da iz te usporedbe izvedemo – s obzirom na razlike u klimatskom karakteru tih područja – izvjesne, za našu raspravu važne zaključke. Usporedba srednjaka ovih dvaju područja daje nam ove razlike:

Met. stan.	Temperaturni srednjaci ° C			Langov kišni faktor			
	Za mj. III–V	V	VI–VIII	God.	III–V	VI–VIII	God.
Zagreb Osijek	11,5	16,3	20,8	11,1	17	10	71
Slav. Brod (1872–1947)							
Crikvenica (1892–1947)	13,0	17,2	22,3	14,0	24	12	99
Razlika	+1,5	+0,9	+1,5	+2,9	+7	+2	+28

Iz ove usporedbe srednjaka možemo općenito zaključiti, da područje meteorološke stanice Crikvenica ima prosječno znatno vlažnije godine od područja meteoroloških stanica Zagreb, Osijek i Slav. Brod, iako je srednja godišnja temperatura Crikvenice za 2,9° C viša od srednje godišnje temperature navedenih kopnenih stanica; razlika u srednjacima proljetnoga i ljetnog tromjesečja iznosi 1,5° C, a kod srednjaka mjeseca maja 0,9° C.

Od te općenite klimatske karakteristike za ovu je raspravu mnogo važnije usporedbom utvrditi *postoji li između ta dva područja koincidencija u odstupanjima temperatura od srednjaka, i kakva je bila razlika u nastupu i redosljedu proljetnih i ljetnih sušnih mjeseci i godina.*

Usporedimo li odstupanja temperatura od srednjaka u proljetnom tromjesečju, vidimo, da su ta odstupanja od 1892. do 1916. pretežno (66%) ispod srednjaka, t. j. proljeća su u tom razdoblju bila *pretežno hladnija*. U tom su razdoblju bila samo dva vrlo topla proljeća (1894. i 1898.).

U razdoblju od 1916.–1947. bila su proljeća *pretežno topla* (59%). Od 19 proljetnih tromjesečja s temperaturom iznad srednjaka 11 ih je bilo vrlo toplih.

Slično je i s temperaturama mjeseca maja. Od 24 maja u razdoblju prije 1916. bilo ih je 15, t. j. 62% s temperaturom *ispod* srednjaka. Od 9 majeva toga razdoblja s temperaturom iznad srednjaka, samo su dva bila vrlo topla (1908. i 1915.).

Naprotiv, od 32 maja u razdoblju od god. 1916.–1947. bilo je 21, t. j. 66% sa srednjom temperaturom *iznad srednjaka*, a od tih je 13 bilo vrlo tople. Osobito se ističu vrući majevi u god. 1922. do 1924., 1929., 1934., 1936., pa 1945. i 1947., kada su se prosječne mjesečne temperature povisile za više od 2° C iznad srednjaka, a u godinama 1936. i 1945. iznosilo je to povišenje i preko 3° C iznad srednjaka, što se prije, u toku dugog niza godina, nije ni jednom moglo zamijetiti. I u ovom klimatskom području *opažamo od 1915. do 1925. – uz izuzetak u god. 1919. – niz od 10 godina, u kojima je temperatura mjeseca maja bila neprestano iznad srednjaka, isto tako kao i u području meteoroloških stanica Zagreb, Osijek i Slav. Brod.*

Još jače razlike između ta dva razdoblja nalazimo kod prosječnih temperatura ljetnih tromjesečja. Od 24 ljetna tromjesečja prije 1916. samo ih je 7, t. j. 25%, imalo temperaturu *iznad* srednjaka, a samo je jedno od njih bilo vrlo tople (1904). Od 32 ljetna tromjesečja u razdoblju od 1916.–1947. bila su 24, t. j. 75%, s prosječnom temperaturom *iznad srednjaka*, a 17 od tih tromjesečja bilo je vrlo tople; u 5 od njih prosječna se temperatura uzdigla za više od 2° C iznad srednjaka (god. 1928., 1931., 1945., 1946. i 1947.), što se također u ranijem dugom nizu godina nije ni jednom dogodilo.

I u ovom području, kao i u području navedenih kopnenih meteoroloških stanica, nailazimo od god. 1927.–1947. na razdoblje, u kojem su ljetna tromjesečja gotovo svih godina topla, a u 5 već navedenih godina ta su tromjesečja vrlo vruća. Taj dugi niz toplih i vrućih ljeta (21) prekinula su tek dva ljeta s temperaturama srednjaka (1933. i 1941.) i jedno nešto hladnije ljeto (1940).

Sve nam te činjenice jasno dokazuju, da su se i u području meteorološke stanice Crikvenica u posljednja tri decenija zbile

slične promjene u temperaturnim odstupanjima od srednjaka, kao i u području meteoroloških stanica Zagreb, Osijek i Slav. Brod. To nam brojčano potvrđuje i *usporedba apsolutnih zbrojeva temperaturnih odstupanja od srednjaka u razdobljima prije i poslije god. 1915.*, po metodi po kojoj je to autor učinio u već spomenutoj raspravi (62) za periode od 1872.–1908. i 1909–1945. Razlike apsolutnog zbroja temperaturnih odstupanja od srednjaka za naznačena razdoblja meteoroloških stanica Zagreb, Osijek i Slav. Brod, pa meteorološke stanice Crikvenica, prikazat će nam ova križaljka:

Razdoblje godina	Br. god.	Zagreb, Osijek, Slav. Brod				Crikvenica			
		III-V	V	VI-VIII	God.	III-V	V	VI-VIII	God.
± temp. ° C									
1915.–1947.	32	37,4	47,8	27,5	21,8	—	—	—	—
1872.–1903.	32	26,4	43,6	20,9	17,2	—	—	—	—
1916.–1939.	24	—	—	—	—	21,4	35,2	26,3	12,3
1892.–1915.	24	—	—	—	—	13,8	19,2	14,7	9,7
Razlike:		+11,0	+4,2	+6,6	+4,6	+7,6	+16,0	+11,6	+2,6
u%		+42	+10	+32	+27	+55	+82	+79	+27

Iz razlika zbrojeva apsolutnih temperaturnih odstupanja od srednjaka meteoroloških stanica Zagreb, Osijek, Slav. Brod u dva naznačena razdoblja vidimo, da su ta odstupanja bila u razdoblju od 1915.–1947. u proljetnim tromjesečjima za 42%, u maju za 10%, u ljetnim tromjesečjima za 32%, a prosječno godišnje za 27% veća od istih odstupanja u razdoblju od 1872. do 1903.

Apsolutna temperaturna odstupanja od srednjaka meteorološke stanice Crikvenica – u razdoblju od 1915.–1939. – u proljetnim su tromjesečjima za 55% veća, u maju za 82%, u ljetnim tromjesečjima za 79%, a prosječno su godišnje za 27% veća od istih odstupanja u razdoblju od 1892. do 1915.

To znači, da su temperaturna odstupanja od srednjaka – u razdobljima nakon god. 1915. – u područjima triju kopnenih stanica kao i u području navedene primorske stanice, u proljetnim i ljetnim mjesecima, a s obzirom na prosječne godišnje temperature, znatno veća od isto takvih odstupanja u razdobljima prije g. 1915.

Zanimljivo je istaći, da su prosječna godišnja temperaturna odstupanja u oba klimatska područja (u kopnenom i primorskom) povećana za isti postotak (27%).

Kako ta povećana odstupanja, u razdoblju nakon god. 1915., imaju pretežno pozitivan predznak, možemo općenito zaključiti, da je to razdoblje u oba klimatska područja bilo znatno toplije od prethodnog razdoblja.

U pogledu nastupa sušnih proljetnih i ljetnih tromjesečja ipak je postojala izvjesna razlika između primorskoga i navedenog kopnenog područja. Za Primorje je općenito karakteristično, da tu češće nastupaju proljetne i ljetne suše, a često su – unatoč razmjerno visokim prosječnim godišnjim oborinama – i pojedine

čitave godine sušne. Tako su u području meteorološke stanice Crikvenica god. 1895., 1898., 1900. i 1901. imale sušna proljeća i ljeta, a i čitave su te godine imale manje oborina od područnog srednjaka. Maj je često vrlo vlažan, ali je, još češće, jako suh; kolebanja oko srednjaka su rjeđa.

Prelazno razdoblje između god. 1904. i 1915. nije tako izrazito kao u području tri kopnene meteorološke stanice. Proljeće god. 1904. bilo je suho, ali je ljeto bilo vlažno, iako vrlo toplo. Niz vlažnih i hladnih ljeta od 1908.–1915., izuzevši god. 1911., približno se slaže s istim razdobljem na kopnu. Ipak su i tu nakon god. 1916. pojedine godine sa suhim ljetima i proljećima mnogo češće nego u prethodnom razdoblju. Nailazimo tu na niz godina (15) sa vrlo suhim proljetnim tromjesečjima (1915., 1916., 1918., 1920., 1923., 1929., 1935., 1936., 1938. i 1942.–1947.), zatim nizove godina (16) s osobito suhim ljetima (1916., 1917., 1921., 1922., 1927.–1931., 1935.–1939., izuzevši god. 1937., pa god. 1942.–1947.), a 13 godina toga razdoblja imala su proljeća i ljeta suha. Osobito se ističe suhi mjesec maj u god. 1917., 1919., 1922., 1923., 1935., 1937., 1944., 1945. i 1947., kada je nedostajalo 70 do 90% oborina, što se u prijašnjim godinama, unatoč češćim sušama u tom mjesecu, nikad nije opazilo. Niz posljednjih 6 godina toga 32-godišnjeg razdoblja (1942.–1947) osobito se ističe sušnim i vrućim proljećima i ljetima; gotovo sve godine toga niza pokazuju u prosjeku karakteristiku izrazito sušnih godina, koje slijede jedna za drugom u neprekinutom nizu.

Iz ovakva rasporeda suhih godišnjih doba možemo zaključiti – i pored spomenute opće karakteristike primorske klime, da u njoj nastupaju godine sa suhim proljećima i ljetima – ta pojava ipak postaje u razdoblju od 1916.–1947. i u Primorju tako česta i intenzivna, te daleko prelazi okvir pojave suhih proljeća i ljeta u prethodnom razdoblju. To znači, da su se i u tom području – s obzirom na učestalost sušnih proljeća i ljeta – u posljednjem razdoblju zbile slične klimatske promjene, kakve smo utvrdili u posavskom i donjopodravskom području. *Stoga zaključujemo, da su u ta oba, po svom klimatskom karakteru različita područja – t. j. u kopnenom i primorskom – nastale u istom razdoblju, s obzirom na temperaturne okolnosti i pojavu sušnih godišnjih doba, slične, istosmjernje klimatske promjene.*

Iz općega klimatskog pravila, prema kojemu su ovakve promjene u manjim područjima (Zagreb, Osijek, Slav. Brod i Crikvenica) tek odraz odnosno dio takvih promjena, koje su zahvatile mnogo veća područja Zemlje, možemo zaključiti, da su se slične klimatske promjene očitovale i u širokim područjima Evrope.

Jače klimatske promjene u posljednja dva decenija potvrđuju i rezultati istraživanja sovjetskog polarnog istraživača VIZEA. Počevši od god. 1920., sve su polarne stanice u atlantskom području Arktika mogle utvrditi znatno povećanje temperature zraka.

(Vidi o tom opširnije u 5. broju časopisa »Priroda«, god. 1949.). Svakako su takve klimatske promjene u izvjesnim prilikama morale imati odlučan utjecaj na mnoge žive organizme.

U daljim ćemo poglavljima nastojati da objasnimo, kakva uzročna veza postoji između utvrđenih klimatskih promjena i pojave epidemijskog ugibanja brijestova.

UTJECAJ PROMJENA KLIMATSKIH STANJA NA OTPORNU SNAGU BRESTOVIH STABALA

Biljni organizmi stoje pod stalnim utjecajem klimatskih faktora. U svom dugogodišnjem životnom razvoju drveće je neprestano izloženo klimatskim promjenama, koje nastaju u toku pojedinog dana, u toku više dana, mjeseci, godišnjih doba i čitavih nizova godina. O klimatskom karakteru tih duljih i kraćih razdoblja i dobroti tla ovisan je rast drveća i proizvodnja drvne mase. Za rast drveća od osobite je važnosti vlaga. Drveće je zbog svoga visokog rasta izloženo neprestanim strujanjima zraka, a time i stalnom jakom ishlapljivanju. Stoga uspješan rast drveća mnogo ovisi o dovoljnoj količini proljetnih i ljetnih oborina. *Drveću je osobito potrebna vlaga tla u proljeće, kada počinje intenzivno strujanje sokova od korijenja prema krošnji.* Vlažna proljeća mnogo koriste drveću listača, kada tek izbilo mlado lišće još nema dovoljnu razvijenu kutikulu, koja sprečava jače ishlapljivanje. Za održavanje stalne cirkulacije sokova i transpiraciju treba da je u tlu dovoljno vlage i u ljetnim mjesecima. Osim nedostatka oborina na šumsku vegetaciju djeluju dvostruko štetno visoke proljetne i ljetne temperature, jer ne samo što uzrokuju prekomjerno ishlapljivanje, već ujedno isušuju šumsko tlo, u kojem korijenje šumskog drveća treba da neprestano nalazi dovoljnu količinu vlage, potrebne za održavanje fizioloških funkcija drveta u vrijeme vegetacije. Zato su visoke temperature drveću samo onda štetne, kada ujedno isušuju tlo i pojačavaju transpiraciju. Najštetnije djeluju visoke temperature u julu i augustu, kada tlo ima najmanje vlage. Vlagu tla može nadomjestiti vlaga zraka (29).

Rast pojedine vrste drveća prilagođen je određenim srednjim kolebanjima klimatskih faktora u području njegove prirodne rasprostranjenosti. Svako jače odstupanje od tih srednjih kolebanja ima za rast drveća nepovoljne posljedice, prvenstveno za njegove fiziološke funkcije. Te su posljedice to teže, što je drveće dulje raslo u povoljnim mu klimatskim prilikama, i što su češći i dugotrajniji nastupi klimatskih ekstrema.

Od klimatskih su faktora, kako smo već obrazložili, temperatura i vlaga najodlučniji, pa nastupi ekstrema tih faktora imaju za rast drveća veliko značenje. Dugotrajne visoke proljetne i ljetne temperature zraka osobito su štetne, kada ih prati nestašica obo-

rina. Pojačanom transpiracijom, koja se pod takvim klimatskim prilikama redovno javlja, drveće troši velike količine vode. Tlo postaje danomice sve suše, tako da drvo ne može više transpiriranu vodu naknaditi iz tla, jer voda kroz lišće ishlapljuje mnogo brže, nego što korijenje može iz zemlje privesti potrebne nove količine vode. *Zbog toga u vodoprovodne cjevčice prodire toliko zraka, da u tim organima drveta nastaje zadržaj u gibanju vode sa svim štetnim posljedicama.* Što je u vrućim danima transpiracija i asimilacija veća, to se i zrak u trahealnim elementima sve više prorjeđuje (54).

U takvim sušnim razdobljima redovno pada i razina donje vode. Duga sušna razdoblja, u kojima se razina donje vode jako spusti i stoji dulje vremena ekstremno nisko, mogu da izazovu u rastu drveća velike poremetnje, a gdjegdje i da ugroze njegov opstanak. (Slično djelovanje ima i za šumu nepravilno provedena odvodnja.) Korijenju drveća, koje se u toku dugog niza godina prilagodilo određenom srednjem stanju donje vode, postaje u takvim prilikama gotovo nemoguće da, redovno crpe drvetu potrebnu minimalnu količinu vode. Takvo stanje pojačava već opisanu poremetnju u vodoprovodnom sistemu drveta, koji se sve više puni zrakom.

Ali, u takvim prilikama ne nastaju samo štete za drvo, nego i za tlo. Isuši li se tlo, tada ne prestaje samo djelatnost korisnih bakterija u tlu, *već prestaje i sposobnost dlačica korijenja, da izlučuje sastojine, koje rastvaraju biljci potrebno hranjivo.* Nastaje općenito pogoršanje kvalitete tla, što se doskora očituje suhim granama po rubovima krošanja drveća, koje na takvim tlima raste (54).

Štetne posljedice opisanih sušnih klimatskih konstelacija – nepovoljnih za rast drveća – *najprije se i najjače očituje na sastojinama, koje rastu po nižim položajima ravnica i rječnih nizina.* Ukoliko one dulje potraju, njihove se štetne posljedice šire i po gredama i višim položajima. S povećanjem nadmorske visine taj utjecaj ipak postaje sve slabiji, jer je na brdskim položajima relativna vlaga zraka veća, a otpornije je i drveće, izraslo tu pod drugim ekološkim prilikama nego ono u nizinama.

Činjenica je, da često ista vrsta drveća, kojoj su se zbog spuštanja razine donje vode i opće suhoće tla posušili vrhovi, a gdjegdje su i mnoga stabla uginula, na drugom, mnogo sušem tlu, dobro uspijeva. Tu pojavu tumači već jednom istaknuta činjenica, da sve vrste drveća dobro uspijevaju u onim prosječnim ekološkim prilikama, kojima su se od početka svog rasta prilagodile. *Sastojine izvjesne vrste drveća, uzrasle na suhu staništu, pokazat će prema suši veću otpornost nego one, uzrasle na vlažnu staništu, zbog toga, što nastup sušnog razdoblja nema za drveće, uzraslo od mladosti na suhu staništu, isto fiziološko značenje kao što ga ima za drveće bujnog rasta, koje je čitav život raslo na staništu s obi-*

ljem vlage, i na kojem vlaga nije bila faktor minimuma. Upravo taj oštri prijelaz od obilja vlage na ekstremnu suhoću djeluje veoma nepovoljno na rast drveća, uzraslog po vlažnim riječnim nizinama. Stoga kod nastupa duljih sušnih razdoblja prvo i najviše stradava drveće, uzraslo na najnižim položajima. Otporna snaga toga drveća oslabi, i ono postaje predisponirano za napadaj štetnika, koji ga prije nisu mogli ugroziti. Za takvo drveće nastaju osobito nepovoljne prilike, kada učestala sušna i topla razdoblja ujedno pogoduju insektima i parazitarnim gljivama, koji napadaju isključivo ugroženu vrstu drveća.

Iz svega rečenoga izlazi, da su sušna i ekstremno topla proljetna i ljetna godišnja doba, koja u razdoblju masovnog ugibanja brestovih i hrastovih stabala gotovo besprekidno vladaju, imala – uz ostale faktore – na to ugibanje odlučan utjecaj. Autor ove rasprave opisao je u posebnoj radnji (62), kakvu su ulogu izvršila ta klimatska kolebanja u procesu masovnog sušenja slavonskih hrastika. Stoga ovdje ne ćemo ponavljati u toj radnji izložena objašnjenja o utjecaju suhih vegetacijskih razdoblja na smanjenje prirasta i slabljenje životne otporne snage drveća. Što je tamo rečeno za hrast lužnjak, vrijedi i za nizinski brijest. Obje se rasprave u dokazima nadopunjuju.

Sa sigurnošću možemo zaključiti, da do masovnog sušenja hrastovih stabala ne bi došlo, da – osim nepovoljnih klimatskih faktora – nije bilo i drugih faktora, kojih je djelatnost, u uzročnoj povezanosti s prvima, uzrokovala za to drveće katastrofalne posljedice. Ali je isto tako sigurno, da ni štetna djelatnost ovih drugih faktora ne bi bez nastupa odgovarajućih klimatskih prilika nikako mogla doći do izražaja u tako golemom opsegu.

Lokalno bi, možda, nastale veće štete od umjetne neracionalne *odvodnje* šumskih tala. Ali, i s obzirom na takve odvodnje, treba istaći, da one u razdobljima s vlažnim i hladnim proljetnim i ljetnim mjesecima (što je za šumsku vegetaciju odlučno) nikad ne mogu uzrokovati takve štete, kakve uzrokuju u toplim i sušnim razdobljima. Umjerenе odvodnje, izvedene za odvod *prekomjerne* vode iz šumskog tla, sakupljene u vegetacijskim mjesecima od nastupa dugotrajnih proljetnih, a gdjekad i ljetnih kiša, što se u prijašnjim razdobljima češće događalo, mogu biti za rast drveća samo korisne. *Naprotiv te su iste odvodnje u često ponavljanim sušnim i toplim proljetnim i ljetnim godišnjim periodima – kakva su došla u punoj mjeri do izražaja u posljednjem razdoblju – nanijele velike štete.* Zato je prijeko potrebno, da se odvodnje tehnički provedu tako, da se vlaga u tlu regulira prema vladajućem klimatskom karakteru proljetnih i ljetnih godišnjih doba.

Utjecaj odvodnje u procesu sušenja brestovih i hrastovih stabala svakako je lokalno bio odlučan. To je zaista jedan od važnih faktora, ali mjesnog značenja. Kod istraživanja *općih i početnih uzroka* epidemijskog ugibanja brijestova i hrastova, koje je zahva-

tilo i velikâ područja, pa i gotovo čitavu Evropu (brijest), gdje nije bila provedena nikakva odvodnja, ne može se uzeti, da je taj faktor odvodnje imao u tom procesu neko opće značenje. *Takav faktor može biti samo klima, koje promjene i ekstremi dolaze do izražaja na velikim područjima;* ona stalno i u velikoj mjeri utječe na razvoj biljnih i životinjskih organizama, koji u tim područjima žive.

Novonastala klimatska konstelacija, koja se u posljednja tri decenija osobito odrazila u proljetnim i ljetnim mjesecima, svakako je već u početku uzrokovala jako smanjenje otporne snage brijestova, koji su uzrasli u sastojinama s hrastom lužnjakom na vlažnim nizinskim staništima. Ta je činjenica, kako ćemo vidjeti u idućem poglavlju, imala veliko značenje za razmnažanje brestovih potkornjaka – tih njegovih specifičnih štetnika. Takvo slabljenje otporne snage brijesta i štetno djelovanje potkornjaka s istodobnim snižavanjem količine vode u drvetu nije moglo ostati bez utjecaja ni na *stvaranje prijemljivosti* tog drveta prema zarazi parazitarnom gljivom *Ceratostomella ulmi*.

UTJECAJ KLIMATSKIH PRILIKA NA RAZVOJ I ŠIRENJE BRESTOVIH POTKORNJAKA

Dosadašnjim je istraživanjima utvrđeno, da razvoj insekata ne ovisi samo o njihovoj nutarnjoj konstituciji i zdravstvenom stanju, već i o vanjskim, u prvom redu o klimatskim faktorima. Jedan od najodlučnijih vanjskih faktora jest temperatura zraka. Svako jače odstupanje tog faktora od srednjaka izvjesnog biotopa uzrokuje kod većine insekata produženje odnosno skraćivanje njihovih razvojnih faza.

Toplina tijela insekata izjednačuje se toplinom okoline po Newtonovoj formuli, koja vrijedi za nežive tvari, tako, da je njihovo tijelo podvrgnuto znatnim kolebanjima temperature. Dokazano je, da temperatura zraka, kao najvažniji klimatski faktor djeluje u izvjesnom intervalu povoljno na razvoj i razmnažanje insekata. Svakako, tu odlučuju i konstitucionalne osobine insekata, jer mnogi insekti imaju u godini samo jednu generaciju, premda imaju dovoljno topline za razvoj više generacija. Uzima se, da je za razvoj insekata optimalna temperatura od 26° C. Kod nižih temperatura trebaju insekti za svoj razvoj dulje vremena nego kod viših. Sličan primjer nalazimo i kod riba, koje su također poikilotermne životinje. Poznato je, da trajanje razvojnih faza riba ovisi o temperaturi vode, u kojoj ribe žive, pa se promjenom te temperature može trajanje inkubacije po volji mijenjati (15).

Prema tome se klimatski faktori imaju smatrati kao primarni regulatori brojčanog stanja insekata (5). Da se održi brojčano stanje insekata, koje odgovara njihovoj latenciji, treba da njihova

smrtnost normalno iznosi 95–99,99%. Već malo smanjenje te smrtnosti može u povoljnim prilikama uzrokovati razmnažanje insekata velikih razmjera.

Istraživanjem utjecaja temperature na razvoj potkornjaka utvrdilo se, da oni (u biološkim granicama) gotovo svi podliježu ovim općenitim pravilima. Tako se odnosi generacija vrste *Ips Typographus* L. mogu na jednom i istom mjestu bitno izmijeniti, kada u temperaturama pojedinih godina nastanu jača odstupanja. U toplijim područjima, ili kad nastupe tople godine u izvjesnom području, može *Ips Typographus* u jednoj godini imati dvije generacije. Na tu pojavu ne utječe samo temperatura, već i vlaga zraka. Kako temperatura i vlaga zraka utječu na brzinu razvoja generacija potkornjaka, najbolje će nam prikazati rezultati istraživanja, koja je izvršio HENNING (15). Taj je istraživač utvrdio, da *Ips Typographus* za ukupni razvoj od jajeta do gotovog imaga treba

kod 24° C	u suhom zraku	26 dana	– u vlažnom	32 dana
„ 20° C	„ „	41 „	„ „	48 „
„ 17° C	„ „	65,5 „	„ „	72 „
„ 14° C	„ „	100 „	„ „	113 „

Ti nam podaci pružaju najbolji dokaz, kako jak utjecaj imaju temperatura i vlaga na brzinu razvoja smrekova potkornjaka. Ako uzmemo u obzir krajnje slučajeve, vidimo, da taj potkornjak za svoj razvoj u suhim i toplim klimatskim prilikama treba gotovo četiri puta manje vremena nego u hladnim i vlažnima. Ta je pojava utvrđena i za sve *Eccoptogaster (Scolytus) vrste*. Izuzetak čini samo *Eccoptogaster Ratzeburgi* Jans. (15).

S tim u vezi utvrđeno je, da i periodička klimatska kolebanja vjerojatno utječu na gradacije manjih životinja, pa i na potkornjake. Tako na pr. SIMROTH navodi SEVERINOVE podatke, prema kojima su u prošlom stoljeću gradacije brestova potkornjaka nastupale svakih 10–12 godina. Tako se taj potkornjak pojavio u parkovima Brüssela god. 1836., pa opet 1848., zatim 1885. i 1896. (21).

Na osnovu tih činjenica lako i sigurno možemo zaključiti, da prvi povod masovnom razmnažanju tih potkornjaka najčešće treba tražiti u vrućim i suhim ljetima. Osim toga, proljetna i ljetna sušna doba, pogotovu kada nastupaju opetovano i oba u istoj godini, stvaraju u cirkulaciji sokova drveća stanje, koje je u velikoj mjeri povoljno za razvoj potkornjaka.

U tako povoljnim klimatskim prilikama ima veliki brestov potkornjak – *Eccoptogaster scolytus* F. – 3–4 generacije, a mali – *Eccoptogaster multistriatus* Marsh. – 2. generacije, što omogućuje njihovo brzo razmnažanje. Njihova je moć širenja osobito velika. Insekti samo jedne generacije prelijeću, prema FELTU, daljine od 20 do 25 milja, a u pojedinim slučajevima prevaljuju i 100–115

milja (58). Za rojenje i širenje potkornjaka na velike udaljenosti osobito su povoljni suhi i topli proljetni i ljetni mjeseci.

Usporedimo li klimatske prilike razdoblja od 1872.–1903. s onima u razdoblju od 1916.–1947., možemo – poznavajući biologiju brestovih potkornjaka – sigurno zaključiti, da su u *drugom, toplom i suhom* razdoblju, te prilike bile neusporedivo povoljnije za širenje i masovno razmnažanje tih potkornjaka nego u prvom razdoblju. Osim suhih i toplih ljeta, koja su u drugom razdoblju redovna pojava, osobito su za razvoj brestovih potkornjaka bila povoljna česta suha i topla proljeća s toplim, a mnogiput i suhim mjesecom majem. *Kada znamo, da se ti potkornjaci prvi put roje u mjesecu maju, uz optimalnu temperaturu od 16–18° C, onda možemo lako ocijeniti, što je za brzinu njihova razvoja i njihovo masovno širenje značila činjenica, da su srednje temperature toga mjeseca, počevši od god. 1915., pa do 1925., izuzevši god. 1919., stalno bile iznad 16° C.*

To se – iako ne u tako dugom nizu – često opetovalo kroz čitavo to razdoblje. Kako je usto taj mjesec često bio i suh, to su se zbog zastoja u cirkulaciji sokova brojnih brestovih stabala nizinskih šuma stvorile veoma povoljne prilike za napadaj toga štetnika. A suha i vruća ljeta, koja su često slijedila poslije takvih proljeća, omogućila su, da se u svakoj takvoj godini razviju ne samo dvije, već tri, pa i četiri generacije toga potkornjaka. Stoga možemo zaključiti, *da su već same klimatske prilike, koje su vladale u drugom razdoblju, omogućile, da se brestovi potkornjaci u toku više godina uzastopce velikom brzinom razmnažaju i šire.*

UTJECAJ KLIMATSKIH PRILIKA NA ZARAZU BRESTOVIH STABALA PARAZITARNOM GLJIVOM *CERATOSTOMELLA ULMI*

Za ovu je raspravu od velike važnosti, da se utvrdi, kakvo su značenje imale klimatske prilike za epidemijsko širenje parazitarne gljive *Ceratostomella ulmi* i za njezino brzo prodiranje u unutrašnjost brestovih stabala. Da zaraza tom gljivom poprimi epidemijski karakter, od odlučne je važnosti način njezina širenja i prilike, koje joj omogućuju brzo prodiranje u drvo.

Iz rezultata dosadašnjih istraživanja možemo zaključiti, da je za epidemijsko širenje zaraze brestovih stabala tom gljivom od bitne važnosti, da spore te gljive sigurnim putem dođu na svježje ozlijeđena mjesta većeg broja stabala. Da bi u prirodi došlo do takvih prilika, moraju se ostvariti posebni uvjeti. Naime zarazom kroz ozljede, koje povremeno nastaju na korijenju, stablu i grančicama kod prolaza kola kroz šumu, od mraza ili od prelamanja grana vjetrom i sl., što sve treba da padne gotovo istodobno sa

širenjem spora gljive, ne mogu nastati *epidemije*, koje obuhvaćaju široka područja površine Zemlje; te bi prilike mogle prouzrokovati samo zarazu, sušenje i ugibanje pojedinih stabala ili najviše omanjih skupina stabala, t. j. *endemiju*. Zarazu velikog broja stabala holandskom brestovom bolešću i naglo širenje te bolesti možemo objasniti samo gradacijom brestovih potkornjaka, koji tu vrše dvostruku funkciju, t. j. oni prenose spore gljive i ujedno stvaraju, u doba svoje dopunske ishrane, na grančicama napadnutih stabala bezbroj sitnih ozljeda, u koje istodobno unose te spore i tako im otvaraju put u unutrašnjost drveta. Kako je brzo razmnažanje brestovih potkornjaka izravno ovisno o klimatskim prilikama, moramo zaključiti, da i širenje zaraze holandske brestove bolesti, koju ti potkornjaci prenose, stoji pod jakim posrednim utjecajem tih prilika.

Ali i samo prodiranje i širenje parazitarnih gljiva u drvetu stoji pod posrednim utjecajem klimatskih prilika. To se može zaključiti iz rezultata dosadašnjih istraživanja i utvrđivanja uvjeta, pod kojima parazitarna gljive, koje žive u drvetu, prodiru u napadnutu drvenu materiju. Da bi se gljiva, koja prodre u drvo, mogla brzo dalje širiti, potrebno je da tu, uz izvjesnu minimalnu vlagu, nađe i dovoljno zraka, t. j. kisika. Kada su provodne cjevčice, za vrijeme normalne transpiracije, ispunjene vodom, koja neprestano i gotovo neprekinuto pritječe iz korijena, pa kroz stablo, grane i grančice dolazi u list i tamo ishlapljuje, tada je, pod takvim prilikama miceliju gljive nemoguće da prodre u unutrašnjost drveta.

MÜNCH, LAGEBERG, LUNDBERG, MELIN i BAVENDAMM dali su nam dragocjene podatke o utjecaju količine vode u drvetu za napadaj parazitarnih gljiva (69). Tako na pr. u bjeliku borova drveta prodire *Ceratostomella coeruleum* najjače, kada sadržaj vode iznosi 45-55%. Sadržaj vode žive borove bjelike iznosi normalno 150%, tako da je ta bjelika u takvu stanju prema napadaju spomenute gljive rezistentna. Nakon obaranja drveta ta rezistencija traje sve dok sadržaj zraka iznosi 15% volumena svježeg drveta. Dalje opadanje sadržaja vode i povećavanje zračnog prostora na 42% volumena drveta stvara optimalne prilike za rast te gljive. Padne li sadržaj vode još jače, tada ove dispozicije opet nestaje.

MÜNCH (44) je, istražujući uvjete prodiranja spomenute parazitarnih gljive u borovo drvo, došao do zaključka, da su oni potrebni za sve gljive, koje prodiru u drvo kroz ozljede. Stoga njegovi nalazi vrijede općenito za sve vrste tih gljiva, izuzevši *Agaricus melleus*; oni se mogu protegnuti i na parazitarnu gljivu *Ceratostomella ulmi*.

Te su gljive fakultativni paraziti, t. j. one ne crpu hranu iz živih stanica, kao što to čine obligatni paraziti. Miceliji tih gljiva najprije ubijaju žive stanice drva, pa se onda hrane supstancijom

uginulih stanica. Te gljive ne mogu u normalnim prilikama prodrijeti kroz ozljedu daleko u unutrašnjost bjelike živa drveta, jer im tu za razvoj njihovih micelija nedostaje potrebna količina zraka. Izgubi li na pr. zimi posječeno borovo drvo oko 10–20% od svoje težine vode, tada na tom mjestu prodre u drvo tako mnogo zraka, da miceliji imaju na raspolaganje dovoljno kisika pa brzo pro-rastu i isprepletu čitavu bjeliku.

MÜNCH je pokusima utvrdio, da te gljive mogu i u stojećem, živu borovu drvetu postati parazitske, ako u njemu ima dovoljno zraka i ako je siromašno vodom. Tekuća voda u drvetu nije za micelij potrebna, jer gljiva uspijeva i kada su samo stijenke napojene vodom. Za rast micelija odlučan je faktor sadržaj zraka. Budući da je količina zraka ovisna o količini tekuće vode u drvetu, moramo u promjenljivosti sadržaja te vode tražiti postojanost imuniteta odnosno postanak prijemljivosti za oboljenje.

Sadržaj vode u stojećim stablima odnosno u dijelovima stabala, izloženima napadajima parazitarnih gljiva, ima za razvoj i širenje tih gljiva u drvu tek posredno značenje. Za razvoj parazitarnih gljiva primaran je i odlučan sadržaj zraka odnosno kisika, koji opadanjem količine vode raste, pa time u supstratu nastaju za prodiranje gljiva osobito povoljne prilike.

Slični odnosi između sadržaja vode i prijemljivosti gljive konstatirani su kod napadaja *Nectria cinnabarina* na koru gorskog brijesta, kao i kod napadaja *Nectria ditissima* na bukvu. U brestove grane s normalnim sadržajem vode *Nectria* prodire u roku od jednog mjeseca 0,3 do 1 cm. Smanji li se isušivanjem grane sadržaj vode, micelij gljive prodre u drvo u istom roku: uz 12%-no smanjenje težine – 4 cm, uz 16%-no – 5 cm, uz 18%-no – 6 cm, a uz 32%-no – 10 cm.

Budući da takva kolebanja sadržaja vode mogu da nastupe u toku godine i pod prirodnim uvjetima, možemo razumjeti, zašto je ovo i drugo drveće za vegetacijske periode prema napadajima nekih gljiva rezistentno, a u jeseni i zimi je prijemljivo. Isto tako postaje jasno, zašto potištena stabla, koja sadrže manje vode, lakše podliježu napadajima nekih gljiva nego vladajuća stabla (60):

Ovomu treba nadodati, da ti primjeri tumače slabljenje otpornosti stabala prema infekciji parazitarnih gljiva i u slučajevima, kada za vegetacijskog perioda uz povišene temperature nastupe ekstremne suše, ili kada iz bilo kakvih razloga padne razina donje vode. To u pojačanoj mjeri vrijedi za ona stabla, koja su uzrasla na stalno vlažnu staništu, t. j. koja su navikla da neprestano imaju na raspolaganje za svoj rast dovoljnu količinu vode. Kada se nastupom ekstremno sušnih vegetacijskih perioda te prilike naglo promijene, ostaju ta stabla bez te obilne vode, pa nastaje zastoј u transpiraciji i cirkulaciji sokova; u stanicama nastupaju vjerojatno i izvjesne kemijske promjene, jer količina vode opada,

a količina se zraka, t. j. kisika povećava; to sve stvara povoljne prilike za infekciju i razvoj specifičnih parazitarnih gljiva, a ide u prilog i napadajima štetnih insekata.

To znači, da se u stablima u prirodi svaki put, kada se na bilo koji način smanji sadržaj vode, a povećava sadržaj zraka, stvara dispozicija za oboljenje i zarazu specifičnim parazitarnim gljivama. Na osnovu te činjenice možemo zaključiti, da su česta sušna proljeća i ljeta, koja su se počevši od god. 1916. sve češće ponavljala i postajala sve izrazitija, uzrokovala u stablima, već prilagođenima obilnoj vlazi, osjetljivo smanjenje sadržaja vode, a povećanje sadržaja zraka. Takva su stabla u klimatskom razdoblju od 1916.–1947. izgubila svoju unutaraju otpornost prema prodiranju parazitarnog gljive *Ceratostomella ulmi*. Time je sporama te gljive stvorena mogućnost, da – dospjevši na bilo koje ozlijeđeno mjesto stabla – lako prodru u njegovu unutrašnjost, pa da u trahejama najmlađeg goda razviju svoj micelij.

POSTANAK I UZROCI EPIDEMIJSKOG UGIBANJA BRIJESTOVA

Pod epidemijom razumijevamo gotovo istodobno oboljenje velikog broja organizama neke vrste na širokim područjima Zemlje. Da se epidemija može pojaviti, svi ti organizmi treba da dođu u izvjesnu dispoziciju, da njihova životna snaga oslabi i da postanu neotporni prema napadaju i prodiranju parazita u njihovu unutrašnjost, t. j. ti organizmi treba da izgube *imunitet*, koji ih je štitio od oboljenja (54).

Za epidemijsko ugibanje stabala neke vrste drveta karakteristično je, što ono obuhvata velike komplekse zemalja i međusobno udaljena područja. Prema tome možemo ugibanje velikog broja brestovih stabala, koje opažamo u toku posljednja tri decenija u većini evropskih zemalja, nazvati u pravom smislu riječi – epidemijom.

Raspravlajući o postanku epidemije ugibanja brijestova ne bismo mogli prihvatiti mišljenje, da bi uzrok tome trebalo tražiti isključivo u jednom faktoru, t. j. u parazitarnoj gljivi *Ceratostomella ulmi*, iako je ta gljiva utvrđena kao neposredni uzročnik ugibanja brijestova. Prihvaćamo mišljenje SORAUERA (54), koji je o parazitarnoj epidemiji općenito napisao ovo: »Kod parazitarnih epidemija masovni nastup mikroorganizama nije prvi stadij te pojave, nego zaključni efekt od dugotrajnih priprava. Te su se pripreve sastojale s jedne strane od postepenog stvaranja povoljnih životnih uvjeta za masovno razmnažanje parazitarnih mikroorganizama, a s druge strane, kako mi držimo od – s tim stalno povezanog – postepenog slabljenja jednih funkcija i korelativnog

povećanja drugih funkcija organizma hranitelja. *Epidemije su oboljenja, koja uzrokuju mnogi faktori. Samo određene klimatske kombinacije duljeg trajanja imaju se smatrati kao početni uzroci.* Razumije se, da će intenzitet epidemije lokalno varirati, jer lokalni faktori stvaraju specijalne uvjete. Time se tumači postojanje žarišta, u kojima se zaraza najprije pojavljuje a najkasnije nestaje uz uvjete, da svi individui zajedno u kratkom vremenu ne uginu« (str. 18.).

Nije nam vjerojatna tvrdnja, da je u Holandiji utvrđeni uzročnik epidemijskog ugibanja brijestova, *Ceratostomella ulmi*, tamo prenesen iz Sibirije ili Mandžurije kratko vrijeme prije 1920. god., pa da se otuda proširio najprije po zapadnoj, a zatim po čitavoj Evropi. Tu tvrdnju pobija već sam način i tok širenja te epidemije. Za nju je karakteristično, da se gotovo u svim područjima najprije pojavila u riječnim nizinama, odakle se kasnije širila na uzdignute položaje, a nije došla iz nekoga određenog smjera, te na pr. najprije zahvatila stabla na višim položajima, makar se ona i nalazila u smjeru njezinog širenja. Žarišta te bolesti nastajala su gotovo redovno u riječnim nizinama: čim su sticajem određenih prilika za njihov postanak stvoreni potrebni uvjeti. Ta su žarišta, uz razmjerno male vremenske razlike vjerojatno nastajala gotovo istodobno po čitavoj Evropi. Tako, kao što je naprijed spomenuto, primjećuje TUBER ugibanje brijestova u Njemačkoj već god. 1918., u Češkoj su tu pojavu opazili već 1920., a i kod nas je te godine utvrđeno ugibanje jedne veće skupine brijestova; nakon 1926. g. poprima ono i ovdje značaj epidemije. Zanimljivo je, da i američki stručnjaci (65) svojom tvrdnjom, da je holandska brestova bolest prenesena iz Evrope u Ameriku između 1920. i 1930., dopuštaju mogućnost, da je ta bolest postojala i u Americi već god. 1920. Razumije se, da bolest nije mogla biti u svim zemljama istodobno determinirana, iako je u nekim od njih postojala više godina.

Brzina, kojom se bolest iz nastalog žarišta širila, bila je ispočetka različita, a to je ovisilo o brzini opadanja i nestajanja imuniteta sve većeg broja individua. Čim je ta zapreka pala, bolest se iz nastalog žarišta izvanredno brzo raširila i poprimila karakter epidemije.

Za postanak te epidemije vrijedi već navedeni SORAUEROV zaključak, prema kojemu je i ona tek *konačni efekat* dugotrajne pripreve, u kojoj je sudjelovalo više odlučnih faktora. Epidemija se pojavila, kada su ti faktori, sticajem prilika, nastupili u svom djelovanju zajednički, i kada je takvo stanje potrajalo dulje vremena.

Početne uzroke toj epidemiji treba također tražiti u takvim utjecajima, koji su isti u svim zemljama, gdje se ona pojavila, i koji su kadri da svojim djelovanjem na širokim područjima gotovo istodobno izazovu iste posljedice. Među te uzroke ne možemo

ubrojiti na pr. vrstu tla ili metodu gospodarenja, jer oni se u mnogim zaraženim područjima znatno razlikuju (54).

Ti faktori mogu izazvati *endemiju* ili lokalno ugibanje pojedinih individua, pa skupina stabala, ali ne ugibanje, koje bi imalo karakter *epidemije*. Stoga bi, kao *početni uzrok* takve epidemije, mogli i tu uzeti klimatske prilike, *jer je klima jedini faktor, koji može gotovo istodobno izazvati iste posljedice na velikim područjima Zemlje.*

Pojava epidemije ugibanja brijestova mogla se razviti tek onda, *kada su nastale i određene klimatske konstelacije*, koje su se ustalile i svojim nastupom stvorile u masi brestovih individua izvjesnu dispoziciju, u kojoj ti individui lako izgube svoj prirodni imunitet.

Iz rezultata dosadašnjih istraživanja možemo izvesti zaključak, da brestova stabla gube prema zarazi i prodiranju parazitarne gljive *Ceratostomella ulmi* svoj imunitet tek onda, *ako u vrijeme, kad se u njima sadržaj vode prekomjerno smanjio i nastupilo unutarnje slabljenje, nastanu na kori svježe ozljede i time se stvorila ulazna mjesta za navedenu gljivu.* Te ozljede mogu nastati na različite načine, na pr. da vjetar izlomi grane, da insekti izgrizu koru ili korijenje i sl.

Epidemiju ugibanja brijestova i njezino brzo širenje uvjetuje nagli i istodobni gubitak unutarnjeg i vanjskog imuniteta velikog broja brestovih stabala. Stoga o njenom nastupu i brzom širenju odlučuju jedino brestovi potkornjaci, koji – hraneći se za sušna vremena – čine u pazušcima tankih grana brestovih krošanja brojne ozljede i u te ozljede unose gljivine spore.

Čim su taj imunitet, u ovakvim prilikama, brestova stabla izgubila, nisu više mogla da pruže otpor svojim specifičnim štetnicima, ne samo zbog toga, što su ti štetnici našli u oslabljenu drvetu povoljan supstrat za svoj razvoj i razmnažanje, već i zato, što su i klimatske prilike bile povoljne za brz razvoj i širenje tih štetnika.

Na temelju izloženoga možemo sa sigurnošću zaključiti, da je uzročnik ugibanja brijestova parazitarne gljiva *Ceratostomella ulmi* mogla izazvati epidemiju tek onda, kada su se ostvarila ova tri glavna uvjeta:

1. kada su nastale i ustalile se za postanak epidemije povoljne klimatske prilike,

2. kada su te klimatske prilike pružile potrebne uvjete za brzo razmnažanje i širenje brestovih potkornjaka,

3. kada su pod utjecajem takvih klimatskih prilika, a zbog gubitka vode i zbog ozljeda, koje su većim dijelom nanijeli potkornjaci, brestova stabla izgubila imunitet i došla u dispoziciju, u kojoj su postala prijemljiva za oboljenje i zarazu tom parazitarnom gljivom.

Izolirano djelovanje svakog od ta tri faktora ne bi bilo kadro izazvati epidemiju. Nepovoljne klimatske prilike i brestovi potkornjaci mogli bi uzrokovati tek lokalno ugibanje pojedinih stabala odnosno manjih ili većih skupina stabala.

Po suhu i toplu vremenu može pogodovati širenju spora gljive *Ceratostomella ulmi* i vjetar nanoseći ih u vanjske ozljede brestovih stabala, nastale na bilo koji način. Ipak nije vjerojatno, da bi prenošenje spora isključivo vjetrom moglo uzrokovati epidemijsko ugibanje brestovih stabala, jer nema onog sistematskog nastajanja brojnih ozljeđa u brestovim krošnjama, koje stvaraju potkornjaci. Ukoliko u prirodi nastaju zaraze brijestova vjetrom ili drugim kojim načinom unošenja gljivinih spora u ozljede, nastale na različite načine, te zaraze imaju mjesni značaj; one mogu u pojedinim područjima pomoći djelatnost potkornjaka i ubrzati širenje epidemije, ali one joj ne mogu dati opći značaj.

Kao što smo već naprijed spomenuli, istraživači su eksperimentima, kao i zapažanjima u prirodi, nesumnjivo utvrdili, da je u godinama s malim brojem brestovih potkornjaka i zaraza novih brestovih stabala bila slabija, a u područjima bez tih insekata nije se uopće moglo ustanoviti bilo kakvo oboljenje brijestova holandskom. bolešću (58). *Epidemijsku zarazu tom gljivom omogućuje tek zajedničko djelovanje potkornjaka i gljive u određenim klimatskim prilikama.*

Pokušat ćemo prikazati, kako je do te epidemije došlo u prirodi, na pr. negdje u posavskim šumama.

Već sušne god. 1904., pa 1907. i 1908. oslabile su donekle imunitet brestovih stabala omogućujući istodobno jače širenje potkornjaka. Kada su se god. 1910. počeli sušiti hrastovi, posušilo se gdjegdje i koje brestovo stablo, ali to nije bilo ništa posebno. Zbog nastalih nepovoljnih prilika (62) masovno sušenje hrastova nastavilo se idućih godina. U to vrijeme nisu još ekološke prilike bile po brijest toliko nepovoljne, da bi se moglo razviti epidemijsko ugibanje tog drveta. U razdoblju od 1909.–1915. bila su proljeća i ljeta pretežno vlažna, a temperature mjeseca maja, kao ni ljetne temperature tih godina nisu bile povoljne za razvoj i širenje brestovih potkornjaka. Ali počevši od god. 1916. nastale su klimatske prilike, koje su osobito išle u prilog razvoju tih potkornjaka, što je, uz čest nastup sušnih proljetnih i ljetnih tromjesečja bilo uzrok, da je sve više brestovih stabala gubilo imunitet. Dugotrajne suše uzrokovale su opadanje sadržaja vode u zoni bjelike i povećanje sadržaja zraka u vodoprovodnim cjevčicama.

Parazitarna gljiva *Ceratostomella ulmi* životarila je do tog vremena kao saprofit na granama tek pojedinih ozlijeđenih brestovih stabala. Ona je za ostala, zdrava brestova stabla, bila bezopasna, jer nisu postojali uvjeti za njezino širenje i zarazu t. j. nije bilo



*Sl. 1. Mješovita sastojina hrasta graba, brijesta i jasena, kod Morovića u Srijemu
Le peuplement mixte de chênes, charmes, ormes et frênes près de Morović
en Syrmie*

Foto: Dr. H. Leibundgut



*Sl. 2. Sušenje brijesta na obali Dunava, kod Ukovara.
U pozadini dunavska »ada«, na kojoj brijestovi do god. 1947.
nisu ugibali*

*Le dépérissement de l'orme le long du Danube près de Ukovar.
Au fond l'»ada« du Danube, sur laquelle les ormes
ne dépérissaient pas jusqu'en 1947*

Foto: Dr. Z. Vajda



*Sl. 3. Sušenje mješovite hrastove i brijestove sastojine u šumskom predjelu
Zapadna Kusara, u Srijemu*

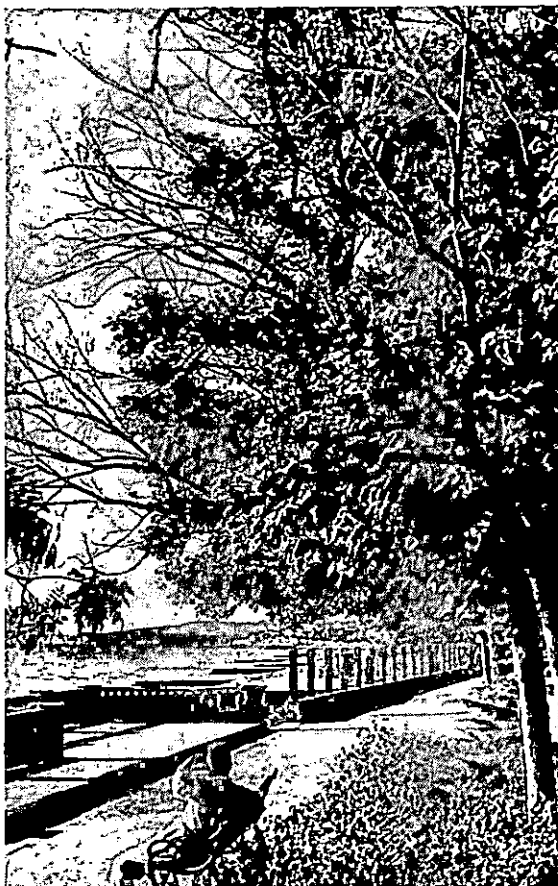
*Le dessèchement du peuplement mixte de chênes et ormes dans la région
forestière de Zapadna Kusara en Syrmie*

Foto: Dr. H. Leibundgut



Sl. 4. Uginuli brijest u mješovitoj sastojini hrasta, brijesta i jasena u Motovunskoj šumi, u dolini rijeke Mirne, u Istri
Orme dépéri dans le peuplement mixte de chênes, ormes et frênes aux environs de Motovun dans la vallée de la Mirna en Istrie

Foto: Dr. Z. Vajda



*Sl. 5. Osušeni brijest u drvoředu (aleji) uz moršku
obalu u Crikvenici, na Jadrānu*
*Orme desséchē dans l'allée à Crikvenica à la cōte
de l'Adriatique*

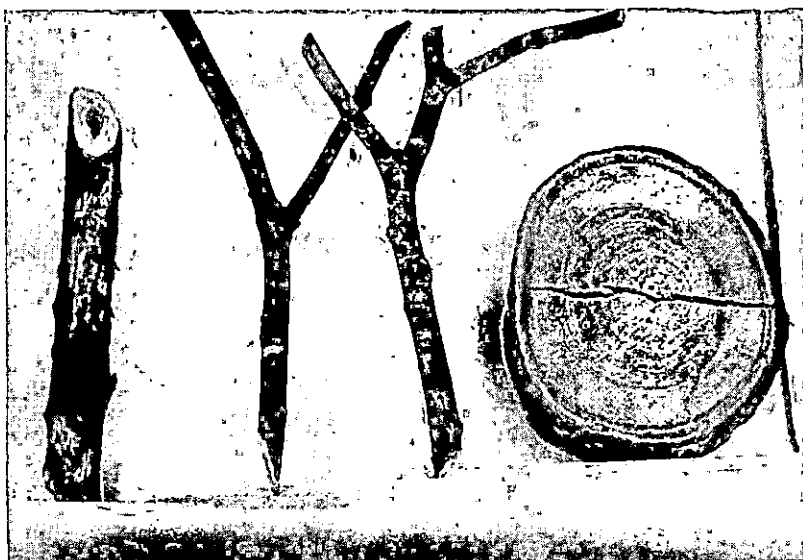
Foto: Dr. Z. Vajda



*Sl. 6. Uginulo brijestovo stablo u mješovitoj sastojini hrasta lužnjaka, graba
i brijesta, kod Morovića u Srijemu*

*Orme dépéri dans le peuplement mixte de chênes, charmes et ormes près de
Morović en Syrmie*

Foto: Dr. H. Leibundgut



Sl. 7. Karakteristične oznake brijestovog stabla, uginulog od holandske bolesti; lijevo: isječak grančice s grizotinama brijestovih potkornjaka; na presjeku iste grančice vide se, u više prstenova poredane tamne pjege; u sredini: u pazušcima grančica nalaze se tragovi ozljeda, uzrokovanih hranjenjem brijestovih potkornjaka; desno: Kolut, isječen iz uginulog brijestovog stabla, s dva tamna prstena, karakteristična za holandsku bolest

Les symptômes caractéristiques sur un orme, dépéri par suite de la maladie hollandaise; à gauche: section d'une petite tige avec morsures faites par les bostryches d'orme; dans la coupe de la même tige on voit plusieurs cernes avec de files de points foncés; au milieu: à l'aisselle des rameaux se trouvent les traces des blessures provoquées par les bostryches d'orme; à droite: la tranche transversale d'un orme dépéri avec deux cernes en couleur foncée: c'est une caractéristique de la maladie hollandaise

masovnog razmnažanja potkornjaka, koji bi njezine spore prenosili i hraneći se stvarali ozljede u krošnjama brijestova.

Nastalom promjenom klimatskog karaktera proljetnih i ljetnih godišnjih doba, te su se prilike potpuno izmijenile. Ustaljenim *ponavljanjem* proljetnih i ljetnih sušnih razdoblja i ozljeđivanjem grana pubertetnom ishranom sve većeg broja brijestovih potkornjaka, sve je više brestovih stabala gubilo imunitet prema prodiranju parazitarne gljive *Ceratostomella ulmi*. To se najprije očitovalo u ravnicama, t. j. tamo gdje klimatski ekstremi najjače dolaze do izražaja, naročito u blizini rijeka i potoka, gdje je, pri nastupu takvih sušnih razdoblja, nastao osobito oštar prijelaz iz obilja vlage na velik nedostatak vode u tlu i nedostatak oborina. Brestovi potkornjaci, koji su prije živjeli u ograničenom broju na pojedinim bolesnim i ozljeđenim brestovim stablima, počeli su se, u opetovano toplim proljećima i ljetima, brže i brojnije razmnažati, dopunskom ishranom u krošnjama okolnih brestovih stabala stvarati brojne sitne ozljede i u te ozljede unositi spore gljive *Ceratostomella ulmi*. Kada su te spore, u izmijenjenim klimatskim prilikama, dospjele u ozljede na stablima, koja su izgubila imunitet i postala za zarazu tom parazitarnom gljivom i oboljenje prijemljiva, nije bilo zapreke, da gljiva brzo proдре u unutrašnjost takvog stabla. Stablo redovno nije podleglo kod prve zaraze, već nakon što se zaraza ponavljala; to nam svjedoče dva ili više zaraženih godova. Takvo je zaraženo stablo doskora toliko oslabilo, da je postalo prikladno za odlaganje jaja brestovih potkornjaka. *Na taj je način došlo do recipročnog pomaganja parazitarne gljive i potkornjaka*. Njihovi su se napadi na brijest uskladili tako, da im se to drvo – pod nepovoljnim klimatskim prilikama – više nikako nije moglo oduprijeti. Potkornjak je širio gljivu na još nezaražena stabla, a gljiva je stvarala od tih stabala, ukoliko ih nije odmah uspjela svladati, osobito prikladne objekte za rojenje potkornjaka. *Klimatske su prilike omogućile, da se ostvari zajednička recipročna djelatnost potkornjaka i parazitarne gljive u tolikom opsegu, da je to ugrozilo opstanak brijestova na širokim područjima Zemlje*.

U pojedinim područjima stvorena su tako, uz rijeke i potoke, žarišta, s kojih se zaraza i ugibanje brijestova brzo dalje širilo, to dalje, što su se izmijenjene klimatske prilike ustaljavale, a sušna razdoblja sve češće ponavljala. Kada su pak nastupile ekstremno sušne godine – 1943., pa 1945., 1946. i 1947. – nisu se više mogla oduprijeti ni stabla na višim staništima, koja se nalaze u područjima s malo oborina i malo relativne zračne vlage. Razumije se, da je u nizinama, u kojima se neracionalno provodila kanalizacija, širenje opisanog procesa ugibanja brijestova bilo ubrzano.

Naprotiv, ima zanimljivih slučajeva, da je taj proces zbog trajnog vlaženja tla bio u prirodi onemogućen, dok je god to stanje trajalo. Navest ćemo ovdje, kao primjer, brijestove na dunavskoj

adi, kod Vukovara. Ti su brijestovi – unatoč tome što je sušenje i zaraza brijestova u najbližoj okolini harala već više godina – održani na životu i u potpunoj snazi sve do kraja god. 1946. Tek kada je vodostaj Dunava u junu 1947. pao nisko kao nikad prije (sred. 175 cm), pa se takav izvanredno niski vodostaj nastavio u augustu (sred. 106 cm), septembru (sred. 4 cm) i oktobru (sred. 24 cm), svi su se brijestovi na toj adi do kraja vegetacije te godine posušili i uginuli. Kora je s uginulih stabala otpala, a tragovi potkornjaka i holandske bolesti svjedoče nam, da su i ona postala žrtvom ujedinenog napada tog kukca i gljive, čim su, zbog nagloga gubitka vode izgubila imunitet. Dovoljno visok vodostaj Dunava, o kojem je isključivo ovisio režim vlage na toj adi, eliminirao je nepovoljni utjecaj općih klimatskih prilika. Brestova stabla na toj adi, koja su bila prilagođena kolebanjima vodostaja u određenim granicama, mogla su zadržati imunitet i oduprijeti se prodiranju parazitarne gljive u vodoprovodne cjevčice tako dugo, dok taj vodostaj nije na dulje vremena pao ispod tih granica. Ekstremnim padom vodostaja naglo se isušilo pjeskovito tlo ade, a time se, uz istodobni utjecaj vrućega i sušnog ljeta i povećanu transpiraciju, smanjio sadržaj vode u vodoprovodnim cjevčicama brijestova a povećao sadržaj zraka, pa je to drvo postalo neotporo prema prodiranju micelija gljive. Spore gljiva, kojima su potkornjaci inficirali ozlijeđena mjesta na grancicama krošanja tih stabala, mogle su bez zapreke proklijati i u unutrašnjosti drveta razviti svoje micelije, pa uzrokovati njihovo brzo sušenje i ugibanje.

Iz svega utvrđenog možemo općenito zaključiti, *da je postanak i širenje epidemije ugibanja brijestova bilo uvjetovano klimatskim faktorima, koji su odredili i njezin vremenski nastup.*

Razmotrimo li – na temelju ovih zaključaka – pojave ugibanja brijestova u daljoj prošlosti, moći ćemo i te pojave, unatoč oskudnim podacima, objasniti na sličan način. Tako na pr. već spomenuto ugibanje brijestova, koje je poslije dvadesetih godina prošlog stoljeća zahvatilo zapadnu Evropu, i o kojemu se godine 1828. u Engleskoj mnogo raspravljalo, ima vjerojatno iste uzroke kao i današnja epidemija. Iz podataka o srednjim godišnjim temperaturama grada Pariza (29) od god. 1806. do 1826. možemo zaključiti, da su vjerojatno od god. 1806. do 1817., t. j. u dvanaest godina, bile samo dvije (1806. i 1811.) tople, a deset hladnih, dok je u razdoblju od god. 1818. do 1826., t. j. u devet godina, bilo sedam toplih, a dvije hladne. Uzmemo li u obzir i podatke srednje godišnje temperature grada Berlina (27), vidimo, da je u razdoblju od 1822.–1827., t. j. u šest godina, bilo pet toplih, od kojih je 1822. bila ekstremno topla. Prosudujući prema srednjim godišnjim temperaturama, iz takvih klimatskih prilika možemo donekle zaključiti, da su u razdoblju od 1818. do 1827. također vladali

za širenje brestovih potkornjaka povoljni uvjeti, koji su u kombinaciji sa sušnim razdobljima uzrokovali slabljenje i uništavanje otporne snage brijestova, uzraslih na staništima, koja im nisu bila povoljna. Vjerojatno su ti brijestovi i tada ugibali od *Ceratostomelle ulmi*; to bi se moglo zaključiti iz činjenice, što se, opisi ugibanja brijestova iz tadašnjeg doba prilično slažu s izgledom brijestova, koji od te gljive ugibaju danas. Osim toga, tadašnji pisci spominju debele brijestove, *osušene iz nepoznatih razloga, a uz to da brestovi potkornjaci redovno odlaze u već obojela stabla.*

Nakon nekoliko hladnih godina dolazi sušno ljeto u godini 1832., vruća i sušna godina 1834., kada su u Berlinu zabilježena 82 ljetna dana, u kojima je maksimum temperature bio iznad 25° C. Zatim sušno ljeto u godini 1835., pa držimo, da u tim godinama treba tražiti uzrok masovnoj pojavi brestovih potkornjaka i jačem sušenju brijestova u godini 1836. (27).

U njemačkoj entomološkoj literaturi spominje se i pojava brestovih potkornjaka u god. 1870., kada su uginuli gotovo svi brijestovi po berlinskim drvoredima i parkovima. Kao uzrok se spominje opadanje podzemne vode. Primjećujemo, da je tako možda i bilo, ali su i tu vjerojatno sudjelovale klimatske prilike, koje su tom ugibanju prethodile. Toj pojavi treba tražiti početni uzrok u suhom ljetu godine 1867., poslije kojega je slijedilo sušno i toplo proljeće i ljeto godine 1868., pa osobito sušno proljeće godine 1869. (49).

Prema opisima iz literature sva su ta sušenja i ugibanja brijestova imala tada *endemički* karakter; ona su redovno ograničena na brijestove, koji su uzrasli na nepovoljnim staništima, na pr. uz ceste, u parkovima i umjetnim nasadima. Tek su u ekstremno nepovoljnim prilikama, vjerojatno, u većem broju ugibali brijestovi i po šumama u ravnicama, na svojim prirodnim staništima uz rijeke i potoke. Međutim, kako su ovakve nepovoljne klimatske prilike imale tada *prolazan* karakter, ostala su tadašnja ugibanja brijestova endemičkog značaja.

U razdoblju, koje je slijedilo poslije sedamdesetih godina prošlog stoljeća i trajalo do početka ovog stoljeća, a u kojemu su dominirala vlažna i hladna proljeća i ljeta, nije u Evropi opaženo neko općenitije i veće razmnažanje brestovih potkornjaka i brojnije ugibanje brestovih stabala. Lokalno su zabilježene ograničene pojave pojačanog razmnažanja brestovih potkornjaka i ugibanje brijestova po drvoredima i nasadima. Takvo stanje potvrđuju i neki šumarski entomološki pisci toga vremena, na pr. HAUK (25), KELLER (35) i EKSTEIN (10), koji u brestovim potkornjacima – protivno od ranijih šumarskih entomologa – ne vide nikakvu opasnost za šumsko gospodarstvo.

To relativno zatišje i izvjesna biološka ravnoteža između brijesta, njegovih potkornjaka i parazitarne gljive *Ceratostomella ulmi* potpuno je poremećeno nastupom suhих i toplih proljetnih i ljetnih mjeseci, koji su, počevši od polovice drugog decenija ovog stoljeća, sve češće nadolazili. Stabilizacija takvih klimatskih stanja nepovoljno je djelovala na životnu snagu brijestova, a razvoju potkornjaka i gljiva izvanredno je pogodovala. Ugibao je sve veći broj brestovih stabala, napadnut potkornjacima i gljivama. Brojna žarišta holandske brestove bolesti nastala su u riječnim nizinama širom čitave Evrope, odakle se ta bolest – zahvativši velika područja – brzo dalje širila i uzrokovala *epidemijsko* ugibanje brestovih stabala u takvim razmjerima, da je u mnogim šumama ta vrsta drveta danas potpuno iskorijenjena.

Držimo, da pojava epidemijskog ugibanja brijestova i u Sjedinjenim Američkim Državama ima isti početni uzrok kao i u Evropi.

Da je mogla nastupiti gradacija malog brestova potkornjaka – *Scolytus multistriatus*, unesenog iz Evrope u Sjedinjene Američke Države, morale su i tamo već postojati, odnosno istodobno nastati prilike, koje su takvu gradaciju uvjetovale, a koje su ujedno smanjile otpornu snagu brestovih stabala. Stoga držimo, da i u Sjedinjenim Američkim Državama početni uzrok epidemijskog ugibanja brijestova moramo tražiti u klimatskim faktorima. Ne možemo tvrditi da je brestova holandska bolest već prije postojala u Sjedinjenim Američkim Državama. Ali, bez obzira na to, je li ju iz Evrope u Ameriku prenio *Scolytus multistriatus* ili ju je on tamo već našao, taj je potkornjak postao glavni prenosilac te bolesti i u toj zemlji, a time i odlučan faktor u pojavi epidemijskog ugibanja američkih brijestova. Čini se, da domaći američki brestov potkornjak – *Hilurgopinus rufipes* – ne bi bio kadar da sam izazove tu epidemiju; u predjelima, gdje se nije nalazio *Scolytus multistriatus*, kao na pr. u Indijancopolisu i Indijani, bolest se nije tako rapidno proširila kao na mjestima, gdje se nalaze obje vrste (65).

SINTEZA

Epidemija ugibanja brijestova po Evropi značajna je prirodna pojava posljednjih decenija. Na osnovu rezultata detaljnog proučavanja pojedinih faktora, koji tu pojavu uvjetuju, a i utvrđivanjem *međusobno povezane djelatnosti tih faktora* možemo o postanku i procesu epidemijskog ugibanja brijestova dati ovu sintezu:

1. U širokim su se područjima Evrope, počevši od god. 1916. dalje – stabilizirale klimatske prilike, koje karakterizira često

ponavljanje i stvaranje duljih nizova ekstremno suhих i toplih proljetnih i ljetnih godišnjih doba.

2. Takva klimatska stanja nisu mogla ostati bez posljedica po rast mnogih vrsta drveća, kao i po održavanje biološke ravnoteže u izvjesnim šumskim biocenozama. Ona su proizvela osobito jak utjecaj na odnos između brijesta, njegovih potkornjaka i parazitarnе gljive *Ceratostomella ulmi*.

3. Stabilizacija takvih klimatskih prilika – uzrokujući dugotrajno isušenje tala, opadanje razine donje vode i pojačanu transpiraciju – izazvala je smanjenje vode odnosno povećanje zraka u vodoprovodnim cjevčicama drveća. To se očitovalo u prvom redu kod onih vrsta drveća, koja su – uzrasla po ravninama, pa uz rijeke i potoke – bila prilagođena izvjesnoj obilnijoj količini stalne vlage u tlu, kao što je to bilo upravo kod brijestova. Povećanje količine zraka u prostoru vanjskih godoya utjecalo je na slabljenje otpora takva drveća protiv prodiranja parazitarnih gljiva, koje za svoj razvoj i širenje u drvetu trebaju kisika, kao što ga treba, uz mnoge druge vrste i gljiva *Ceratostomella ulmi*.

4. Često ponavljanje visokih temperatura u mjesecu maju, viših od 16° C, pa uzastopni nastupi toplih i sušnih ljeta, osobito su išle u prilog razmnažanju i širenju brestovih potkornjaka, tako da je na pr. veliki brestov potkornjak mogao u jednoj godini postići 3–4, a mali 2 generacije. U takvim su prilikama često nastajale gradacije brestovih potkornjaka, koji su kao primarni napadači svojom dopunskom ishranom ozljeđivali grančice krošanja velikog broja brestovih stabala i te ozljede inficirali sporama parazitarnе gljive *Ceratostomella ulmi*. Te su ozljede utjecale i na ubrzanje prodoša zraka u vodoprovodne cjevčice najmlađeg goda napadnutih grančica.

5. Kako *Ceratostomella ulmi* pripada među one vrste parazitarnih gljiva, koje mogu prodrijeti u stablo samo kroz ozljede vanjskog zaštitnog staničja, možemo zaključiti, da su ozljeđena brestova stabla, u kojima se sadržaj zraka u vodoprovodnim organima do izvjesne količine povećao, izgubila imunitet prema napadaju toga parazita.

6. U oslabljene i sporama inficirane grančice stabla lako je prodro micelij gljive, pa se nalazeći u trahejama dovoljno zraka za svoj razvoj, brzo raširio i uzrokovao sušenje lišća i grančica. Na ovako oboljela brestova stabla, s poremećenom cirkulacijom sokova, redovno je slijedio sekundarni napadaj brestovih potkornjaka, koji su u tim stablima našli pogodna mjesta za leženja jaja i razvoj nove generacije. Pri tom ponovnom ozljeđivanju stabla, bušenjem matičnih hodnika u jačim granama i deblu, ono je često po drugi put inficirano sporama gljive. Kod slabijeg napadaja potkornjaka i zaraze pojedinih grančica starija stabla ostaju redovno 5–10, pa i više godina na životu, što svjedoči činjenica, da

na presjeku grančica, grana, a kojiput i debla, nalazimo gotovo redovno po dva, a katkad i tri goda, ispunjena smeđim točkicama; ti su godovi međusobno rastavljeni nezaraženim godovima – to znači, da insekt i gljiva nisu uspjeli da već prvim napadajem svladaju stablo. Ali ipak, ima slučajeva, da su u jednoj godini zaražena i dva goda.

Stalno ponavljanje i dulje trajanje za napadače povoljnih klimatskih konstelacija omogućuje im višestruke napadaje i na relativno otporne individue, tako da i ti konačno moraju podleći. Uzmemo li u obzir i početak djelovanja nepovoljnih klimatskih prilika, čitav taj proces ugibanja brijestova, pogotovu kod starijih stabala, redovno traje dulji niz godina. Međutim, kada kod mlađih stabala, oslabljenih jakim primarnim napadajem i zarazom, nepovoljnim ekološkim okolnostima dođe i jak sekundarni napadaj potkornjaka, tada takva stabla ugibaju već za 2–3 godine. Gljivom i potkornjacima zaražena brijestova stabla postaju u sušnim i vrućim proljetnim i ljetnim danima moćna žarišta i izyori novih zaraza.

7. Prva veća žarišta epidemije u šumama, iz kojih se ona brzo dalje širila, nastajala su redovno od skupina brestovih stabala, uzraslih na staništima, na kojima je nastupom sušnih razdoblja došlo do nagle i oštre izmjene vlage u tlu. To su, mogli bismo reći, redovno niži položaji u nizinama, uz rijeke i potoke. Iz tih se žarišta epidemija brzo širila na sve strane prelazeći kasnije na više položaje.

8. Stalno ponavljanje opisanih klimatskih prilika, koje su u god. 1943. i 1945.–1947. poprimile ekstremni karakter, bilo je glavni razlog, da ugibanje brijestova nije prestalo, već da je ta epidemija tih godina dostigla kulminaciju. Posljedica takva stanja bilo je gotovo potpuno nestajanje nizinskog brijesta, i to najprije iz naših nizinskih šuma, a potom i s nekih viših položaja.

Složeni proces ugibanja brijestova najbolje ćemo razabrati iz šematskog prikaza predočenog na str. 167.

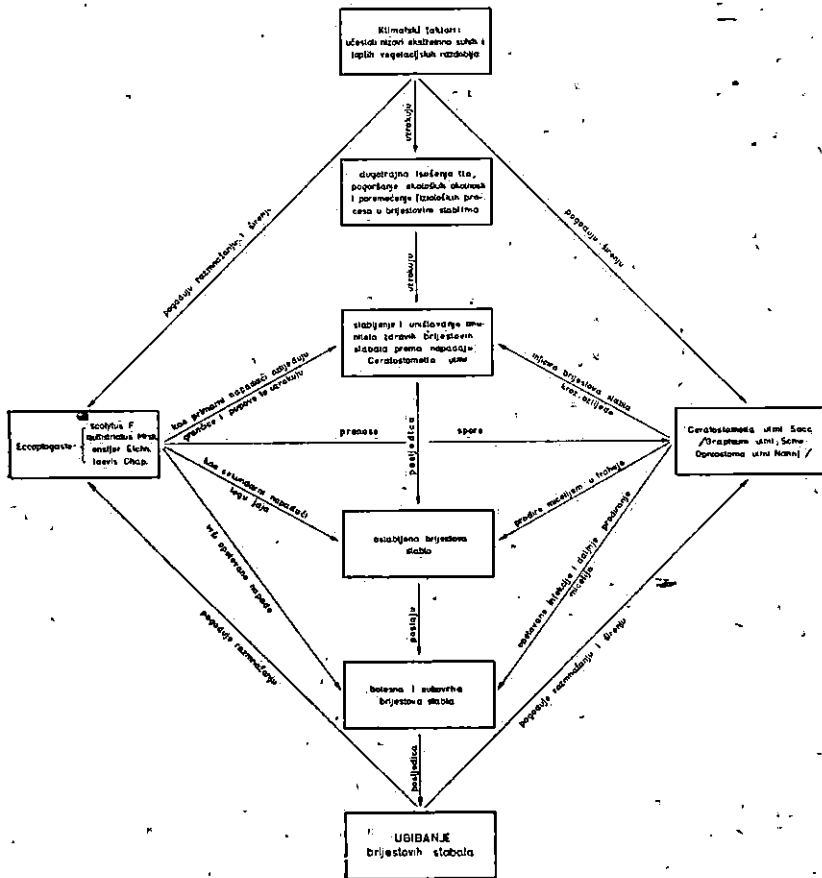
Taj šematski prikaz razvoja epidemijskog ugibanja brijestova daje nam sliku, za koju možemo reći, da općenito odgovara toku toga zbivanja u prirodi. Svakako, u pojedinim je područjima bilo manjih ili većih odstupanja od prikazanog procesa, jer se i faktori, koji u tom procesu sudjeluju, po svom vremenskom nastupu, intenzitetu i djelatnosti u pojedinim područjima međusobno razlikuju. Različite varijacije te pojave bile su uvjetovane lokalnim klimatskim prilikama, bržom ili polaganijom izmjenom stanja vlage u tlu, bržim ili polaganijim prodiranjem zraka u vodoprovodni sistem drveća, njihovim unutarnjim dispozicijama i t. d.

Prikazani proces ugibanja brijestova odnosi se isključivo na postanak i širenje epidemije, kojoj je početni uzrok stabilizacija

nepovoljnih klimatskih prilika a neposredni uzročnik parazitarna gljiva *Ceratostomella ulmi*; brestovim *Eccoptogaster* vrstama pripada tu odlučna posredna uloga prenosilaca zaraže.

U istom su razdoblju ugibali brijestovi i iz drugih razloga, što je moglo biti u vezi, ali je moglo biti i bez ikakve veze s bresto-

ŠEMATSKI PRIKAZAN PROCES EPIDEMIJSKOG UGIBANJA
BRIJESTOVIH STABALA



vom holandskom bolešću, na pr- od umjetnog sniženja razine podzemne vode zbog nepravilno provedene kanalizacije, od umjetnog uzgoja brijesta na nepovoljnim staništima, od slabljenja otporne snage drveća zbog trajnog zamočvarivanja tla i t. d. Svakako su i te lokalne prilike mogle imati u mnogim slučajevima odlučan utjecaj na brzo širenje te epidemije.

DOSADAŠNJE METODE I REZULTATI PRIMIENJENIH ZAŠTITNIH MJERA

Iako je taj problem, kako nam je iz starije entomološke literature poznato, djelomice postavljen još u početku prošlog stoljeća, ipak je ostao neriješen. Posljednjih se godina – otkako epidemija ugibanja brijestova prijeti, da će u pojedinim područjima potpuno iskorijeniti sve domaće vrste toga drveta – izgubila gotovo sva nada, da će se u pravcu zaštite tih brijestova moći jedva nešto učiniti. Mi ćemo ukratko prikazati metode zaštite brijestova, kakve su se preporučivale i primijenjivale u prošlosti, što je na tom području do danas učinjeno i kakvi izgledi postoje za budućnost.

Već god. 1839. opisuje RATZEBURG (51), kako su u Brüsselu, na osnovu konstatacije, da brestovi potkornjaci legu jaja samo u bolesne brijestove, takva stabla – u kojima su ustanovili legla toga potkornjaka – odmah posjekli. Velik dio mladih brijestova na bulvaru toga grada, u kojima nisu pronašli legla brestovih potkornjaka, ali su ipak ti insekti nađeni u kori toga drveća, premazali su katranom (coaltar), jer su se s pravom nadali, da će na taj način ugušiti napadače u kori, pa da će ujedno neugodan miris katrana odbiti nove napadače. RATZEBURG dalje spominje, kako je na dunavskim otocima, u Prateru, posjekao mnogobrojne brijestove, čim je ustanovio, da su ih napali potkornjaci, pa je na taj način spriječio, da taj napadaj prijeđe na okolna stabla.

NÖRDLINGER (45) primjećuje, da je takvo premazivanje brestovih debala katranom više naškodilo drvetu nego insektu.

BARBEY (4) preporučuje, da se prikladnim preventivnim mjerama uzgoje brijestovi, koji će imati jaku životnu otpornu snagu. Brijestove treba saditi u dobro tlo, u kojemu se korijenje može dovoljno da raširi i nađe sebi mjesta s obilnim hranjivima. Po parkovima i drvoredima treba zemlju oko mladih brijestova, prvih godina nakon sadnje, nekoliko puta izmijeniti. Oko tih stabala treba što dulje održavati nisku ogradu (pleter), da bi se time olakšala izmjena zemlje i omogućio pristup vode i u njoj rastopljenih hranjivih tvari.

Na kraju prošlog stoljeća nastojalo se, da se po pariškim bulvarima i parkovima brijestovi izravno zaštite od napadaja potkornjaka na taj način, što se s debala skinuo površinski sloj kore; to je u pojedinim slučajevima dalo dobre rezultate. Pri toj su se RATZEBURGOVOJ metodi slojevi kore ispresijecali rezovima tako, da se razbio sistem prohoda insekata. Nakon toga se duž debala i duž glavnih grana skinula stara kora u prugama. Na taj se način ubrzava cirkulacija sokova, a stara, skolitidima povoljna kora zamjenjuje se novom, svježom korom. Taj je postupak vrlo skup, pa se može primijeniti samo u parkovima i drvoredima. Osim toga, i pored velikog opreza, koji ta metoda zahtijeva, ipak se

dogodilo, da su i stabla, s kojima se tako postupalo, propala isto tako brzo kao i onda, kad ih je potkornjak napao.

NÖRDLINGER (45) tumači, da je uspjeh te metode mogao biti povoljan samo onda, ako se ona izvela za vlažna vremena. U tom je, naime, slučaju u preostalom dijelu pruga kore znatno porasla djelatnost sokova, tako da je drvo moglo da do idućeg sušnog razdoblja na svim svojim prugama bez kore stvori novu koru i time se spasi. Nadode li suho vrijeme, pa suša duže potraje, onda se od takve operacije krošnja i deblo još jače, isuše, potkornjak ipak drvo napadne, pa se ugibanje još i ubrza. Spomenuti autor preporučuje, da se invazije potkornjaka, koje se ponavljaju u toku više godina, suzbijaju lovnim stablima. Takva se stabla, četiri sedmice nakon što potkornjak u njima odloži jaja, otkore, a kora s ličinkama se spali.

ALTUM (1) god. 1899. preporučuje, da se stabla, kojima su se počeli sušiti vrhovi, pokušaju spasiti tako, da im se odrežu vrhovi, ali na taj način, da se rez izvede kroz potpuno zdravo dio stabla, nekako neposredno iznad najviše zdrave grane, koja se još nalazi potpuno pod listom. Plohu preréza treba premazati katranom. Autor drži, da se ovakvim postupkom gdje koje stablo može održati u sastojini još dulji niz godina, što može za gospodarstvo biti od izvjesnog značenja.

ECKSTEIN (10) drži, da se lovna stabla i lovne grane mogu uspješno primijeniti samo u slučaju ako kornjaš još nije napao veći broj stabala. Dalje isti autor tvrdi, da se premazivanjem stabla mogu spasiti samo na taj način, ako sloj onog sredstva, s kojim se stablo premazuje, bude debeo nekoliko milimetara, pa ako se i deblje grane premažu.

Iz ovih nekoliko primjera i preporuka vidimo, da se prije nastupa sadašnje epidemije ugibanja brijestova vodila intenzivna borba, da se očuvaju brijestovi po drvorédima i parkovima. Zaštita brijestova po šumama bila je ograničena na brzo uklanjanje bolesnih brijestova iz sastojina i na rušenje lovnih stabala, jer su druge metode bile razmjerno skupe i jer se u prostranim šumama, u kojima brijest dolazi u smjesi, pojedinačno ili u međusobno razdalekim i odvojenim skupinama, praktički nisu mogle provesti.

Neke su se od tih metoda, bez obzira na uspjeh, nastavile primjenjivati u parkovima i drvorédima i nakon nastupa epidemije, pa i u doba njene kulminacije. Tako je na pr. od 450 brijestova crikveničkog parka (56) od god. 1925. do 1947. oboljelo 160 stabala. Rezanjem osušenih grana s tih oboljelih stabala pošlo je za rukom da se do danas spasi 25 stabala, t. j. oko 15%.

I ŠKORIĆ (57) preporučuje rezanje zaraženih grana, ali samo u slučaju, ako bolest još nije dosegla donji dio grana i prešla u deblo. Takve grane treba odrezati do zdravoga i nezaraženog dryeta i odmah ih spaliti.

Da bi se spasili brijestovi, kojima su se osušile pojedine grane, napadnute od holandske bolesti, američke upute iz god. 1943. također preporučuju, da se takve suhe grane odrežu. Dalje napredovanje bolesti može se zaustaviti samo onda, ako smo mogli bolest utvrditi odmah nakon infekcije, pa ako smo uklonili sve bolesne grane i odrezali ih što bliže deblu – u dovoljnoj udaljenosti od žarišta infekcije. Rezanje takvih grana može se izvršiti u svako doba godine. Ta se metoda – kao obća sanitarna metoda – osobito preporučuje za spasavanje pojedinih starih, vrijednih brestovih stabala (65).

Budući da su brestovi potkornjaci utvrđeni kao prenosioci (vektori) uzročnika bolesti, sva su se nastojanja za očuvanje brijesta po šumama s pravom usredotočila u borbi protiv tih potkornjaka. Tako FARSKY (17) god. 1936. predlaže, da sve brijestove, koje su napali insekti prenosioci (vektori) holandske bolesti, treba ljeti i zimi rušiti i odmah iz šume izvoziti. Pritom treba nastojati, da se iz šume uklone i sasvim neznatno napadnuta stabla, koja imaju tek nekoliko rupica od potkornjaka, pa nam se prividno čine zdrava. Sa srušenih brijestova i drva za ogrjev treba odmah svu koru skinuti i spaliti. Da se to postigne, potrebno je, da se brestova stabla drže pod stalnom i strogom kontrolom, koja treba da počne već u doba, kada se prvi kukci počinju zavrtavati u koru stabla. Napadnuta, naoko zdrava stabla odaje crvena sitna pilotina (crvotočina), koju redovito nalazimo na strani, zaštićenoj od sunca. Takva stabla treba iz sastojine ukloniti prije, nego što se razvije nova generacija potkornjaka. Pri tom suzbijanju treba da se koristimo i lovnim stablima i lovnim kolcima. Važno je naglasiti, da su neotkoreni brestovi kolci, kao i neotkoreno ogrjevno drvo, koje ostaje u šumi i dugo leži, vrlo prikladna mjesta za širenje potkornjaka, pa ako se taj materijal ne otkori i kora ne spali, taj način obrane ne će imati učinka.

U spomenutim američkim uputama pridaje se također velika važnost uništavanju brestovih potkornjaka u svim oboljelim ili izvaljenim, srušenim i prepiljenim stablima. Te potkornjake svakako treba uništiti prije, nego što u mjesecu maju izlete iz svojih zimskih skrovišta, jer je proljetno rojenje tih prezimljenih potkornjaka najopasnije. Koru treba skinuti i spaliti, a drvo – svakako prije mjeseca maja – iz šume izvesti. Potkornjake možemo uništiti i tako, da zaraženo drvo poprskamo dobrim insekticidima. Preporučuje se tekuće ulje (26° do 28° Baumé) s monoklornaftalenom u volumnoj smjesi omjera 12 : 1, ili smjesa tog istog ulja s ortodiklorbenzenom u volumnom omjeru 4 : 1. Ta sredstva djeluju na potkornjake i odbojno, pa njima treba poprskati i drvo, koje želimo očuvati od napadaja potkornjaka (na pr. još nezaraženo svježe oboreno drvo, trupce ili ogrjevno drvo). Takva se prskanja vrše od maja do septembra. Navedena kemijska sredstva treba upotrebiti kod temperature iznad 10° C, jer kod nižih tem-

peratura nisu efikasna. Prskanje se mora izvršiti temeljito; koru treba namočiti tako, da insekticid u nju prodre kroz ulazne rupice insekata. Da se dobro popraska jedan hvat ogrjevnog drva, potrebna su 2,5 do 3 galona (11,25 do 13,50 l) spomenutog insekticida. Prskanje se u Americi redovno obavlja u proljeće, kada se počnu raspucavati lisni pupovi brijestova (65).

Ministarstvo šumskog gospodarstva SSSR-a (52) propisalo je god. 1947. posebna pravila za borbu s holandskom bolešću. U tim se pravilima određuje, da se strogo provedu prijeko potrebne *profilaktične* mjere, koje treba da budu upravljene na uništenje žarišta infekcije, t. j. na uništenje bolesnih stabala, kao i na uništenje brestovih potkornjaka, glavnih prenosilaca te zaraze. Jedna od osnovnih profilaktičnih mjera jest ta, da se sva stabla, koja pokažu i najmanji vanjski znak, da su zaražena holandskom bolešću, što prije iz sastojeine uklone. Sječom pojedinih oboljelih stabala izvodi se *preventivna prebirna sječa*. Kod jakih zaraza, kada se tom sječom potpuno razara struktura sastojeine, predviđa se, da se takva sastojeina posiječe čistom sječom. Provode li se takve sječe u vrijeme vegetacije, treba brzo spaliti svu koru, iverje i sve druge otpatke po sječinama. U zimskim je mjesecima dovoljno, da se sa zaraženih stabala skine samo kora. Ali kada koru i palimo, preporučuje se (58), da se mjesta, na kojima se vrši skidanje kore, poprskaju otopinom paradiklorbenzola u petroleju. *Osobito strogo treba paziti da se u šumi ili na rubovima šume ne ostavlja suho granje*. Sva bolesna stabla, posječena u razdoblju od 15. aprila do 1. septembra, treba potpuno izraditi, a sve izrađeno drvo, koje u to vrijeme ostaje u šumi, treba čisto i potpuno otkoriti. Deblje ogrjevno drvo, kao i oblice s promjerom debljim od 12 cm, treba raskoliti na cjepanice. Izrađeno ogrjevno drvo treba da se složi na svijetlim i prozračnim mjestima.

Spomenutim pravilima predviđene *represivne* mjere imaju svrhu, da se uništi prenosilac holandske bolesti, t. j. brestov potkornjak. *Zato treba utvrditi sva žarišta tih potkornjaka, kao i pojedina zaražena stabla*, pa tamo te insekte bržom sječom tih stabala potpuno uništiti. Stabla treba sjeći u vremenu, kada se potkornjaci nalaze u stadiju ličinaka, pa sve do početka njihova kukuljenja, t. j. prvi put od kraja maja do početka juna, a drugi put u jesen i zimu. S posječenim stablima treba postupiti kao kod preventivnih sječa.

U mješovitim sastojinama, u kojima je više od 40% brijestovih stabala, propisuje se istodobno s provedbom sanitarne sječe i izabiranjem novo zaraženih stabala, također obaranje lovnih stabala. Svrha je tih stabala, da privuku potkornjake, nastanjene u bolesnim stablima, kao i one koji se ishranjuju na stablima, po svom vanjskom izgledu zdravima. Obaranje lovnih stabala vrši se prvi put od kraja zime pa do početka vegetacije (za prvu generaciju), a drugi put u junu (za drugu generaciju). Za lovna stabla izabi-

raju se brijestovi s minimalnim promjerom od 15 cm. Krošnju tih stabala treba ostaviti netaknutu. Kada se obaraju u proljeće, t. j. za prvu generaciju, onda se to čini na svijetlim mjestima, a za drugu se generaciju ruše na zasjenjenim mjestima. S lovnih stabala treba skinuti koru, svakako prije, nego što nova generacija insekata izade iz kukuljica. Svú skinutu koru, grane i ovršak stabla treba što brže spaliti. Da se spriječi prenošenje zaraze, zabranjuje se u razdoblju od 15. aprila do 1. septembra svaki izvoz izrađenih dijelova brestovih stabala kao i svježe sječenog brestova drva. Sve drvo, izrađeno iz stabala zaraženih brestovih sastojina, treba da bude upotrebljeno na području onoga administrativnog rajona, u kojemu je proizvedeno, ili u rajonima bez šuma.

Na kraju, ova pravila propisuju i *opće preventivne odredbe*, prema kojima je prijeko potrebno, da se u svim šumama, u kojima postoje brestove sastojine, u prvom redu provedu šumsko-uzgojne mjere, kao i brižljive sanitarne sječe. Pritom treba paziti, da se kod izradbe i izvoza stabala ne ozlijede ostala, zdrava stojeća stabla, jer se svakom takvom ozljedom omogućuje prodiranje parazitarnih gljiva u stablo. Stoga je vrlo važno, da se nad sječom zaraženih brestovih stabala vodi strogi nadzor (52).

Koliko se može pretpostaviti svi ti strogi propisi ne će moći koristiti, da se potpuno suzbije epidemija holandske brestove bolesti u jugoistočnim suhim oblastima sssr-a. Zbog toga je značajan posljednji propis tih pravila, prema kojemu se preporučuje, da se u šumske kulture tih suhих oblasti sssr-a unese turkestanski vez – *Ulmus pumila* – i njegova odlika – *Ulmus pinnato ramoza*.

Iz te preporuke možemo zaključiti, da je stanje autohtonog brijesta u tim oblastima tako loše, da se moralo misliti na njegovu zamjenu drugim, otpornim vrstama brijesta, i da je to jedini put, koji vodi praktičnom rješenju toga problema.

Tako se taj problem shvatio i u ostalim državama na pr. u Holandiji, Francuskoj, Italiji i dr. Kada se tu konačno uvidjelo, da sve autohtone vrste brestova ugibaju, i da se epidemija ne može nikakvim sredstvima efikasno suzbiti, prešlo se na *istraživanje stepena osjetljivosti i otpora, koji pružaju pojedine vrste i individui prema napadaju gljive, pa se nastojalo da se cijepljenjem stvore bastardi otporni prema toj bolesti*. Na rješavanju toga problema mnogo su posljednjih godina radili – u svom laboratoriju Baarn (kod Utrechta) u Holandiji (2) – istraživači BUISSMAN, WENT i WESTERDIJK. CHR. BUISSMANOVA je utvrdila, da *Ulmus campestris* pripada u tom pogledu među najosjetljivije vrste brestova, pa preporučuje, da se ta vrsta više ne sadi (22). U Francuskoj se ti brijestovi također više za umjetna pošumljavanja ne preporučuju (50).

Velik je otpor pokazala već spomenuta vrsta *Ulmus pumila*. Ta se vrsta sada naveliko kultivira u Italiji, a pokušali su je kultivirati i u Francuskoj. Ipak je podizanje brestovih kultura od

Ulmis pumila ograničeno tek na izvjesna toplija područja, jer je ta vrsta osjetljiva na hladnoću, a naginje i oboljenju od raka (58).

BUISSMANOVA je konačno uspjela otkriti, da je prema holandskoj brestovoj bolesti osobito otporna jedna vrsta španjolskog brijesta (*Ulmus foliacea*). Taj brijest, najprije označen kao brijest Nr. 24, danas je općenito poznat pod imenom *brijest Kristine Buissman*. S tim su brijestom uspješno izvršeni pokusi u Italiji, Francuskoj, Engleskoj i Sjedinjenim Američkim Državama, pa se tvrdi, da je pitanje pronalaska vrste brijesta otporne prema holandskoj bolesti, danas već praktički riješeno. U posljednje dvije godine pošlo je WENTOVOJ za rukom da uzgoji vrlo zanimljive *hibride*, pa nije isključeno, da se u tom pravcu postignu za praksu još bolji rezultati (2).

Nakon najnovijih uspješnih pokusa s doziranjem hormona u brestove grančice možemo prema ARNAUDU (2) — očekivati uspješnu modifikaciju pri iznalaženju i brzom razmnažanju otpornih vrsta. Pokazalo se naime, da vrlo slabe doze hormona izazivaju kod životinja i biljaka — u stanovitim prilikama — duboke modifikacije. Tako se na pr. unošenjem hormona u grančice biljaka, koje redovno vrlo teško izbijaju korijenje, lako izazove njihovo zakorjenjivanje.

Kod pokusa s brijestom upotrebljeni su hormoni *acide indolacetique* i *acide indolbutyrique*. Postignuti su povoljni rezultati. Radi usavršavanja toga postupka vrše se sada dalji pokusi. Tim usavršenim postupkom bit će lako razmnažati sve poznate otporne vrste brijestova, kao i one vrste, za koje pretpostavljamo, da će nam u tom pogledu biti korisne. Svakako će takav postupak znatno pridonijeti brzom iznalaženju otpornih vrsta brijestova (2). Uz istraživače, koji su nastojali da nađu praktično rješenje problema pronalaženja i uzgoja otpornih vrsta brijestova, kao zamjenu za vrste, izložene epidemijском ugibanju, neki su istraživači u Francuskoj postavili sebi zadaću, da ugrožene vrste brijestova izravno zaštite kemijskim putem. Kod upotrebe tih kemijskih sredstava razlikujemo, prema ARNAUDU (2), tri metode:

1) Prva je metoda, da se *uvođenjem prikladnih kemijskih sredstava u stablo* uništi uzročnik bolesti, t. j. *Ceratostomella ulmi*, ili bar onemogući njezin razvoj i štetno djelovanje. To se nastojalo postići injiciranjem kemijskog sredstva izravno u stablo ili namakanjem tla oko stabla. Pri izvedbi najnovijih pokusa dali su povoljne rezultate ovi kemijski produkti: sulfati i benzoati oksikvinoleina, hidrokvinon, p. nitrofenol, pirogalol i kvinon. Prema ARNAUDU (2) laboratorijskim je pokušima dokazano, da su se protiv *Graphiuma*, kultiviranog na umjetnoj hranjivoj podlozi, aktivno pokazale i obojene materije, derivirane od *trifenilmetana* i sličnih spojeva. ZENTMEYER (1943) je nastojao, da pronade toksičke supstance za *Graphium* među sulfanilamidima, supstancama bliskima vitaminu B₆ (ili Piridoksin).

FRON je god. 1936. u Francuskoj izveo mnoge pokuse s derivatima *oksikvinoleina* – specijalno s neutralnim *sulfatima orto-oksikvinoleina* (*Kriptonol*). Iskušano je i 45 drugih, različitih proizvoda u različitim koncentracijama. FRON je konstatirao, da su brestove biljke, s kojima su se ti pokusi vršili, u toku duljeg vremena imale bujniju vegetaciju, obilnije i zelenije lišće, nego one, koje nisu uzete u postupak. To povoljno stanje biljaka traje tek nekoliko mjeseci. Oboljela biljka ne ozdravi posve, već se samo na neko vrijeme spasava. To se, prema STODDARDU (1946), može protumačiti na taj način, što *oksikvinolein* ne djeluje na *Graphium*, nego samo na toksin, koji ta gljiva izlučuje. Stoga bi se taj postupak morao svake godine bar jednom ponoviti. Svakogodišnjom introdukcijom rastopine u deblo stvarale bi se na deblu mnoge ozljede, t. j. mjesta zgodna za infekciju različitim parazitarnim gljivama, pa je to jedan od glavnih razloga, da će se taj postupak i u vrtlarskoj praksi moći primijeniti tek u iznimnim slučajevima.

DIMOND (8) i FRON (22) daju podatke o pokusima liječenja bolesnih brijestova injiciranjem *oksikvinolein-benzoata* u tlo oko njihova korijenja. Najbolji su rezultati postignuti, kada se u predjel korijenja, pod tlakom, injicirala 0,1%-na rastopina toga spoja u količini od 5 galona po 1 engl. palcu, promjera stabla u prsnoj visini.

Jednostavno zalijevanje korijenja tekućinom dalo je slabije rezultate, a naprašivanje tla pod biljkom suhim kemikalijama i kasnije polijevanje toga praha vodom pokazalo se beskorisnim. Razumije se, da su postignuti najbolji uspjesi, kada su se stabla nalazila u početnom stadiju infekcije. Kod stabala s proširenom infekcijom jedva se mogao zamijetiti neki uspjeh. Možemo reći, da su rezultati takvih pokusa dosada bili djelomični, jer nije pošlo za rukom da se potpuno uništi *Graphium*, već samo da se na izvjesno vrijeme ograniči njegovo širenje i spriječi njegova za lišće ubitačna djelatnost, te da se tako stablo održi na životu. Ali, i za održavanje takva stanja pokazalo se potrebnim, da se postupak povremeno ponovi. Kako je tehnika oko provedbe tih *kemijskih metoda* komplicirana, troškovi visoki, a djelovanje kratkotrajno, *one će moći doći u obzir samo za očuvanje vrijednih izoliranih brestovih stabala, koja rastu na mjestima, gdje im se može pružiti stalna pažnja i njega.*

2) U Sjedinjenim Američkim Državama pokušalo se da se ugroženi brijestovi zaštite od napadaja skolitusa i na taj način, što su se krošnje brijestova u proljeće i ljeto zamaglile raspršenom rastopinom DDT-preparata (tekući diklor-difenil-trikloretan, rastopljen u vodi). Taj je pokus, pod stanovitim uvjetima i prilikama, također mogao tek djelomice uspjeti.

3) Konačno su izvedeni pokusi, da se skolitusi unište jakim insekticidima u lovnim stablima. Ta su stabla nakvašena žestokim

tekućim insekticidom, na pr. *monoklornaftalenom* ili *ortodiklorbenzenom*, koji su spojeni s produktima lako ishlapljivih derivata petroleuma. Taj način uništavanja potkornjaka u lovnim stablima, ukoliko nema teškoća kod nabave jeftinih insekticida, ima prednost pred skidanjem i paljenjem kore, jer je sigurniji, lakše se izvodi, a osim toga, tim se načinom izbjegava opasnost od šumskog požara, koji može lako izbiti pri paljenju kore u sušnim proljećima i ljetima.

Ali, time se nije mnogo napredovalo u pronalaženju sigurnog načina sprječavanja epidemije ugibanja brijestova. Brestova holandska bolest je podmukla. Ona se razvija u granama drveća, koje je redovno, kao sastavni dio mješovitih sastojina, pojedinačno ili u grupama raspoređeno po velikim šumskim područjima. Napadaj potkornjaka na grančice najviših dijelova krošnje, koji mogu tamo da dolete iz velikih daljina, ostaje u takvim područjima redovno nezapažen. Upravo zbog te činjenice ne mogu se obaranjem lovnih stabala spriječiti takvi napadaji, a time ni obustaviti širenje zaraze. Kada na stablima po šumama opazimo prve znakove holandske bolesti – redovno je već prekasno za svaku akciju spasavanja. Akciju je gotovo i nemoguće provesti, jer se u pojedinim širokim šumskim područjima obično istodobno pojavljuje velik broj oboljelih stabala, koja su tu rastrešena na veću udaljenosti, a usto pojedinačno ili u skupinama izmiješana s drugim vrstama drveća. Tada nam ne preostaje drugo, nego da se sva oboljela stabla što prije posijeku i izrade, a kora, grančice i otpaci spalje. Stalnim pažljivim obaranjem lovnih stabala ipak bismo u izvjesnim područjima mogli bar donekle usporiti širenje zaraze, ali nema izgleda, da bismo mogli – u današnjim klimatskim prilikama – epidemiju zaustaviti i njezine krajnje posljedice spriječiti.

Da bi se uništili potkornjaci u izrađenim trupcima, preporučuje se, da se takvi neotkorani trupci, izrađeni ljeti, drže pet mjeseci pod vodom, a oni, izrađeni u zimi, treba da stoje pod vodom sedam mjeseci. Izrađeno, gljivom zaraženo drvo, može se zaštititi od naleta potkornjaka tako, da se složaji tog drveta pokriju 20 cm debelim slojem šumske zemlje ili da se to drvo, kako je već navedeno, stavi pod vodu (58).

Iz svega izloženog i raspravljenog vidimo, da je s nastupom epidemije holandske brijestove bolesti zaštita brijestova, uzraslih po prostranim šumskim područjima u sadašnjim klimatskim prilikama, gotovo nemoguća.

Djelovice povoljni rezultati, postignuti izravnim suzbijanjem štetnog djelovanja gljive *Graphium* kemijskim sredstvima, ne mogu se primijeniti u praktičnom šumskom gospodarstvu, već će eventualno moći koristiti hortikulturi pri čuvanju osobito vrijednih brestovih stabala.

Prema svim stručnim podacima, koje smo imali na raspolaganju, *dosad se postiglo najviše uspjeha u iznalaženju otpornih vrsta brijestova* odnosno njihovih varijacija i hibrida. Postignuti rezultati daju nade, da će taj problem doskora biti i za našu praksu konačno i povoljno riješen. Moramo primijetiti, da je ta mjera u biti šumsko-uzgojne prirode. Njom zamjenjujemo vrste brijestova, ugrožene epidemijom brestove holandske bolesti, s vrstama, varijacijama odnosno umjetno uzgojenim hibridima, koji su prema toj bolesti otporni.

Sve to znači, da do danas nije pošlo za rukom da se pronade efektivni način zaštite domaćih brijestova od te epidemije. Osobito je ugrožen nizinski brijest, tako da iz mnogih velikih područja Evrope ta vrsta drveta gotovo potpuno nestaje.

ZAKLJUČAK

Historijski i statistički podaci o pojavi epidemijskog ugibanja brijestova, izvedena analiza te pojave i faktora, koji je uvjetuju, sinteza, pa pregled poduzetih mjera za otklanjanje šteta, koje ta pojava čini šumskom gospodarstvu, daje nam mogućnost, da - zaključujući ovu raspravu - čitav izložen problem sažmemo ukratko ovako:

Pojavu ugibanja evropskih brijestova pratimo već 120 godina. U Zapadnoj Evropi zamijećeno je jače ugibanje brijestova u razdoblju od 1828.-1870.; kasnije, sve do 1918., ta je pojava jenjala, postala je razmjerno rijetka i mjesno ograničena, tada ponovo izbija, postaje sve češća, zahvaća čitavu Evropu, a posljednjih decenija poprima epidemijski karakter prijeteci potpunim istrebljenjem toga drveća u velikim šumskim područjima.

Činjenicu, da *početni uzrok* toj epidemiji leži u klimatskom karakteru proljetnih i ljetnih razdoblja duljih nizova godina, ne potvrđuje samo jednostavna komparacija klimatskih prilika s pojavom te epidemije, već ona također proizlazi iz analiza odnosa i utjecaja klimatskih faktora na posredne i neposredne uzročnike te pojave. Općenito je utvrđeno, da su brijestovi u naznačenim razdobljima ugibali u većoj mjeri redovno za vrijeme ili nakon nizova godina s ekstremno suhim i toplim proljećima i ljetima. Ponavljanje takvih godina uzrokovalo je konstantnu gradaciju brestova potkornjaka. Čestim i dugotrajnim sušama i ozljedama potkornjaka u krošnjama zdravih brestovih stabala lišena su ta stabla - prije prilagođena izvjesnoj stalnoj vlazi - svakog imuniteta prema napadaju i prodiranju parazitarne gljive *Ceratostomella ulmi* kao i prema sekundarnom napadaju potkornjaka. Posljedica stabilizacije takva klimatskog stanja sa sve češćim ponavljanjem dugotrajnih i ekstremnih sušnih razdoblja, očitovala se u postepenom, ali općem ugibanju brijestova.

Razmotrimo li tu pojavu sa gledišta šumskog gospodarstva, možemo samo konstatirati, da je ono tom pojavom pretrpjelo golemu štetu. Ta se šteta ne sastoji samo u gubitku velikih količina brestova drveta, već i u tom, što je struktura mnogih, prije stabilnih mješovitih saštojina hrasta, brijesta i jasena, nestankom brijesta gotovo potpuno uništena, tako da će se sve te sastojine morati u najkraće vrijeme likvidirati. To stanje znatno pogoršava i činjenica, što je kao posljedica istoga početnog uzroka, osim ugibanja čistih hrastovih sastojina, u mnogim mješovitim sastojinama s manjim brojem brestovih stabala istodobno s brijestom uginuo i velik broj hrastovih stabala, tako da je i njihov opstanak došao u pitanje.

Do danas nije pošlo za rukom da se pronade djelotvorni način, kojim bi se epidemija ugibanja brijestova u prostranim šumskim kompleksima mogla suzbiti. Stoga ne preostaje drugo, nego da *upraznjena staništa uginulih brijestova što prije popunimo utvrđenim otpornim vrstama brijestova, njihovim hibridima ili kakvim drugim, tim staništima prikladnim vrstama drveća.*

Prema dobivenim podacima vidi se, da brijestovi, koji rastu u suhim, južnim predjelima naše države, pokazuju razmjerno velik otpor prema holandskoj bolesti. Bilo bi korisno i potrebno, da se što prije ispita otporna sposobnost tih brijestova i da se utvrdi bi li bilo moguće, da se izginuli brijestovi zamijene ovim otpornim vrstama, odnosno da se selekcijom ili hibridizacijom uzgoje nove, otporne vrste i tako osigura dalji opstanak brijestova u našim šumama.

Unatoč činjenici, što su u mnogim područjima u posljednje vrijeme izginula gotovo sva brestova stabla, ne bismo još uvijek mogli reći, da će ta vrsta drveta u tim područjima potpuno nestati. Nadu nam pruža mnogobrojan i bujan brijestov podmladak, koji je preostao iza uginulih brestovih stabala, a koji je uzrastao u nepovoljnim klimatskim prilikama, pa ima tu prednost, da će vjerovatno dati veći broj individua, koji će biti otporniji nego oni prijašnjih generacija.

Ako se možemo pouzdati u trajniju promjenu klimatskog stanja u budućnosti, u pravcu poboljšanja ekoloških prilika, takav će podmladak, ako se uzdrži, ipak moći da zamijeni svoju stariju, tako brzo izginulu generaciju.

TABLICE KLIMATSKIH PODATAKA
(TABLES DES DATES CLIMATIQUES)

Tablica 1

Meteorološka stanica (Station météorologique) Zagreb-Grič

*Langov kišni faktor $\left(\frac{O}{T}\right)$ i njegovo postotno odstupanje
od srednjaka*

*Le facteur pluvial de Lang $\left(\frac{P}{T}\right)$ et ces déviations de la moyenne
exprimée en %*

Godina (An)	Tromjesečja (Les mois)								Godina (An)			
	mart - april - maj				juni - juli - august							
	Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)	
			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)
	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %
1872.	185	12,9	14	-22	232	20,2	12	0	984	12,5	79	-1
1873.	263	11,4	23	+28	191	21,6	9	-25	805	11,8	68	-15
1874.	252	10,3	24	+33	396	21,4	19	+58	1027	10,9	94	+17
1875.	118	9,5	12	-33	262	21,5	12	0	883	10,1	87	+9
1876.	374	11,1	33	+83	347	20,5	17	+42	1184	10,7	111	+26
1877.	189	10,3	18	0	111	22,2	5	-58	672	11,4	59	-26
1878.	163	11,6	10	-44	121	20,5	21	+75	1195	11,3	106	+32
1879.	292	10,6	28	+55	177	21,1	8	-33	938	10,3	91	+14
1880.	207	11,6	18	0	369	20,1	18	+50	1049	10,7	98	+22
1881.	197	10,4	19	+6	187	20,8	9	-25	827	9,9	84	+5
1882.	239	12,6	11	-39	346	19,2	18	+50	968	11,7	83	+4
1883.	210	9,4	22	+22	236	20,2	12	0	834	10,3	81	+1
1884.	164	12,0	14	-22	336	19,2	18	+50	868	10,9	80	0
1885.	237	11,9	20	+11	208	21,1	10	-17	779	11,6	67	-16
1886.	180	10,9	16	-11	310	20,2	15	+25	900	11,4	79	-1
1887.	214	10,4	21	+17	144	21,4	7	-42	793	10,6	75	-6
1888.	269	11,1	24	+33	251	20,0	13	+8	842	10,0	84	+5
1889.	221	11,2	20	+11	282	20,6	14	+17	956	10,3	93	+16
1890.	252	11,9	21	+17	195	20,9	9	-25	763	10,6	72	-10
1891.	253	10,6	24	+33	267	20,1	13	+8	743	10,2	73	-9
1892.	237	10,7	22	+22	299	20,5	15	+17	850	10,9	78	-2
1893.	69	11,3	6	-66	332	19,7	17	+42	830	10,5	79	-1
1894.	193	12,6	15	-17	246	20,3	12	0	771	11,2	69	-14
1895.	242	10,1	24	+33	264	20,3	13	+8	1127	10,4	108	+35
1896.	151	10,8	14	-22	340	19,9	17	+42	825	10,5	79	-1
1897.	207	11,8	18	0	341	20,7	16	+33	952	11,1	86	+7
1898.	197	11,9	16	-22	258	19,8	13	+8	781	11,7	67	-16
1899.	266	10,8	25	+39	251	20,0	13	+8	909	11,1	82	+2
1900.	266	9,8	27	+50	317	20,5	16	+33	948	11,6	82	+2
1901.	166	11,6	14	-22	221	20,9	11	-8	867	10,7	81	+1

Godina (An)	Tromjesečja (Les mois)								Godina (An)			
	mart - april - maj				juni - juli - august							
	Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)	
			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)
mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	18	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	12	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	30	
			u-en: %				u-en: %				u-en: %	
1902.	276	10,2	27	+50	268	19,5	14	+17	940	10,5	90	+12
1903.	235	11,1	21	+17	231	19,8	12	0	927	11,4	81	+1
1904.	175	12,3	14	-22	251	21,5	12	0	780	11,8	66	-17
1905.	249	11,5	22	+22	253	21,5	12	0	1117	11,1	101	+26
1906.	179	12,0	15	-17	267	20,2	13	+8	923	11,2	82	+2
1907.	200	10,5	19	+6	164	20,7	8	-33	709	11,4	62	-22
1908.	221	11,7	19	+6	290	20,8	14	+17	763	10,5	73	-9
1909.	162	11,5	14	-22	262	20,0	13	+8	794	11,1	72	-10
1910.	121	11,4	11	-39	315	19,9	16	+33	1041	11,8	88	+10
1911.	150	11,4	-13	-28	230	21,3	11	-8	691	12,0	58	-27
1912.	254	11,8	22	+22	246	19,9	12	0	1093	10,9	100	+25
1913.	150	12,4	12	-33	263	18,9	14	+17	754	11,3	67	-16
1914.	315	12,0	26	+44	214	19,7	11	-8	795	10,6	75	-6
1915.	174	11,3	15	-17	430	20,1	21	+75	1253	11,3	111	+26
1916.	219	13,7	16	-11	131	20,8	6	-50	891	12,5	71	-11
1917.	215	10,5	21	+17	224	22,3	10	-17	1004	11,1	90	+25
1918.	173	12,6	14	-22	288	19,4	15	+25	874	11,6	75	-6
1919.	268	10,2	26	+44	344	19,3	18	+50	1106	11,0	101	+26
1920.	179	14,1	13	-28	257	20,1	13	+8	686	12,0	57	-29
1921.	204	12,7	16	-11	183	21,6	8	-33	655	12,1	54	-32
1922.	275	12,1	23	+28	151	21,3	7	-42	912	11,0	83	+4
1923.	212	12,0	19	0	259	20,0	13	+8	925	11,9	78	-2
1924.	281	11,5	25	+39	309	19,8	16	+33	828	10,8	83	+4
1925.	263	11,6	23	+28	270	20,2	13	+8	1122	11,5	98	+22
1926.	170	11,6	15	-17	528	19,0	29	+142	1127	12,1	93	+16
1927.	183	12,5	15	-17	145	22,7	5	-58	630	12,1	52	-35
1928.	286	10,4	28	+55	192	22,2	9	-25	993	11,8	93	+16
1929.	153	10,5	15	-17	194	21,3	9	-25	794	10,6	75	-6
1930.	209	12,7	16	-11	225	21,1	11	-8	1018	12,4	82	+2
1931.	237	10,5	23	+28	204	22,1	10	-17	804	11,1	72	-10
1932.	278	9,6	29	+61	112	21,5	5	-58	775	11,0	70	-12
1933.	234	10,9	22	+22	255	16,5	13	+8	1139	10,0	114	+42
1934.	180	14,2	13	-28	358	23,1	18	+50	867	12,6	69	-14
1935.	178	10,8	16	-11	134	21,6	6	-50	742	11,7	63	-21
1936.	199	13,0	15	-17	281	20,9	13	+8	873	12,1	72	-10
1937.	297	12,5	24	+33	405	20,9	19	+58	1387	11,8	118	+47
1938.	159	11,3	14	-22	276	21,8	13	+8	688	11,8	58	-27
1939.	242	11,5	21	+17	193	21,5	9	-25	837	12,1	69	-14
1940.	170	10,7	16	-11	274	19,4	14	+17	1009	9,7	104	+30
1941.	333	10,6	22	+22	248	20,3	12	0	919	10,5	88	+10
1942.	178	10,4	17	-6	175	20,7	8	-33	673	10,8	62	-22
1943.	140	12,5	11	-39	233	21,0	11	-8	794	12,1	66	-17
1944.	144	10,5	14	-22	179	21,1	8	-33	881	11,2	79	-1
1945.	162	13,5	12	-33	238	22,1	8	-33	747	12,1	62	-22
1946.	86	14,0	6	-66	177	22,9	6	-50	665	12,4	53	-34
1947.	174	18,7	13	-28	199	22,0	9	-25	772	12,0	64	-20

Tablica 2

Meteorološka stanica (Station météorologique) Osijek
 Langov kišni faktor $\left(\frac{O}{T}\right)$ i njegovo postotno odstupanje
 od srednjaka

Le facteur pluvial de Lang $\left(\frac{P}{T}\right)$ et ces déviations de la moyenne
 exprimée en %

Godina (An)	Tramjesečja (Les mois)								Godina (An)			
	mart - april - maj				juni - juli - august							
	Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)	
			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)
	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %
1901.	181	11,5	16	- 6	204	20,2	10	+11	652	10,3	63	- 5
1902.	188	6	20	+18	241	20,0	12	+33	701	10,5	71	+ 8
1903.	256	10,6	24	+41	224	19,1	12	+33	678	10,7	63	- 5
1904.	114	11,6	10	- 41	161	21,2	8	-11	608	11,1	55	-17
1905.	278	10,8	26	+53	152	22,0	7	-22	883	10,7	82	+24
1906.	170	11,6	15	-12	397	19,9	20	+122	1118	10,5	106	+61
1907.	252	9,9	25	+47	134	20,1	7	-22	601	10,6	57	-14
1908.	172	11,7	15	-12	177	20,7	8	-11	677	9,9	68	+ 3
1909.	212	11,0	19	+12	179	20,0	9	0	718	10,3	70	+ 6
1910.	234	11,1	21	+24	206	20,4	10	+11	942	11,5	82	+24
1911.	298	10,7	28	+65	261	20,7	13	+44	803	11,2	72	+ 9
1912.	385	10,9	35	+106	170	19,5	9	0	962	9,8	97	+ 5
1913.	151	11,8	13	-24	273	18,6	15	+66	653	10,5	62	- 6
1914.	257	11,5	22	+29	303	19,5	15	+66	809	9,7	83	+26
1915.	239	10,5	23	+35	178	20,3	9	0	830	10,9	76	+15
1916.	180	13,0	14	-18	63	21,0	3	-66	582	12,1	48	-27
1917.	145	10,7	13	-24	54	22,1	2	-77	564	10,6	53	-20
1918.	147	12,3	12	-29	146	19,5	8	-11	635	11,0	57	-14
1919.	289	9,5	30	+76	186	19,6	10	+11	841	10,6	80	+21
1920.	187	13,7	14	-18	216	20,2	11	+22	582	11,4	51	-23
1921.	57	12,2	5	-70	200	21,3	10	+11	482	11,4	42	-36
1922.	160	11,6	14	-18	201	20,8	10	+11	746	10,3	72	+ 9
1923.	123	11,9	10	-41	132	19,6	7	-22	658	11,6	57	-14
1924.	169	11,4	15	-12	215	20,0	11	+22	523	10,2	51	-23
1925.	194	11,7	17	0	301	19,8	15	+66	785	11,2	70	+ 6
1926.	131	11,5	12	-29	275	18,7	15	+66	636	11,8	54	-18
1927.	174	12,3	14	-18	168	22,3	7	-22	641	11,9	54	-18
1928.	145	10,5	14	-18	110	22,4	5	-44	542	11,4	46	-30
1929.	177	9,6	18	+ 6	207	21,2	10	+11	688	9,8	70	+ 6
1930.	159	12,2	13	-24	133	21,3	6	-33	605	11,9	51	-23
1931.	178	10,3	17	0	176	22,0	8	-11	798	10,6	75	+14
1932.	304	9,5	32	+88	138	21,1	6	-33	815	10,3	80	+21
1933.	220	9,8	22	+29	161	19,9	8	-11	756	9,8	77	+17

Godina (An)	Tromjesečja (Les mois)								Godina (An)			
	mart - april - maj				juni - juli - august							
	Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka. (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka. (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)	
			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)
	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %
1934.	123	13,9	9	-47	336	19,8	17	+88	807	11,7	69	+3
1935.	157	10,4	15	-12	156	21,7	7	-22	581	11,0	52	-21
1936.	171	12,9	13	-24	177	21,1	8	-11	767	11,7	65	-2
1937.	300	12,5	24	+41	257	21,0	12	+13	1044	11,6	90	+36
1938.	151	10,3	15	-12	213	21,7	10	+11	634	10,9	58	-12
1939.	190	11,0	17	0	162	21,5	7	-22	735	11,5	64	-3
1940.	160	9,9	16	-6	263	19,2	14	+55	860	8,9	96	+45
1941.	145	11,1	13	-24	265	20,4	13	+44	766	10,5	73	+11
1942.	217	10,1	21	+24	90	21,3	4	-55	599	10,2	59	-11
1943.	133	11,7	11	-35	170	20,9	8	-11	678	11,6	58	-12
1944.	190	10,1	19	+12	113	21,3	5	-44	816	11,0	74	+12
1945.	95	13,3	7	-59	128	22,0	6	-33	532	11,6	46	-30
1946.	56	13,6	4	-76	159	22,9	7	-22	599	11,8	51	-23
1947.	127	13,7	9	-47	122	21,8	6	-33	497	11,5	43	-35

Tablica 3

Meteorološka stanica (Station météorologique) Sl. Brod
Langov: kišni faktor $\left(\frac{O}{T}\right)$ i njegovo postotno odstupanje
od srednjaka

Le facteur pluvial de Lang $\left(\frac{P}{T}\right)$ et ces déviations de la moyenne
exprimée en %

Godina (An)	Tromjesečja (Les mois)								Godina (An)			
	mart - april - maj				juni - juli - august							
	Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)	
			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)
	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	u-en: %
1904.	160	12,5	13	-24	205	21,5	9	-10	729	11,7	62	-9
1905.	248	11,9	21	+24	253	21,9	12	+20	935	11,3	83	+22
1906.	146	12,6	12	-27	285	20,5	-14	+40	727	11,3	64	-6
1907.	109	10,6	10	-41	80	21,7	4	-60	358	11,6	31	-54
1908.	113	12,7	9	-47	201	22,0	9	-10	587	10,7	55	-20
1909.	327	11,3	29	+70	296	20,1	15	+50	1029	10,5	98	+44
1910.	366	11,6	23	+35	237	20,3	12	+20	1091	11,8	92	+35
1911.	349	11,1	31	+82	332	21,1	16	+60	970	11,6	84	+23
1912.	346	11,5	30	+76	282	20,1	14	+40	1050	10,4	101	+48
1913.	163	12,1	13	-24	345	19,1	18	+80	765	11,0	70	+3
1914.	281	11,7	24	+41	261	19,6	18	+80	805	10,2	79	+16
1915.	289	11,0	26	+53	269	20,3	13	+30	1009	11,2	90	+32
1916.	216	13,5	16	-6	121	21,6	6	-40	830	12,7	65	-4
1917.	122	11,7	10	-41	129	23,5	5	-50	613	11,7	52	-23
1918.	141	13,1	11	-35	269	20,6	13	+30	752	11,9	63	-7
1919.	305	10,9	28	+65	257	20,3	13	+30	1004	11,4	88	+29
1920.	174	14,2	12	-29	147	21,6	6	-40	590	12,3	48	-29
1921.	95	12,9	7	-59	179	22,2	8	-20	570	12,1	47	-30
1922.	148	12,8	12	-27	248	22,3	11	+10	899	11,4	79	+16
1923.	134	12,7	10	-41	162	21,2	8	-20	788	12,7	62	-9
1924.	264	12,5	21	+24	237	20,3	12	+20	711	10,6	67	-1
1925.		11,7			266	20,0	13	+30		11,2		
1926.	135	11,1	12	-29	344	18,5	19	+90	764	11,5	66	-3
1927.	152	12,3	12	-29	156	22,2	7	-30	706	11,9	59	-13
1928.	155	10,3	15	-12	101	21,8	5	-50	547	11,4	48	-29
1929.	195	9,8	20	+18	196	20,8	9	-10	706	9,9	71	+4
1930.	158	12,4	13	-24	154	21,1	7	-30	657	12,1	54	-21
1931.	164	10,2	16	-6	150	21,9	7	-30	705	10,4	68	0
1932.	324	9,5	34	+100	159	21,2	8	-20	829	10,7	77	+13
1933.	247	10,5	24	+41	131	20,1	7	-30	782	10,2	77	+13
1934.	104	14,8	7	-59	238	20,6	12	+20	651	12,4	53	-22
1935.	151	10,9	14	-18	114	21,9	5	-50	602	11,4	53	-22
1936.	185	13,3	14	-18	201	21,4	9	-10	761	12,1	63	-7

Godina (An)	Tromjesečja* (Les mois)								Godina (An)			
	mart - april - maj				juni - juli - august							
	Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)	
			$\frac{O}{T}$ $(\frac{P}{T})$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$ $(\frac{P}{T})$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$ $(\frac{P}{T})$	Odstup. od (Déviations de)
mm	°C		u-en: %	mm	°C		u-en: %	mm	°C		u-en: %	
1937.	272	13,3	20	+18	254	21,4	12	+20		12,1		
1938.	178	10,7	17	0	242	21,9	11	-10	697	11,3	62	-9
1939.	217	11,2	19	+12	190	22,1	9	+10	760	11,8	64	-6
1940.	206	11,1	19	+12	308	19,7	16	+60	1071	9,7	110	+62
1941.	188	11,4	16	-6	283	20,6	14	+40	895	10,7	84	+29
1942.	211	10,6	20	+18	174	21,2	8	-20	645	10,4	72	+6
1943.	132	12,1	11	-35								
1944.	149	10,4	14	-18								
1946.	58	13,5	4	-76	165	23,2	-7	-30	607	11,8	51	-25
1947.	147	14,6	10	-41	211	22,5	9	-10	616	11,5	50	-27

Tablica 4

Meteorološka stanica (Station météorologique) Crikvenica

Langov kišni faktor $\left(\frac{O}{T}\right)$ i njegovo postotno odstupanje od srednjaka

Le facteur pluvial de Lang $\left(\frac{P}{T}\right)$ et ces déviations de la moyenne exprimées en %

Godina (An)	Trömjesečja (Les mois)								Godina (An)			
	mart - april - maj				juni - juli - august							
	Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednjaka (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)	
			$\frac{O}{T}$	Odstup. od $\left(\frac{P}{T}\right)$ 24			$\frac{O}{T}$	Odstup. od $\left(\frac{P}{T}\right)$ 12			$\frac{O}{T}$	Odstup. od $\left(\frac{P}{T}\right)$ 99
	mm	°C		u-en: %	mm	°C		u-en: %	mm	°C		u-en: %
1892.	365	12,5	29	+21	140	22,2	6	-50	1376	13,6	101	+2
1893.	100	13,0	8	-66	292	22,4	13	+8	1064	14,0	76	-23
1894.	378	14,2	27	+12	185	22,1	8	-33	1027	14,1	73	-26
1895.	249	12,2	20	-17	137	22,3	6	-50	1172	13,6	86	-13
1896.	341	12,4	23	+17	394	22,1	18	+50	1556	13,7	114	+14
1897.	337	13,6	25	+4	345	23,0	15	+25	1478	14,3	103	+4
1898.	280	14,4	19	-21	169	20,8	7	-42	872	15,2	57	-42
1899.	267	12,9	21	-12		21,7				14,0		
1900.	124	12,3	10	-58	222	22,9	10	-17	1214	14,7	83	-16
1901.	174	13,1	13	-46	192	22,8	8	-33	1206	13,8	87	-12
1902.	315	12,2	26	+8	310	21,0	15	+25	1402	13,4	105	+6
1903.	276	12,1	23	-4	410	20,9	20	+67	1708	13,8	124	+25
1904.	229	13,5	17	-29	353	23,4	15	+25	1362	14,4	95	-4
1905.	311	12,7	21	0	338	22,2	15	+25	1899	13,5	141	+42
1906.	383	12,3	31	+29	246	21,9	11	-8	1534	13,5	113	+15
1907.	269	11,4	24	0	158	22,2	7	-42	1324	13,7	97	-2
1908.	283	12,7	22	-8	327	22,1	15	+25	940	13,2	71	-28
1909.	244	12,6	19	-21	336	21,2	16	+33	1200	13,5	89	-10
1910.	248	12,6	20	-16	305	21,0	15	+25	1881	13,9	135	+36
1911.	275	12,4	22	-8	159	22,8	7	-42	1158	14,2	82	-16
1912.	466	12,8	36	+50	330	21,3	15	+25	1564	13,3	118	+19
1913.	274	12,8	21	-12	422	20,1	21	+75	1270	13,4	95	-4
1914.	463	13,1	35	+46	243	21,1	12	0	1298	13,5	96	-3
1915.	183	13,0	14	-41	396	21,9	18	+50	1705	13,8	124	+25
1916.	246	14,2	17	-29	197	21,8	9	-25	1477	14,5	102	+3
1917.	280	11,9	24	0	141	23,3	6	-50	1255	13,7	92	-7
1918.	178	13,4	13	-46	226	20,6	11	-8	1294	13,8	94	-5
1919.	434	12,1	36	+50	259	21,2	12	0	1615	13,6	119	+20
1920.	159	14,5	11	-54	335	21,3	16	+33	861	14,3	60	-39
1921.	323	14,1	23	-4	154	22,8	7	-42				
1922.	380	13,9	27	+12	71	23,9	3	-75	1687	14,2	119	+20
1923.	194	14,3	14	-54	279	23,0	12	0	1416	15,2	93	-6
1924.	314	13,3	24	0	362	21,5	17	+42	1173	13,9	84	-15

Godina (An)	Tromjesečja (Les mois)							Godina (An)				
	mart - april - maj			juni - juli - august								
	Oborine (Précipitations)	Temp. srednja (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednja (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)		Oborine (Précipitations)	Temp. srednja (Moyenne de temp.)	L.k.f. (F.p.L.)	
			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)			$\frac{O}{T}$	Odstup. od (Déviations de)
mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	24	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	12	mm	°C	$\left(\frac{P}{T}\right)$	99	
			u-en: %				u-en: %				u-en: %	
1925.	553	13,0	43	+67	231	22,4	10	-17	1560	14,4	108	+9
1926.	354	13,3	27	+12	523	21,3	25	+108	1683	14,8	114	+15
1927.	387	13,9	28	+17	123	23,3	5	-58	1230	14,8	83	-16
1928.	478	12,6	38	+58	121	24,3	5	-58	1537	14,7	105	+6
1929.	156	12,4	13	-46	195	23,8	8	-33	1002	13,9	72	-27
1930.	537	13,8	39	+62	246	24,0	10	-17	1757	15,1	116	+17
1931.	405	12,9	31	+29	203	24,6	8	-33	1425	14,4	99	0
1932.	457	11,8	39	+62	290	22,9	13	+8	1327	14,2	93	+6
1933.	327	12,6	26	+8	294	22,3	13	+8	1661	13,8	120	+21
1934.	353	15,5	23	-4	604	22,7	27	+125	1672	15,2	110	+11
1935.	167	12,4	13	-46	184	23,9	8	-33	1131	14,7	77	-22
1936.	276	15,1	18	-25	205	23,5	9	-25	1319	14,4	92	-7
1937.	458	14,4	32	+33	362	23,7	15	+25	2031	15,2	134	+35
1938.	220	11,9	18	-25	208	23,7	9	-25	1150	14,3	80	-19
1939.	300	12,7	24	0	180	23,5	8	-33	1320	14,6	90	-9
1940.	275	12,6	22	-8	383	22,8	17	+42	1554	13,4	116	+17
1941.	338	12,4	27	+12	328	22,4	15	+25	1497	13,5	111	+12
1942.	270	13,2	20	-17	196	23,4	8	-33	1203	14,7	82	-17
1943.	124	14,4	9	-62	163	23,6	7	-42	1077	15,3	70	-29
1944.	143	12,7	11	-54	116	23,0	5	-58	1037	14,0	74	-25
1945.	121	14,6	8	-66	118	25,1	5	-58	726	15,0	48	-51
1946.	201	14,9	13	-46	139	24,5	6	-50	955	14,8	64	-35
1947.	193	15,1	13	-46	222	24,4	9	-25	1016	15,4	66	-33

Tablica 5.

*Odstupanja temperatura i oborina mjeseca maja
od njihovih srednjaka*

*Déviations des températures et des précipitations du mois may
de leurs moyennes*

God. (An)	Zagreb	Osijek	Slav. Brod	Prosjeck (La Moyenne)		Crikvenica		Zagreb	Osijek	Slav. Brod	Prosjeck (Moyenne)	Crikvenica	
	Srednje temperature mjeseca maja (Moyenne temp. du mois may)			Prosjeck (La Moyenne)	Odstup. od 16,3 (Déviations de 16,3)	Sred. temp. (Moy. temp.)	Odstup. od 17,2 (Déviations de 17,2)	Odstupanja od oborinskog sred. (Déviations de moyenne pluvial)					
								.85	77	82	-	106	
				°C				mm					
1872.	17,7			17,7	+1,4			-51				-51	
1873.	13,7			13,7	-2,6			+44				+44	
1874.	12,5			12,5	-3,8			+60				+60	
1875.	17,3			17,3	+1,0			-15				-15	
1876.	12,0			12,0	-4,3			+94				+94	
1877.	14,4			14,4	-1,9			-20				-20	
1878.	17,1			17,1	+0,8			+6				+6	
1879.	13,9			13,9	-2,4			+40				+40	
1880.	14,7			14,7	-1,6			+74				+74	
1881.	15,1			15,1	-1,2			-52				-52	
1882.	16,3			16,3	0			-38				-38	
1883.	16,5			16,5	+0,2			+2	+40			+21	
1884.	17,1			17,1	+0,8			-53	-53			-53	
1885.	15,1			15,1	-1,2			+24	-12			+6	
1886.	16,3			16,3	0			-59	-31			-45	
1887.	15,2			15,2	-1,1			+17	+22			+19	
1888.	16,1			16,1	-0,2			+22	-45			-12	
1889.	18,6			18,6	+2,3			-25	-13			-19	
1890.	17,0			17,0	+0,7			+2	-16			-7	
1891.	17,4			17,4	+1,1			-8	-47			-28	
1892.	16,1			16,1	-0,2	17,3	+0,1	+14	+65			+39	-22
1893.	15,6			15,6	-0,7	17,4	+0,2	-63	-47			-55	-32
1894.	15,7			15,7	-0,8	17,2	0	+43	-21			+10	+16
1895.	15,3			15,3	-1,0	16,6	-0,6	-23	-15			-19	-13
1896.	14,8			15,3	-1,5	16,8	-0,4	-11	+1	-12		-8	+79
1897.	13,9			13,9	-2,4	16,2	-1,0	+38	+82	+35		+51	+91
1898.	15,9			15,9	-0,4	18,0	+0,8	+20	+35	+4		+20	+6
1899.	15,1			15,1	-1,2	17,2	0	+47	+107	+80		+78	+1
1900.	14,9			14,9	-1,4	17,9	+0,7	+3	+89	+50		+47	-69
1901.	16,6	15,6		16,1	-0,2	17,9	+0,7	-52	-47	-29		-43	-69
1902.	12,2	12,6		12,4	-3,9	13,6	-3,6	+61	-20	+10		+17	+17
1903.	15,9	15,7		15,8	-0,5	16,4	-0,8	-21	+24	-20		-6	+17
1904.	16,4	16,4	16,8	16,5	+0,2	17,5	+0,3	-10	-20	-33		-21	-57
1905.	15,5	16,3	16,6	16,1	-0,2	16,4	-0,8	+20	+5	+8		+11	+23
1906.	16,5	16,5	16,7	16,6	+0,3	16,8	-0,4	-18	-32	-6		-19	+95
1907.	18,1	19,1	19,4	18,9	+2,6	17,5	+0,3	-19	-4	-53		-26	-7
1908.	19,4	19,8	20,4	19,9	+3,6	18,9	+1,6	-55	-67	-71		-65	-84
1909.	15,5	15,4	15,5	15,5	-0,8	16,7	-0,5	-28	+40	+79		+31	-53
1910.	15,4	15,8	15,9	15,7	-0,6	15,7	-1,5	-24	+80	+47		+35	+32

God. (An)	Zagreb	Osijek	Slav. Brod					Zagreb	Osijek	Slav. Brod	Prosjeck (Moyenne)	Crikvenica				
	Srednje temperature mjeseca maja (Moyenne temp. du mois may)			Prosjeck (La Moyenne)	Odstup. od 16,3 (Déviations de 16,3)	Sred. temp. (Moy. temp.)	Odstup. od 17,2 (Déviations de 17,2)	Odstupanja od oborinskog sred. (Déviations de moyenne pluvial)								
	°C							85.	77	82	—	106				
												mm				
1911.	15,7	15,6	15,8	15,7	-0,6	16,3	-0,9	+10	+127	+123	+119	- 2				
1912.	16,1	15,5	16,0	15,9	-0,4	16,3	-0,9	- 2	+34	+19	+18	+102				
1913.	15,5	15,0	15,4	15,3	-1,0	16,5	-0,7	-19	+34	+23	+20	+ 9				
1914.	15,0	15,3	15,3	15,2	-1,1	16,0	-1,2	+82	-27	-15	+14	+58				
1915.	16,6	16,5	16,6	16,6	+0,3	18,4	+1,2	-22	+20	+46	+15	-53				
1816.	16,9	16,8	16,9	16,9	+0,6	17,7	+0,5	-53	-17	+ 4	-21	-67				
1917.	17,3	17,0	17,8	17,4	+1,1	17,6	+0,4	-60	-60	-63	-60	-75				
1918.	16,9	16,3	17,3	16,8	+0,5	18,0	+0,8	-12	- 1	-29	-13	-65				
1919.	13,2	11,8	13,1	12,7	-3,6	14,8	-2,4	-31	+43	+ 4	+ 6	-92				
1920.	18,5	18,3	19,0	18,6	+2,3	18,7	+1,5	-15	-36	-26	-25	-60				
1921.	17,9	18,0	18,8	18,2	+1,9	18,5	+1,3	+52	-71	-62	-26	+17				
1922.	16,8	16,2	17,3	16,8	+0,5	19,4	+2,2	- 9	-51	-29	-24	-86				
1923.	17,7	17,9	18,9	18,2	+1,9	19,3	+2,1	-33	-61	-49	-47	-81				
1924.	17,6	18,4	20,5	18,8	+2,5	19,2	+2,0	+54	-43	-11	0	-54				
1925.	16,8	16,9	16,4	16,7	+0,4	17,8	+0,6	+15	+41		+28	+27				
1926.	15,5	15,6	15,2	15,4	-0,9	16,4	-0,8	-28	- 5	-31	-21	+76				
1927.	15,9	16,0	16,0	16,0	-0,3	17,7	+0,5	+ 2	+ 7	-25	- 5	- 5				
1928.	13,4	13,9	13,4	13,6	-2,7	15,1	-2,1	+67	- 6	- 2	+20	+68				
1929.	17,5	17,5	17,0	17,3	+1,0	19,6	+2,4	- 9	+34	+54	+27	-46				
1930.	15,4	15,7	15,4	15,5	-0,8	16,4	-0,8	-12	-38	-36	-28	+149				
1931.	18,1	18,6	18,0	18,2	+1,9	18,6	+1,4	-52	-23	-34	-36	-59				
1932.	16,4	16,9	17,3	16,9	+0,6	17,5	+0,3	+30	+22	+ 6	+20	+131				
1933.	14,6	14,3	14,9	14,6	-1,7	15,8	-1,4	+72	+32	-64	+14	+67				
1934.	18,1	18,0	18,7	18,3	+2,0	20,4	+3,2	+20	-34	-32	-15	- 3				
1935.	14,7	15,1	15,5	15,1	-1,2	16,3	-0,9	-17	-23	-37	-25	-80				
1936.	17,2	17,3	17,7	17,4	+1,1	19,6	+2,4	+22	- 3	- 9	+ 4	- 3				
1937.	18,2	18,2	18,6	18,3	+2,0	19,1	+1,9	-44	+44		+ 1	-86				
1938.	14,8	14,7	14,8	14,8	-1,5	15,3	-1,9	-18	+42	+17	+14	+27				
1939.	14,7	15,7	16,0	15,5	-0,8	15,6	-1,6	+116	+34	+79	+77	+148				
1940.	14,8	14,8	16,4	15,3	-1,0	17,1	-0,1	+ 6	-11	+29	+ 9	+47				
1941.	13,5	14,3	14,5	14,1	-2,2	15,5	-1,7	-32	-12	+ 3	-13	-17				
1942.	17,0	17,4	17,6	17,3	+1,0	17,9	+0,7	-24	-50	-44	-39	- 0				
1943.	15,7	15,0	15,2	15,3	-1,0	17,8	+0,6	+ 1	+28	- 4	+ 8	-42				
1944.	15,0	15,1	15,2	15,1	-1,2	17,1	-0,1	-41	-21	-51	-38	-72				
1945.	19,2	19,3		19,3	+3,0	20,8	+3,6	-24	-22		-23	-81				
1946.	18,7	19,2	19,0	19,0	+2,7	19,1	+1,9	-22	-43	-51	-39	- 8				
1947.	17,7	17,9	18,5	18,0	+1,7	19,8	+2,6	+ 2	-35	-15	-16	-92				

Tablica 6

Odstupanja temperatura i Langova kišnog faktora $\left(\frac{O}{T} u o/0\right)$ od srednjaka, utvrđenih za mjesečna razdoblja III-V, V, VI-VIII i za pojedine godine, prosječno za meteorološke stanice Zagreb-Osijek-Slav. Brod (1872-1947) i Crikvenicu (1892-1947)

Les déviations de température et du facteur pluvial de Lang $\left(\frac{P}{T} en \%/0\right)$ de la moyenne, calculée pour les périodes de mois III-V, V, VI-VIII ainsi que pour différentes années les moyennes des stations météorologiques de Zagreb-Osijek-Slav. Brod (1872-1947) et Crikvenica (1892-1947),

God. (An.)	Zagreb-Osijek-Slav. Brod						Crikvenica							
	Odstupanja. (Déviations)													
	Temperatura (de la température)			L. k. f. (F. p. L.)			Temperatura (de la température)			L. k. f. (F. p. L.)				
	od srednjaka (de la moyenne)													
	15,2	16,3	20,8	11,1	Prosječno			13,0	17,2	22,3	14,0	24	12	99
	°C				u (en) %			°C				u (en) %		
	za razdoblja (pour les périodes)													
III-V	V	VI-VIII	God. (An.)	III-V	VI-VIII	God. (An.)	III-V	V	VI-VIII	God. (An.)	III-V	VI-VIII	God. (An.)	
1872.	+1,4	+1,4	-0,6	+1,4	-22	0	-1							
1873.	-0,1	-2,6	+0,8	+0,7	+28	-25	-15							
1874.	-1,1	-3,8	+0,6	-0,2	+33	+58	+17							
1875.	-2,0	+1,0	+0,7	-1,0	33	0	+9							
1876.	-0,4	-4,3	-1,3	-0,4	+33	+42	+26							
1877.	-1,2	-1,9	+1,4	+0,3	0	-58	-26							
1878.	+0,1	+0,8	-0,3	+0,2	-44	+75	+32							
1879.	-0,9	-2,4	+0,3	-0,8	+55	33	+14							
1880.	+0,1	-1,6	-0,7	-0,4	0	+50	+22							
1881.	-1,1	-1,2	+0,1	-1,2	+6	-25	+5							
1882.	+1,1	+0,1	-1,6	+0,6	-39	+50	+4							
1883.	-2,1	+0,2	-0,6	-0,8	+22	0	+1							
1884.	+0,5	+0,8	-1,6	-0,2	-22	+50	0							
1885.	+0,4	-1,2	+0,3	+0,5	+11	-17	-16							
1886.	-0,6	+0,1	-0,6	+0,3	-11	+25	-1							
1887.	-1,1	-1,1	+0,6	-0,5	+17	-42	-6							
1888.	-0,4	-0,2	-0,8	-1,1	+33	+8	+5							
1889.	-0,3	+2,3	-0,2	-0,8	+11	+17	+16							
1890.	+0,4	+0,7	+0,1	-0,5	+17	-25	-10							
1891.	-0,9	+1,1	-0,7	-0,9	+33	+8	-9							
1892.	-0,8	-0,2	-0,3	-0,2	+22	+17	-2	-0,5	+0,1	-0,1	-0,4	+21	-50	+2
1893.	-0,2	-0,7	-1,1	-0,6	-66	+42	-1	0	+0,2	+0,1	0	-66	+8	-23

Prosječna karakteristika razdoblja
La caractéristique moyenne des périodes

Na kontinentu hladno i vlažno, a na Primorju suše
Dans l'intérieur froid et humide, au bord de la mer plus sec

		Zagreb—Osijek—Slav. Brod						Crikvenica						Prosjekna karakteristika razdoblja La caractéristique moyenne des périodes			
		Odstupanja (Déviations)															
		Temperatura (de la température)			L. k. f. (F. p. L.)			Temperatura (de la température)			L. k. f. (F. p. L.)						
		od srednjaka (de la moyenne)															
God. (An.)	15,2	16,3	20,8	11,1	Prosjечно			13,0	17,2	22,3	14,0	24.	12				99
	°C				u (en) %			°C				u (en) %					
		za razdoblja (pour les périodes)															
		III—V	V	VI—VIII	God. (An.)	III—V	VI—VIII	God. (An.)	III—V	V	VI—VIII	God. (An.)	III—V	VI—VIII	God. (An.)		
1894.	+1,1	-0,6	-1,5	+0,1	-17	0	-14	+1,2	0	-0,2	+0,1	+12	-33	-26			
1895.	-1,4	-1,0	-0,5	-0,7	+33	+8	-35	-0,8	-0,6	0	-0,4	-17	-50	-13			
1896.	-0,7	-1,5	-0,9	-0,6	-22	+42	-1	-0,6	-0,4	-0,2	+0,3	+17	+50	+14			
1897.	+0,3	-2,4	-0,1	0	0	+33	+7	+0,6	-1,0	+0,7	+0,3	+4	+25	+4			
1898.	+0,4	-0,4	-1,0	+0,6	-22	+8	-16	+1,4	+0,3	+0,5	+1,2	-21	-42	-42			
1899.	-0,7	-1,2	-0,8	0	+39	+8	+2	-0,1	0	-0,6	0	-12					
1900.	-1,7	-1,4	-0,3	+0,5	+50	+33	+2	-0,7	+0,7	+0,6	+0,7	-58	-17	-16			
1901.	0	-0,2	-0,2	-0,5	-14	+2	2	+0,1	+0,7	+0,5	-0,2	-46	-33	-12			
1902.	-2,2	-3,9	-1,1	-0,5	+34	+25	-2	-0,8	-3,6	-1,3	-0,6	+8	+25	+6			
1903.	-0,7	-0,5	-1,3	+0,1	+29	+17	-2	-0,9	-0,8	-1,4	-0,2	-4	+67	+25			
1904.	+0,6	+0,2	+0,6	+0,4	-29	-7	-14	+0,5	+0,3	+1,1	+0,4	-29	+25	-4			
1905.	-0,1	-0,2	+0,7	-0,1	+33	-1	+24	-0,3	-0,8	-0,1	-0,5	0	+25	+42			
1906.	+0,6	+0,3	-0,6	-0,1	-19	+57	+19	-0,7	-0,4	-0,3	-0,5	+29	-8	+15			
1907.	-1,2	+2,6	0	-0,1	+4	-38	-30	-1,6	+0,3	-0,1	-0,3	0	-42	-2			
1908.	+0,3	+3,6	+0,4	-0,8	-18	-1	-9	-0,3	+1,6	-0,2	-0,8	-8	+25	-28			
1909.	-0,2	-0,8	-0,8	-0,3	+20	+19	+13	-0,4	-0,5	-0,1	-0,5	-21	+33	-10			
1910.	-0,1	-0,6	-0,6	+0,6	+7	+21	+23	-0,4	-1,5	-1,3	-0,1	-16	+25	+36			
1911.	-0,4	-0,6	+0,2	+0,5	+40	+32	+2	-0,6	-0,9	+0,5	+0,2	-8	-42	-16			
1912.	-0,1	-0,4	-1,0	-0,6	+68	+13	+26	-0,2	-0,9	-1,0	-0,7	+50	+25	+19			
1913.	+0,6	-1,0	-1,9	-0,1	-27	+54	-6	-0,2	-0,7	-2,2	-0,6	-12	+75	-4			
1914.	+0,2	-1,2	-1,2	-0,9	+38	+46	+15	+0,1	-1,2	-1,2	-0,5	+46	0	-3			
1915.	-0,6	+0,3	-0,6	+0,1	+24	+35	+24	0	+1,2	-0,4	-0,2	-41	+50	+25			
1916.	+1,9	+0,6	+0,3	+1,4	-12	-52	-14	+1,2	+0,5	-0,5	+0,5	-29	-25	+3			
1917.	-0,7	+1,3	+1,8	-0,2	-16	-48	-6	-1,1	+0,4	+1,0	-0,3	0	-50	-7			
1918.	+1,2	+0,4	-1,0	+0,3	-29	+15	-9	+0,4	+0,8	-1,7	-0,2	-46	-8	-5			
1919.	-1,3	-3,6	-1,1	-0,1	+62	+30	+25	-0,9	-2,4	-1,1	0,4	+50	0	+20			
1920.	+2,5	+2,3	-0,2	+0,6	-25	-3	-27	+1,5	+1,5	-1,0	+0,3	-54	+33	-39			
1921.	+1,1	+1,9	+0,9	+0,6	-47	-14	-33	+1,1	+1,3	+0,5	0	-4	-42	0			
1922.	+0,7	+0,5	+0,7	-0,3	-6	-7	+10	+0,9	+2,0	+1,6	+0,2	+12	-75	+20			
1923.	+0,7	+1,9	-0,4	+1,0	-27	-11	-8	+1,3	+2,1	+0,7	+1,2	-54	0	-6			
1924.	+0,3	+2,5	-0,8	-0,6	+17	+25	-7	+0,3	+2,0	-0,8	-0,1	0	+42	-15			
1925.	+0,2	+0,3	-0,8	+0,2	+9	+31	+9	0	+0,6	+0,1	+0,4	+67	-17	+9			
1926.	-0,1	-0,9	-2,1	+0,7	-25	+99	+2	+0,3	-0,8	-1,0	+0,8	+12	+108	+15			

Zagreb—Osijek—Slav. Brod				Crikvenica										
Odstupanja (Déviations)														
Temperatura (de la temperature)				L. k. f. (F. p. L.)			Temperatura (de la temperature)				L. k. f. (F. p. L.)			
od srednjaka (de la moyenne)														
God. (An.)	15,2	16,3	20,8	11,1	Prosječno			13,0	17,2	22,3	14,0	24	12	99
	°C				u (en) ‰			°C				u (en) ‰		
za razdoblja (pour les périodes)														
	III—V	V	VI—VIII	God. (An.)	III—V	VI—VIII	God. (An.)	III—V	V	VI—VIII	God. (An.)	III—V	VI—VIII	God. (An.)
1927.	+0,9	-0,3	+1,6	+1,1	-21	-37	-22	+0,9	+0,5	+1,0	+0,8	+17	-58	+16
1928.	-1,1	-2,7	+1,3	+0,4	+8	-40	-14	-0,4	-2,1	+2,0	+0,7	+58	-58	+6
1929.	-1,5	+1,2	+0,3	-1,1	+2	-8	+1	-0,6	+2,4	+1,5	-0,1	-46	-33	-27
1930.	+0,6	-0,8	+0,4	+1,2	-20	-24	-14	+0,8	-0,8	+1,7	+1,1	+26	-17	+17
1931.	-1,2	+1,9	+1,2	-0,2	+7	-19	+1	-0,1	+1,4	+2,3	+0,4	+29	-33	0
1932.	-2,0	+0,6	+0,5	-0,5	+33	-37	+7	-1,2	+0,3	+0,6	+0,2	+62	+8	-6
1933.	-1,1	-1,7	-2,0	-1,1	+27	-11	+24	-0,4	-1,4	0	-0,2	+8	+8	+21
1934.	+2,8	+2,0	+0,4	+1,2	-45	+56	-11	+2,5	+3,2	+0,4	+1,2	-4	+125	+11
1935.	-0,8	-1,2	+0,9	+0,3	-14	-41	-21	-0,6	-0,9	+1,6	+0,7	-46	-33	-22
1936.	+1,6	+1,1	+0,5	+0,9	-20	-4	-6	+2,1	+2,4	+1,2	+0,4	-25	-25	+7
1937.	+1,3	+2,0	+0,3	+0,8	+3	+37	+28	+1,4	+1,9	+1,4	+1,2	+33	+25	+35
1938.	-0,7	-1,5	+1,0	+0,1	-11	+10	-16	-1,1	-1,9	+1,4	+0,3	-25	-25	-19
1939.	-0,2	-0,8	+0,9	+0,7	+10	-19	-8	-0,3	-1,6	+1,2	+0,6	0	-33	-9
1940.	-0,9	-1,0	-1,4	-1,7	-2	+44	+46	-0,4	-0,1	-0,5	-0,6	-8	+42	+17
1941.	-0,5	-2,2	-0,4	-0,5	-3	+28	+17	-0,6	-1,7	+0,1	-0,5	+12	+25	+12
1942.	-1,1	+1,0	+0,3	-0,7	+9	-36	-9	+0,2	+0,7	+1,1	+0,7	-17	-33	-17
1943.	+0,6	-1,0	+0,2	+0,8	-36	-10	-15	+1,4	+0,6	+1,3	+1,3	-62	-42	-29
1944.	-1,2	-1,2	+0,4	0	-9	-39	+5	+0,3	-0,1	+0,7	0	-54	-58	-25
1945.	+1,9	+3,0	+1,2	+1,0	-46	-33	-26	+1,6	+3,6	+2,8	+1,0	-66	-58	-51
1946.	+2,2	+2,7	+2,2	+0,9	-73	-34	-27	+1,9	+1,9	+2,2	+0,8	-46	-50	-35
1947.	+2,5	+1,7	+1,3	+0,6	-39	-23	-31	+2,1	+2,6	+2,1	+1,4	-46	-25	-33

Prosječna karakteristika razdoblja
La caractéristique moyenne des périodes

Jako toplo i suho
Très chaude et sec

L I T E R A T U R A

1. *Altum*, Waldbeschädigung durch Tiere, Berlin 1889.
2. *Arnaud G.*, Quand l'orme dépérit, Cahiers français d'information, Paris 1949.
3. *Атанасовъ-Мартиновъ*, Загиването на бреста, Горски прегледъ, Софија 1932.
4. *Barbey A.*, Die Bostrichiden, Genf-Giessen 1901.
5. *Bodenheimer F.*, Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten, Zeitschr. f. angew. Ent., Bd XVI, Hf. 3, Berlin 1930.
6. *Beck G.*, Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, Leipzig 1901.
7. *Burckhardt*, Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis, 1893.
8. *Dimond A.*, Phytopathology, Vrl. 38, Jan. 1948, Agricultural Chemicals, Febr. 1948.
9. *Dordević P.*, Bolest brestova u šlavonskim šumama, Beograd 1933.
10. *Eckstein*, Die Technik des Forstschutzes gegen Tiere, Berlin 1904.
11. *Eichof*, Die europäischen Borkenkäfer, Berlin 1881.
12. *Eichof*, Über den grossen Ulmen-Splintkäfer, Mündener forstliche Hefte, 1892.
13. *Eidmann*, Zur Kenntnis der Insektenepidemie, Zeitschr. f. angew. Entomologie, Bd. XVIII, Hf. 3, Berlin 1931.
14. *Escherich K.*, Aufgaben der Forstentomologie, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Frankfurt am Main 1924.
15. *Escherich K.*, Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. I i II, Berlin 1914.
16. *Escherich K.*, Erforschung der Waldverderber, Berlin 1936.
17. *Farský O.*, Odumírání jilmů, Dobové spisky čs. matice lesnické, čís. 4; roč IV, Písek 1936.
18. *Frank*, Krankheiten der Pflanzen, Breslau 1880.
19. *Fekete L. u. Blatny T.*, Die Verbreitung der forstlich wichtigen Bäume und Sträucher, I i II, Selmecbanya 1913. i 1914.
20. *Francé*, Das Leben der Pflanze, Bd. VI i VII, Stuttgart 1913.
21. *Friederichs K.*, Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie, Bd. I u. II, Berlin 1930.
22. *Fron G.*, La Maladie de l'orme, Revue des eaux et forets, Paris 1937.
23. *Goidanich G.*, La moria dell'olmo, Roma 1934.
24. *Grebe*, Waldschutz und die Waldpflege, Gotha 1875.
25. *Hank*, Leitfaden zum Selbst-Studium der rationellen-praktischen Forstwirtschaft, Wien 1898.
26. *Hegi G.*, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, München 1906-1931.
27. *Hellman*, Das Klima von Berlin, K. Preuss. Met. Inst., Berlin 1910.
28. *Hempel-Wilhelm*, Die Bäume und Sträucher des Waldes, Wien 1839.
29. *Heyer G.*, Lehrbuch der forstlichen Bodenkunde und Klima, Erlangen 1856.
30. *Horvat I.*, Biljnoscioološka istraživanja šuma u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse, br. 6, Zagreb 1938.
31. *Horvat I.*, Biologija drveća, Šumarski priručnik, Zagreb 1946.
32. *Höhmel*, Über die Transpirationsgrössen der forstlichen Holzgewächse, Mitteilungen des forstlichen Versuchswesen Oesterreichs, Bd. II, Heft 1, Wien 1879.
33. *Judeich-Nietsche*, Lehrbuch der Mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, Wien 1895.
34. *Kalandra-Pfeffer*, Pšispěvek ke studiu graphiosy na jilměch, Písek 1935.
35. *Keller*, Forstzoologischer Excursionsführer, Wien 1898.
36. *Kirwald E.*, Forstliche Wasserhaushaltstechnik, Neudamm 1944.
37. *Kovačević M.*, Temperatura zraka (Zemljopis Hrvatske), Zagreb 1942.
38. *Köppen-Geiger*, Handbuch der Klimatologie, Berlin 1930.
39. *Knoche*, Ueber Borkenkäferbiologie und Borkenkäferverteilung, Forstwissenschaftliches Centralblatt, Berlin 1908.
40. *Läng R.*, Forstliche Standortslehre, Berlin 1926.
41. *Margetić F.*, Oborine (Zemljopis Hrvatske), Zagreb 1942.

42. *Ministarstvo građevina Beograd*, Izvještaj o vodenim talozima 1923–1936.
43. *Mumenthaler E.*, Das Ulmensterben in Bern, Schweizerische Zeitschr. für Forstwesen, Zürich 1947.
44. *Münch E.*, Untersuchungen über Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen, Naturwiss. Zeitschr. für Forst und Landwirtschaft, Stuttgart 1909.
45. *Nördlinger*, Lehrbuch des Forstschutzes, Berlin 1884.
46. *Nüsslin*, Die Generationsfragen bei den Borkenkäfern, Forstwissenschaftliches Centralblatt, Berlin 1904.
47. *Petračić A.*, Zaštita brestovih šuma u vezi sa sušenjem brestovih stabala, Zagreb, Š. L., 1933.
48. *Pilar G.*, Flora Fossilis Suredana, Opera Acad. Scient. et Art., Zagreb 1883.
49. *Purkyne*, Ueber die Wald und Wasserfrage, Monatsschrift für Forstwesen, Bd. XXVII, Wien 1877.
50. *Purte J.*, Les Repeuplements Artificiels (Veštačka pošumljavanja). – Prijevod ing. Lj. Markovića i ing. M. Markovića, Beograd 1948.
51. *Ratzeburg J. T. Ch.*, Die Forstinsekten, Berlin 1839.
52. * Руководящие указания по лесозащите, Част II, Министерство лесного хозяйства СССР, Москва – Ленинград 1947.
53. *Schucht F.*, Grundzüge der Bodenkunde, Berlin 1930.
54. *Sorauer P.*, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. I, Berlin 1909.
55. *Spessivtseff P.*, Bidrag till kännendomen om splintborrnarnas näringsgang., Meddelanden Statens Skogsforsöksanstalt, Häfte 18, Stockholm 1921.
56. * Statistički izvještaji o sušenju brijestova šumskih gospodarstava i kmo Hrvatske i izvještaji iz nr Bosne i Hercegovine, nr Crne Gore i nr Makedonije.
57. *Škorić U.*, Holandska bolest brijestova, Naš Vrt, Zagreb 1935.
58. *Škorić U.*, Holandska bolest brijestova, Sumarski list, Zagreb 1943.
59. *Schindler*, Krankheiten und Feinde der Ulme, Vereinschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde, Prag 1861.
60. *Schwerdtfeger*, Waldkrankheiten, Berlin 1944.
61. *Škreb-Letnik*, Klimatski značaj i klimatska razdioba Hrvatske (Zemljopis Hrvatske), Zagreb 1942.
62. *Uajda Z.*, Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje hrastovih posavskih i donjopodravskih nizinskih šuma, Institut za šum. istraživanja, Zagreb 1948.
63. *Ванин*, Лесная фитопатология, Ленинград 1938.
64. *Wagner A.*, Klimaänderungen und Klimaschwankungen. Braunschweig 1940.
65. *Walter M.-Mayl-Collins C. W.*, Dutch Elm Disease and Its Control, United States Departement of Agriculture, Circular No. 677, Washington D. C. 1943.

R É S U M É

Dans ce traité l'auteur a pu établir la cause primaire et l'origine d'épidémie du dépérissement des ormes, devenu aux dernières décades de ce siècle en Europe et Amérique phénomène caractéristique d'une importance très grave. Les économies forestières des différents pays ont subi par suite de ce phénomène des pertes énormes. En Croatie, pa exemple, c'est à peu pres 6,000.000 d'ormes qui ont péri, avec une masse de 2,000.000 m³ de bois. Pour expliquer le phénomène, l'auteur prend en considération outre le rôle des facteurs directs de l'épidémie, aussi les facteurs climatiques, qui exercent une influence continue et forte sur les ormes ainsi que sur les parasites causant leur dépérissement.

Un fort dépérissement des ormes a été remarqué en Europe occidentale pendant la période de 3^{ème} jusqu'à 7^{ème} décade du siècle passé. Jusqu'à la fin de la 2^{ème} décade de notre siècle le phénomène a disparu presque entièrement, mais dans la 3^{ème} décade il s'est transformé en épidémie générale, ayant pour conséquence un dépérissement continu des ormes. Pour constater le rôle des facteurs climatiques dans le procès du dépérissement des ormes, l'auteur a comparé le caractère climatique des mois de printemps et d'été pendant la durée de l'épidémie avec le commencement de l'épidémie. Il a pris pour critérium les déviations du facteur pluvial de Lang $\left(\frac{P}{T}\right)$ de la moyenne, calculée par les

stations météorologiques de Zagreb, Osijek et Slavonski Brod pour trois mois de printemps (III-V) et pour trois mois d'été (VI-VIII). Les déviations sont exprimées en ‰. L'auteur a fixé les déviations de ce facteur de la moyenne, mentionné pour chaque année séparément, et en dehors de cela, les valeurs moyennes de température pour ces périodes. Les mêmes indications sont mentionnées en particulier pour le mois de mai. Par cela il était possible d'obtenir des indications sur l'humidité et la sécheresse des mois de printemps et d'été mentionnés. D'après ces indications l'auteur constate qu'entre 1872 et 1903 prévalait un climat froid et humide.

La période entre 1904 et 1915 avait un caractère transitoire, c. à d. les années entre 1904 et 1908 étaient en majeure partie chaudes et sèches, tandis que les années entre 1909 et 1915 étaient, pour la plupart, froides et humides. La période entre 1916 et 1947, dans laquelle le dépérissement épidémique des ormes s'est manifesté, est caractérisée en majeure partie par des mois de printemps et d'été chauds et secs. En comparant la période de 32 années froides et humides (1872-1903) avec la période de 32 années chaudes et sèches (1916-1947) l'auteur constate des différences très sensibles. De l'ensemble de 32 années de la période froide, 9 années avaient une température au dessus de la moyenne, tandis que dans la période chaude de 32 années il y avait 20 années dont la température surpassait la moyenne. Dans la première période il n'avait que 5 années au printemps chaud et sec, dans la seconde 15 années avaient un tel printemps. A l'égard des mois d'été on pouvait observer le phénomène pareil. La différence entre les caractères des deux périodes est bien appréciable du fait, que pendant la période de 1872-1903 dans aucune année les trois mois de printemps (III-V) et d'été (V-VIII) n'avaient un caractère chaud et sec, tandis que pendant la période entre 1916-1947 - 13 années avaient un tel caractère.

Dans la période de 32 ans, ce n'est qu'au cours de 8 années que la température du mois de mai surpassait la moyenne (18,3^o C) tandis que pendant la période sèche et chaude de même

durée, la température dans 19 années surpassait la moyenne. Les différences encore plus marquées se manifestaient dans la déviation au-dessus de la moyenne d'été (20,8° C). Pendant la période froide il n'y avait que 8 déviations au-dessus de la moyenne, pendant la période chaude, par contre, il en avait 22.

D'après une étude détaillée de l'influence des circonstances climatiques sur l'orme et sur ses insectes nuisibles spécifiques, et d'après l'analyse de l'activité réciproque de tous ces facteurs, l'auteur tire à la base des résultats des investigations) les conclusions suivantes:

1. Les circonstances climatiques caractérisées par une répétition fréquente de longues suites d'années aux périodes de printemps et d'été extrêmement sèches et chaudes commençaient dans les régions basses de la Croatie entre 1904 et 1908. Ces circonstances se sont stabilisées après 1916. Les années aux mois de printemps et d'été très secs devenaient plus fréquentes.

2. Telles circonstances climatiques ont nécessairement influencé la végétation des différentes espèces des arbres, ainsi que la balance biologique dans certaines biocénoses forestières. Elles influençaient profondément la relation entre l'orme, sa cerne et son champignon parasitique, *Ceratostomella ulmi*.

3. La stabilisation de telles circonstances causait le dessèchement durable du sol, la baisse de l'eau souterraine et une transpiration plus forte et par conséquent provoquait un abaissement d'eau et l'augmentation de l'air dans les caisses d'eau des arbres. Ce phénomène s'est manifesté tout d'abord chez les espèces d'arbres situées dans les vallées et le long de fleuves et ruisseaux, accoutumées à une quantité d'eau suffisante. Cela était surtout le cas des ormes. L'augmentation de la quantité d'air dans les cernes extérieures causait un affaiblissement de la force de résistance de ces arbres contre l'invasion des champignons parasitiques, ayant besoin d'oxygène pour leur propagation et l'extension sur les arbres. Parmi ces champignons citons la *Ceratostomacea* (Münch, 44).

4. Une répétition fréquente des températures hautes, au dessus de 16° C au mois de mai, les suites des étés chauds et secs ont favorisé la propagation et l'extension d'insectes nuisibles de l'orme de telle manière que, par ex. le grand bostryche (*Scolytus scolytus*) pouvait procréer 3 à 4 et le petit 2 générations au cours d'une année. Dans ces circonstances, fréquemment au cours d'un été, des bostryches se propageaient en quantités énormes. Les bostryches, comme attaquants primaires, effectuaient des blessures sur les jeunes rameaux des ormes, et les infectaient par les spores de *Ceratostomella ulmi*.

5. Puisque la *Ceratostomella ulmi* appartient aux groupes des champignons parasitiques, incapables de se faire passage autrement que par les blessures faites aux cellules extérieures, les ormes,

dont les vaisseaux d'eau à la suite des blessures par bostryches avaient une quantité d'air augmentée, ont perdu leur immunité par rapport à l'attaque de ce parasite.

6. Le mycélium du champignon a percé facilement dans les rameaux affaiblis et infectés par les spores, et, y trouvant des conditions favorables à l'extension, s'est propagé rapidement en provoquant le dessèchement des rameaux et des feuilles. Ces arbres malades, dont la circulation de sève était bouleversée, supportaient une seconde attaque des bostryches, qui dans ces troncs avaient trouvé une place favorable à y pondre et propager la nouvelle génération. Par de nouvelles blessures et le percement des passages principaux dans les rameaux plus fortes et dans le tronc, l'arbre a été de nouveau infecté par les spores du champignon, lequel, en perçant dans le système de trachées de la cerne la plus jeune, causait le dessèchement des feuilles, en grande partie, des rameaux, et, enfin, des cimes entières.

Dans le cas d'une attaque primaire plus faible, et de l'infection des rameaux particulières, les arbres âgés vivaient encore 5 à 10 ans et davantage. Cela est visible du fait, que, si l'on coupe un rameau, gros ou mince (et parfois le tronc), on trouve régulièrement deux ou, quelquefois, trois cernes pleines de points gris; les cernes sont séparées entre elles par des cernes non infectés, et cela signifie que l'insecte et le champignon n'ont pas réussi à vaincre l'arbre par une seule attaque.

La répétition continue et la durée suffisamment longue des conditions climatiques favorables rendaient aux attaquants la possibilité d'attaquer à plusieurs reprises des arbres relativement résistants — ces arbres devaient succomber plus tard. Si l'on prend en considération le début de l'action des conditions climatiques défavorables, on s'aperçoit que le procès entier du dépérissement des ormes dure plusieurs années — cela surtout chez les arbres âgés. Par contre, si les jeunes arbres, affaiblis par une forte attaque primaire et par une infection, subissent en des conditions oecologiques défavorables une attaque secondaire du bostryche, les arbres attaqués dépériront en 2 ou 3 années.

7. Les ormes infectés par les champignons parasitiques et par les bostryches deviennent aux périodes sèches et chaudes de printemps et d'été, des foyers et sources des infections nouvelles. Les premiers foyers assez grands, desquels l'infection s'est propagée, se développaient ordinairement sur les effectifs d'orme aux terrains dont l'humidité de sol était changée d'une manière brusque et rapide par les suites des périodes de sécheresse. Ces effectifs ne se trouvaient, on peut dire, qu'aux régions basses, le long des fleuves et ruisseaux. L'épidémie s'est dispersait de ces foyers dans toutes les directions, et passait ensuite aux terrains situés plus haut.

tion qui se passe dans la nature. Sûrement, il y a des différences, plus ou moins grandes, puisque les facteurs, prenant part dans le procès par le commencement de leur activité, par leur intensité, diffèrent l'un de l'autre. Les variations de ce phénomène étaient conditionnées par les circonstances climatiques locales, par un change, plus ou moins rapide, de l'humidité du sol, par le passage, plus ou moins rapide, de l'air dans les tuyaux d'eau des arbres, par les caractères de l'espèce en question et les variations de son organisation interne, par l'affaiblissement de la force de résistance, par suite des terrains devenus marécageux etc.

Le procès exposé du dépérissement des ormes n'a rapport qu'à la naissance et l'extension de l'épidémie. L'auteur considère la stabilisation des conditions climatiques défavorables comme cause primaire de l'épidémie; l'activité du champignon parasitaire *Ceratostomella ulmi* comme cause directe; les espèces *Eccoptogaster* ont un rôle décisif intermédiaire: elles transmettent l'épidémie.

A la base des renseignements disponibles et des résultats des investigations effectuées jusqu'à présent, l'auteur ne considère pas, que l'extension du champignon parasitaire *Ceratostomella ulmi* de l'Asie orientale en Hollande – soit la cause du dépérissement épidémique de l'orme; et que le champignon parasitaire s'ait ensuite propagé à travers le reste de l'Europe – comme cela est souvent assuré par des experts. D'après les descriptions de la forme extérieure des ormes malades, provenant de la première moitié du XIX^{me} siècle, ainsi d'après les autres renseignements disponibles climatiques et littéraires de cet époque (Ratzeburg, Denson etc.), l'auteur pense, que le dépérissement de l'orme était causé par les facteurs, qui sont restés les mêmes; la seule différence qui existe, c'est que le dépérissement ne pouvait évoluer en épidémie générale dans toute l'Europe, puisque les conditions climatiques défavorables ne s'étaient pas encore stabilisées, comme pendant la période récente.

Lorsqu'il n'était pas possible de trouver un moyen efficace pour protéger les effectifs des ormes restés, l'auteur recommande de remplacer au plus tôt les effectifs dépéris par la plantation des espèces résistantes (des ormes ou d'autres), le mieux capables de s'adapter aux conditions oecologiques actuelles.

L'auteur espère, que les ormes ne disparaîtront entièrement aux régions basses, puisque dans les cas d'un changement durable des conditions climatique actuelles, les générations dépéries seront substituées par les gros effectifs actuels de jeunes ormes.

Ing. ZDENKO TOMAŠEGOVIĆ, Zagreb

NOVI PRILOG RJEŠAVANJU DIREKTNOG
ODREĐIVANJA KOORDINATNIH RAZLIKA
U POLIGONSKIM VLAKOVIMA

(MEHANIČKO RJEŠENJE PROBLEMA)

WEITERER BEITRAG ZUR DIREKTEN
BESTIMMUNG VON KOOORDINATEN-
UNTERSCHIEDEN IN POLYGONZÜGEN

(MECHANISCHER TEIL)

U radnji *Postoji li mogućnost direktnog određivanja koordinatnih razlika u poligonskim vlakovima* objavljenoj u *Glasniku za šumske pokuse br. 9* prikazan je teoretski put k rješenju postavljenog problema. Automatsko određivanje koordinatnih razlika bilo bi prema tim izvodima omogućeno primjenom dvaju sistema staklenih klinova: jednog sistema, koji bi se sastojao od 4 t. zv. sinusna klina (*sin*-klina) i služio za direktno određivanje ordinatnih razlika Δy i jednog sistema, koji bi se sastojao od 4 t. zv. kosinusna klina (*cos*-klina) i služio bi za direktno određivanje apscisnih razlika Δx . To direktno određivanje pretpostavlja zakretanje klinova u točno određenom smislu, a ti iznosi zaokreta predstavljali bi zbrojeve, odnosno razlike apsolutnih iznosa rotacije alhidade oko vertikalne osi instrumenta i rotacije durbina oko horizontalne okretne osi. Drugim riječima, odklon zrake svjetla kroz sistem staklenih klinova bio bi funkcija kako kutova smjera tako i nagiba pojedinih vizura.

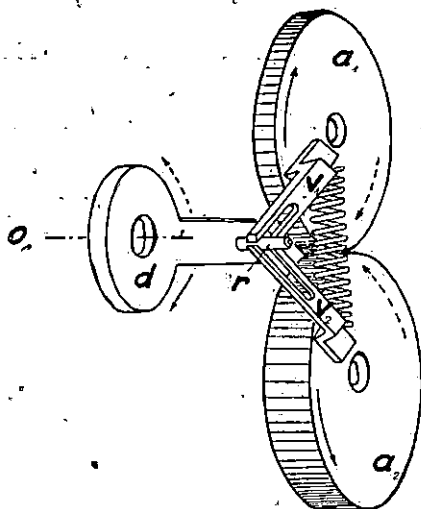
Tako zamišljeni instrumenat omogućio bi pomoću horizontalno postavljene, prikladno konstruirane daljinomjerne letve ne samo određivanje koordinatnih razlika nego uz određene okolnosti, i direktno određivanje horizontalne projekcije dužina. Prenosi li se

naime na klinove samo rotacija durbina oko njegove horizontalne okretne osi, i isključujući prijenos rotacije alhidade, a uz upotrebu samo \cos -klinova, dobiva se mogućnost, da se odredi horizontalna projekcija dužina. To znači, da bi takav instrument sadržavao u sebi i autoredukциони tahimetar sličan Bosshardt Zeissovu Redti.

No kako god se teoretski izvodi činili jednostavni i jasni, nužno se nametalo još jedno pitanje: kako mehanički ostvariti postavljene zahtjeve o prijenosu rotacija na klinove?

U ovoj radnji izloženo mehaničko rješenje postavljenog problema rezultat je moje suradnje sa ZVONIMIROM TOMAŠEVIĆEM, koji je riješio teškoće mehaničkog dijela problema.

Odgovarajuće rotacije alhidade i durbina prenose se na klinove pomoću naročito izrađenih preciznih zupčanika. Prva teškoća,



Sl. 1

koju je trebalo svladati, sastojala se u tome, da se na klinove prenese kretanje durbina iz horizontalnog položaja u smislu elevacije i u smislu depresije kao rotacija istog predznaka t. j. da klinovi i u slučaju depresijskih i u slučaju elevacijskih kutova rotiraju u istom smislu. Taj je problem riješen na ovaj način:

Zamislimo krnji disk d (sl. 1), koji se može okretati oko neke horizontalne osi o_1 . Sa svojim rukavcem r_1 disk zadire u viljuške v_1 , odnosno v_2 , koje su čvrsto spojene sa zupčanicima a_1 i a_2 te u nultom položaju stoje među sobom pod određenim kutom. Pritom je zupčanik a_2 širi od zupčanika a_1 . To je potrebno iz konstruktivnih razloga. Osovine su naime zupčanika a_1 i a_2 s obzirom na mehaničke potrebe jednako udaljene od osi o_1 . Zupčanik a_2 je radni, t. j. on prenosi rotaciju na dalji sistem, koji pokreće staklene

klinove. Osim toga on je vezan i sa zupčanikom a_1 . Zupčanik b_3 (sl. 4) prima radnju od zupčanika a_2 ; on leži u osi o_1 te bi svojom periferijom zahvatio u oba zupčanika a_1 i a_2 , kad bi oni bili jednako široki. Zupčanici a_1 i a_2 među sobom se zahvaćaju tako, da je time omogućeno kretanje radnog zupčanika a_2 uvijek u istom smjeru, bilo da se disk s rukavcem diže iz horizontale na više, bilo da se spušta iz horizontale na niže. Pokrenemo li naime disk na niže, zupčanik a_2 krenut će također na niže (vidi puno crtane strelice u sl. 1). Pritom se zupčanik a_1 okreće u suprotnom smjeru. Vratimo sada disk u horizontalu i pokrenimo ga iz horizontale na više (crtkane strelice). Sada on zahvaća u viljušku v_1 i pokreće zupčanik a_1 u smjeru crtane strelice. Kako je spomenuto, zupčanik a_1 vezan zupcima sa a_2 pokreće ga u željenom smjeru (crtkana strelica).

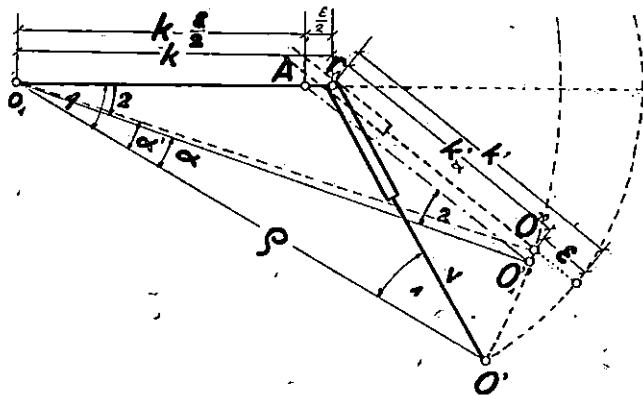
Relativno je svejedno, da li okrećemo disk oko osi o_1 i time pokrećemo zupčanike (a_1 i a_2) ili okrećemo *sistem* zupčanika (a_1 i a_2) oko osi o_1 . Pritom treba uzeti u obzir, da su osovine zupčanika a_1 i a_2 montirane na zajedničkom postolju (kućište), koje imade također svoju os rotacije u osi o_1 . Iz konstruktivnih je razloga uzeto, da disk miruje, a sistem (a_1 i a_2) da zajednički rotira oko o_1 . Ta je rotacija u vezi s kretanjem turbina, koje i izaziva tu rotaciju. Prema izloženom se dakle vidi, da je na opisan način postignuta svrha, za kojom se išlo, naime da se dobiva uvijek rotacija istoga smjera bez obzira, dali se radi o elevaciji ili depresiji.

Zupčanici a_1 odnosno a_2 mogu rotirati za oko 40° od horizontalnog položaja u oba smjera. Da bi se uklonila mogućnost mrtvog hoda među zupčanicima a_1 i a_2 s jedne strane i između viljušaka v_1 i v_2 te rukavca s druge strane, zapeti su zupčanici a_1 i a_2 među sobom perom p , koje ih svojom elastičnošću drži čvrsto sapete (sl. 1). Rukavac r_1 pri vršenju prije opisane radnje mora kliziti po prerezu viljuške v_1 , odnosno v_2 . Potrebno je, da su rukavac i preoz među sobom precizno prilagođeni, a da se izbjegnē preveliko trenje, obaviti je rukavac valjkastom košuljicom, koja može oko njega rotirati.

Kako je već rečeno, kućište sa staklenim klinovima rotira oko osi o_1 (sl. 2). Pritom točka O' u osi zupčanika a_2 opisuje luk kružnice polumjera ρ sa središtem u osi o_1 . Viljuška v pri toj rotaciji zadire sve dublje preko nepomičnog rukavca r_1 , zbog čega se nužno smanjuje krak k' , dok krak k ostaje isti. Oba kraka (k i k') mogla bi biti jednaka po dužini samo u početnom položaju t. j. kad bi vizurni pravac bio horizontalan ($o_1 r_1$ horizontalno). Postepenom smanjivanju kraka k' (na iznose k'_0) bila bi posljedica nejednoliko gibanje t. j. za iste pomake turbina u vertikalnom smislu, pri različitim nagibima (turbina) imali bismo različite veličine zaokreta zupčanika a_1 i a_2 , pa prema tome i različite

zaokrete staklenih klinova. Za jednoliko gibanje potrebno je dakle imati iste krakove $k = k'_a$.

Podignemo li (ili spustimo) durbin iz horizontalnog položaja za neki kut α' (vidi sl. 2,) a uz uvjet $k = k'_a$, onda bi se točka O' trebala kretati po periferiji kružnice polumjera k' sa središtem u r_1 . To bi bilo moguće samo onda, kad bi kućište zajedno sa O' rotiralo oko r_1 kao središta rotacije, a ne oko osi o_1 . Točka O' nakon rotacije za kut α' oko osi o_1 past će u točku O'' , koja leži na periferiji kružnice polumjera ϱ sa središtem u o_1 . Ali time je krak k' postao kraći za iznos $\varepsilon = k' - k'_a$.



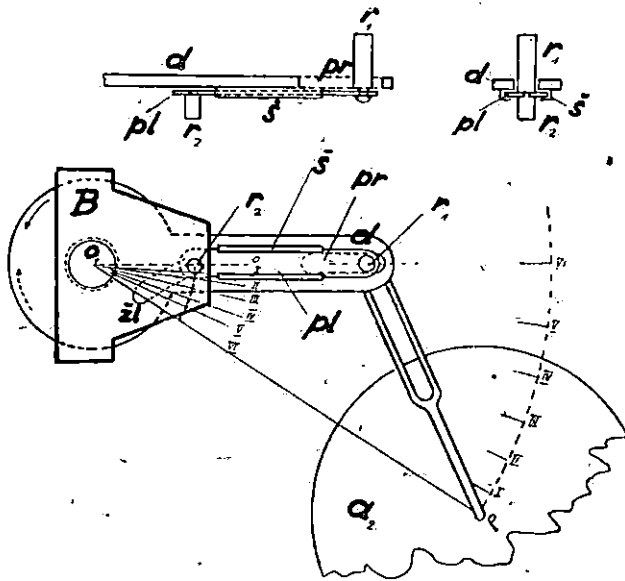
Sl. 2

Da bismo ipak postigli jednoliko gibanje zupčanika a_1 i a_2 s obzirom na kretanje durbina), pa prema tome i staklenih klinova, treba ukloniti nejednakost krakova ($k' \neq k'_a$) vodeći računa o tome, da nakon rotacije kućišta oko o_1 točka O' treba pasti na periferiju kružnice polumjera ϱ . To je moguće ostvariti na taj način, da se krak k'_a , koji je postao za ε kraći nakon pomaka durbina u vertikalnom smislu poveća za iznos $\frac{\varepsilon}{2}$, a istodobno da se k smanji za $\frac{\varepsilon}{2}$ tako, da postane $k = k'_a$ u svakom položaju durbina.

Nanesimo $\frac{\varepsilon}{2}$ na pravcu $\overline{o_1 r_1}$ ulijevo od r_1 (vidi sl. 2). Krak k smanjio se na iznos $k - \frac{\varepsilon}{2}$. Oko tako nastale točke A opišimo luk kružnice polumjera $k - \frac{\varepsilon}{2}$. Ta kružnica siječe prvotnu

kružnicu opisanu oko o_1 s polumjerom ϱ u točki O_1'' . Krak $\overline{AO_1''}$ jednak je sada pogonskom kraku $\left(k - \frac{\varepsilon}{2}\right)$, približno paralelno pomaknut iz točke O'' u točku O_1'' . Taj proces treba izvesti za svaki kut, koji kod dizanja ili spuštanja durбина dolazi u obzir.

Ako je dakle viljuška v dovedena u položaj AO_1'' , bit će kut zaokreta zupčanika a_2 ($\rightarrow 1$, $\leftarrow 2$) jednak kutu elevacije (depresije) α t. j. zupčanik a_2 rotirat će za onaj isti kut, za koji se digao ili spustio durbin iz svog horizontalnog položaja.



Sl. 3

Sl. 3. pokazuje, kako se mehanički može izvršiti izjednačenje krakova (k i k'_a). Pomoćni rukavač r_2 (sl. 3.) vezan je pločicom pl s rukavcem r_1 . Pločica pl s rukavcima r_1 i r_2 može se pomicati horizontalno lijevo desno po šinjama vodilicama s .^{*} Na postolju B nalazi se žlijeb $žl$. U taj žlijeb zadire rukavač r_2 . B se kod dizanja ili spuštanja durбина okreće zajedno s kućištem oko osi o_1 . Pritom rukavač r_2 pod utjecajem kretanja postolja B a s njime i žlijeba putuje uljevo (udesno). Time on pomiče i pločicu pl s rukavcem r_1 te osigurava jednakost krakova $\left(k - \frac{\varepsilon}{2}\right)$ i k'_a , kako je to naprijed izloženo.

^{*} rukavač r_1 se pritom pomiče po pravcu pr .

Kakav oblik treba imati žlijeb, da se ostvari jednakost krakova, dakle i jednoliko gibanje durbina i zupčanika a_1 i a_2 ? Kako se iz sl. 2 vidi, svakom kutu elevacije (depresije) α odgovara određen ε , odnosno $\frac{\varepsilon}{2}$. Može se dakle pisati

$$\frac{\varepsilon}{2} = f(\alpha).$$

U sl. 2 pokazano je grafičko određivanje elementa $\frac{\varepsilon}{2}$. Nadje li se tim postupkom $\frac{\varepsilon}{2}$ za razne kutove α (*I, II, III, ...*) pa se nanese na pravcu $\overline{o_1 r_1}$ ulijevo od r_1 ili, što je isto, ulijevo od r_2 dobit će se potrebni podaci za konstrukciju oblika žlijeba \mathcal{Z} . U sl. 3 povučeni su odgovarajući krakovi kutova *I, II, III, ...* iz točke o_1 ispod pravca $\overline{o_1 r_1}$. Zatim su na te krakove redom nanesene pripadne veličine $\overline{o_1 r_2} - \frac{\varepsilon}{2}$. Spoje li se tako nastale točke neprekinutom krivuljom, dobiva se traženi oblik žljebića, koji će pri kretanju postolja B zajedno s kućištem, odnosno i durbinom odmicati rukavac r_2 i pločicu za tražene iznose.

Drugi, s obzirom na $o_1 r_2$ simetrično smješteni žlijeb služio bi u iste svrhe kao i prvi, t. j. kod kretanja durbina iz horizontalnog položaja u obratnom smislu nego li je to bilo u naprijed opisanom postupku (vidi crtkanu strelicu u sl. 3.).

Prema onome, što je prije opisano, rotacija zupčanika a_2 prenosi se (sl. 4.) na zupčani sistem (b_1, b_2, b_3). Obrazloženje, zašto se taj sistem sastoji od tri zupčanika, donijet će se u kasnijem tumačenju. Zasada ga smatrajmo jednom cjelinom.

Zupčani sistem (b_1, b_2, b_3) zahvaća u četiri satelitna zupčanika s_1, s_2 , koji su u vezi sa *sin*-klinovima $1', 2', 3'$ i $4'$, pa ih pokreću, i u zupčanike s_3 i s_4 , koji su u vezi sa *cos*-klinovima $1, 2, 3, 4$. (satelit s_4 se na sl. 4 ne vidi).

Pretpostavimo, da je zupčanik a_2 zbog pokreta durbina rotirao u smjeru strelice (sl. 4); on će pokrenuti sistem (b_1, b_2, b_3), a taj će preko satelita pokrenuti staklene klinove (vidi puno iscertane strelice). Jednostavnosti radi prikazan je u sl. 4 samo po jedan par klinova. Usporedi sa sl. 9b i 7a radnje spomenute u uvodu.

Zupčanici su međusobom tako dimenzionirani, da se nagib durbina prenosi u apsolutnom iznosu na staklene klinove (ti odnosi nisu prikazani u priloženim slikama). Ovdje se može spomenuti zbog kasnijeg izlaganja, da je par satelita s_1 i s_3 montiran na produženim osovinama. Na suprotnom su kraju čvrsto spojeni sa zupčanikom c_1 , odnosno c_2 , dok je par s_2 i s_4 također montiran

nici, među sobom tako dimenzionirani, da se pokreti alhidade prenose u apsolutnom iznosu na staklene klinove.

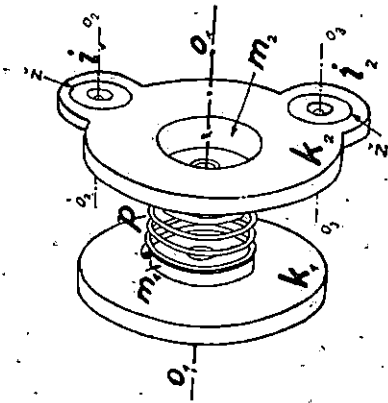
Kako se iz dosadašnjeg razlaganja razabira, par satelita s_1, s_2 s jedne strane, a par s_3, s_4 s druge strane prenose rotaciju na staklene klinove jedamput paralelno, t. j. sva četiri satelita rotiraju u istom smjeru (prijenos kretanja durbina), a drugi put ti isti sateliti moraju rotirati unutar spomenutih parova među sobom u suprotnom smjeru (prijenos kretanja alhidade).

Cini se na prvi pogled, da je to nemoguće, ako se uzme u obzir, da su sateliti $s_1 \dots s_4$ s jedne strane u čvrstoj vezi sa sistemom (b_1, b_2, b_3) i moraju vršiti paralelnu radnju, a istovremeno su preko svojih produženih osovinā i zupčanika $c_1 \dots c_6$ među sobom čvrsto spojeni odnosno povezani sa zupčanikom g . Osim toga sa zupčanika g primljenu rotaciju treba prenijeti po parovima s_1 i s_2 , te s_3 i s_4 u među sobom u protivnom smjeru, a to bi zapravo prema dosadašnjem opisu dovelo do kolizije. I zaista, ako se sistem (b_1, b_2, b_3) pa sistem (c_2, c_3, f_1) i (c_5, c_6, f_2) smatraju kao jedinstvene cjeline, problem ne bi bio riješen. No baš zato, da ne dođe do kolizije kod prijenosa rotacije unutar prividno zatvorenog kruga zupčanika, sistem (b_1, b_2, b_3) u stvari je rascijepljen na tri nezavisna dijela b_1, b_2 i b_3 . Analogno je to učinjeno i u sistemima (c_2, c_3, f_1) i (c_5, c_6, f_2) . Ti parcijalni zupčanici rotiraju oko svojih osovinā ili slobodno svaki za sebe ili kao sistem zajedno, već prema potrebi, kako će se to dalje razložiti.

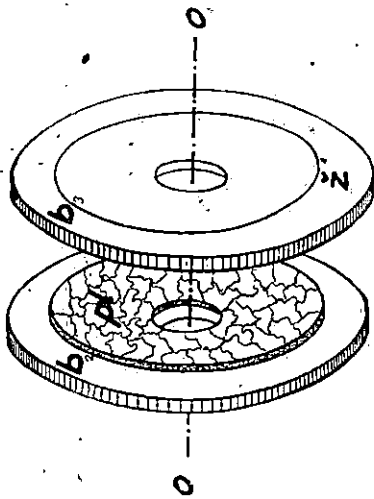
Da bi se stavila u pogon grupa b , odnosno c kao jedna cjelina, pribjegli se sistemū *friksijske spojnice* (kuplunga sl. 6.). Radi toga su zupčanici b_1, b_2 te c_2 i c_3 obloženi s desne strane (s obzirom na sl. 4.) slojem nekog materijala s velikim koeficijentom trenja, na pr. gume, pluta ili tome sl. (pl u sl. 5.). Zupčanici b_1, b_3 , te c_2 i c_3 imaju osim toga na vanjskim stranama urezane žljebove z (šematski prikazano u sl. 5), u kojima su smještene kuglice kugličnog ležaja, kako se to vidi i iz poprečnog presjeka u sl. 10.

U sistemima b i c vrše potrebnu frikciju lamela k_1 i k_2 (sl. 6), koje omogućuju rotaciju sistema b ili c kao cjeline uz pomoć pera p , što se nalazi između tih lamela. One imaju identičnu obrtanja sa sistemom b . Kružni nastavci i_1 te i_2 nalaze se na osovinama o_2 odnosno o_3 (sl. 6 i 4). Na svojoj desnoj strani (s obzirom na sl. 4) ti kružni nastavci imaju urezane žljebove, u kojima se nalaze kuglice kugličnog ležaja.

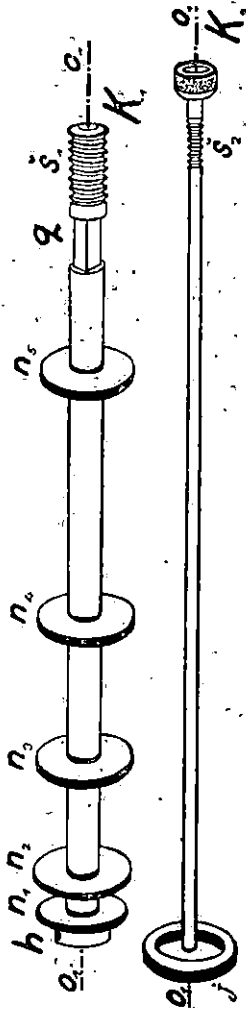
Centrično u osi o_1 nalazi se kočnica K_1 (sl. 7), koja nosi kolutasto ležište h diska d i kolute $n_1 \dots n_5$. Na svom krajnjem desnom dijelu (s obzirom na sl. 7.) kočnica K_1 nosi navoje s_1 i vratilo q kvadrastog presjeka. Koluti n_3 i n_4 smješteni su u udubljenju m_1 i m_2 lamela k_1 i k_2 (sl. 6). Pero p (sl. 6) konstruirano je tako, da u t. zv. »neutralnom položaju« kočnice K_1 preko lamela k_1 i k_2 djeluje na kolute n_3 i n_4 jednakom tlačnom silom. Još važnije je ovdje spomenuti, da pero p mora biti tako dimenzionirano, da



SI. 6



SI. 5



SI. 7

u neutralnom položaju kočnice svojim pritiskom preko lamela k_1 i k_2 vrši frikcijsko spajanje sistema (b_1, b_2, b_3) i (c_2, c_3, f_1), odnosno (c_5, c_6, f_2) svakoga zasebno u jednu radnu cjelinu. U takvom stanju zupčanici $c_1 \dots c_3$ preko zupčanika g , zatim $c_4 \dots c_6$ preko svojih osovina na satelitima s_3 i s_4 te zupčanici $b_1 \dots b_3, s_1$ i s_2 natrag preko svojih osovina na $c_1 \dots c_3$ čine jedan mehanički zatvoreni krug. Taj se u naprijed opisanom neutralnom položaju protivi bilo kakvom pokretu alhidade ili durbina. To je stanje iskorišteno kao način kočenja instrumenta.

Prijeđimo na konkretan prikaz djelovanja zupčanika na staklene klinove. Na točki, koju želimo odrediti, nalazi se horizontalna letva, kakva je opisana u već spomenutoj radnji. Kod viziranja treba najprije otkočiti glavnu kočnicu K_3 (sl. 10), kojom je zakočen i durbin i alhidada. Kočnica K_3 služi kao nadopuna i osiguranje naprijed opisanog načina kočenja (stavljanjem kočnice u neutralan položaj). Posebna kočnica za durbin, a posebna za alhidadu, kako je to inače uobičajeno kod dosadašnjih instrumenata, na taj su način sjedinjene u jednoj glavnoj kočnici.

Želimo li na pr. pri viziranju pokrenuti najprije alhidadu prema cilju, treba vijak w koji se slobodno, beskonačno okreće u svojem ležištu t (sl. 10), okrenuti udesno. Kod izvedbe instrumenta vijak w bi radi mehaničkog odvijanja poslova nosio tri oznake U, N i A . Kad se oznaka U stavi uz posebno namješteni indeks, omogućeno je kretanje samo durbina i prijenos toga kretanja na klinove; N naznačuje neutralan položaj, o kom je već prije bilo govora; a položaj na A znači mogućnost kretanja samo alhidade i prijenos te rotacije na staklene klinove.

Zbog spomenutog pokreta vijka w udesno (A) uvući će se kočnica K_1 (sl. 7) u vijak w . Time će n_3 preko udubljenja m_1 (sl. 6) odmaknuti lamelu k_1 frikcijske spojnice za toliko, koliko je potrebno, da se poništi frikcija između zupčanika b_1, b_2, b_3 . Istovremeno, zbog pomaka kočnice K_1 udesno, djeluje kolot n_2 , koji čvrsto pritegne preko ležaja B kućište D s nosačem C (sl. 10). Na taj je način onemogućeno kretanje durbina. Kružni nastavci i_2 i i_1 lamele k_2 (sl. 6) vršili su već i prije toga pritisak na sisteme c , u kojima je zbog toga postojala frikcija dovoljna za vršenje potrebnog rada. Taj se pritisak sada još nešto povećao.

Kretanjem alhidade prenosi se rotacija na staklene klinove na već opisan način ($l, e_1, e_2, g \dots$ i t. d.). Pri tome sateliti $s_1 \dots s_4$ rotirajući pokreću usput i zupčanike b_1 i b_2 (i to s_1 i s_3 zupčanik b_2 , a s_2 i s_4 zupčanik b_1 , dok b_3 ne rotira, jer je čvrsto vezan sa a_2), koji se sada zbog izvršenog rastavljanja u tri dijela – kako je to već spomenuto – pokreću u prazno. Iz toga se sada može razumjeti, zašto je sistem b trebalo razbiti u tri dijela.

Tim postupkom izvršeno je grubo viziranje prema željenom cilju, i to u azimutalnom smislu. Kad je to izvršeno, prelazi se na vertikalno pokretanje durbina prema cilju. Za to treba po-

krenuti vijak w tako, da oznakom \mathcal{U} dođe uz indeks. Pri tom pokretu vijka izvlači se kočnica K_1 iz vijka w krećući se od desna na lijevo, dolazi do neutralnog položaja, prelazi ga i kreće dalje u lijevo. Istovremeno kolut n_2 , koji je prije izvršio pritezanje kućišta uz nosač i time zakočio durbin, sada oslobađa kućište i omogućuje kretanje durbina. Kolut n_3 (sl. 7 i 9) stisnuo je sada zupčanik c_2 (sl. 4) uz prstenasto izbočenje C_p (sl. 10). To znači, da je onemogućeno kretanje alhidade. Kolut n_4 svojim pomakom u lijevo odmaknuo je lamelu k_2 i kružne nastavke i_1 i i_2 od sistema c . Spojnica k_1 izvršila je potreban pritisak na sistem b već u neutralnom položaju, kako je to prije bilo opisano. Daljim već spomenutim pomicanjem kočnice K_1 ulijevo taj se pritisak još za nešto povećao.

Kretanjem durbina u smislu elevacije ili depresije pokreće se cijelo kućište D (sl. 10) oko osi $o_1 - o_1$ u svom ležištu C_p . Disk d , koji je u svom ležištu h (sl. 7) čvrsto zakočen, leži u istoj osovini $o_1 - o_1$. Čvrst i nepomičan položaj ležišta h i u vezi s time diska d uvjetovan je postojanjem kvadratastog vratila q (sl. 7). Ono počiva u ležištu istoga profila na nosaču C (sl. 10).

Zupčanci a_1 i a_2 (sl. 1) svojim su osovinama pričvršćeni na kućište D . Oni se mogu slobodno okretati oko tih osovina. Pri kretanju durbina oni zahvaćaju vilicama v_1 i v_2 u rukavac r_1 diska d i rotiraju, kako je to već prije izneseno. Radni zupčanik a_2 prenosi rotaciju na sistem b (koji je sada zbog frikcije jedna čvrsta cjelina, a taj na staklene klinove preko satelita $s_1 \dots s_4$. Sateliti s_1 i s_4 čvrsto su spojeni na osovinama, koje nose ujedno i zupčanike c_1 i c_4 , tako da sada pokreću i te zupčanike. Između zupčanika c_2 i c_3 te c_5 i c_6 nema više frikcije, tako da se zupčanci c_2 i c_3 zbog primljene rotacije okreću u prazno, slobodni u svojim osovinama.

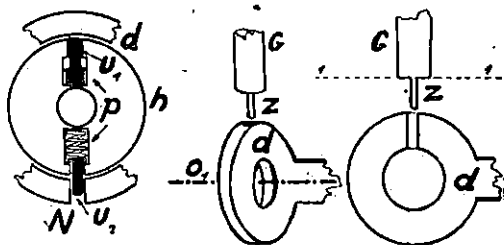
Ovdje bi se uzgred moglo spomenuti, da bi se za lakše vršenje grubog viziranja mogao montirati na instrument omanji nišan pokretan oko svoje horizontalne osi. Njime bi se mogla približno odrediti elevacija, odnosno depresija pojedine vizure kao i njen smjer u horizontalnom smislu, a time skratiti i olakšati grubo viziranje dovodjenjem durbina u približno paralelan položaj s nišanom.

Kad izvršimo grubo viziranje, kako je gore opisano, onda ćemo započeti fino viziranje, i to tako, da ćemo najprije vijak E (sl. 10) potisnuti prema unutra do oznake \mathcal{U} , koja se nalazi na samom vijku. Time će biti omogućeno fino pokretanje durbina. Vijak E svojim zupcima na suprotnoj strani zahvaća u nazubljeni vijenac F kućišta D (sl. 10) i na taj način vrši fino kretanje kućišta, i durbina. Želimo li sada fino dotjerati vizuru i u azimutalnom smislu, treba najprije vijak w izviti tako, da oznaka A dođe uz određeni indeks. Kočnica K_1 izvršit će pritom sve prije opisane radnje. Vijak E treba sada izvrći do njegove oznake A . Njegov

nazubljeni završetak zahvaća sada u zupčanik c_2 , a preko njega g , pa sistem c i tako dalje kao i prije, do staklenih klinova.

Kad se na taj način izvrši grubo i fino viziranje, cijeli se instrument može zakočiti ili stavljanjem kočnice K_1 u neutralan položaj pomoću vijka w (oznaka N na vijku w) ili uvijanjem glavne kočnice K_3 (sl. 10). To posljednje predstavlja jednostavnije i brže rješenje. Time je ujedno dana mogućnost, da za iduće viziranje imamo instrument pripravan za rad ili u azimutalnom ili vertikalnom pravcu, već prema tome, koja je radnja pri grubom, odnosno finom viziranju bila posljednja.

Prebacivanje durbina u njegovim ležajima omogućuje sistem, koji je prikazan na sl. 8. Za taj rad je potrebno, da se vijak w stavi na oznaku U , te durbin dovede u horizontalan položaj. Prije prebacivanja durbina treba otkočiti kočnicu K_2 (sl. 7 i 10), kojoj je os identična sa o_1 , a provučena je kroz kočnicu K_1 . Navoji $š_2$ imaju svoje protivnavoje s unutarnje strane K_1 na mjestu navoja $š_1$.



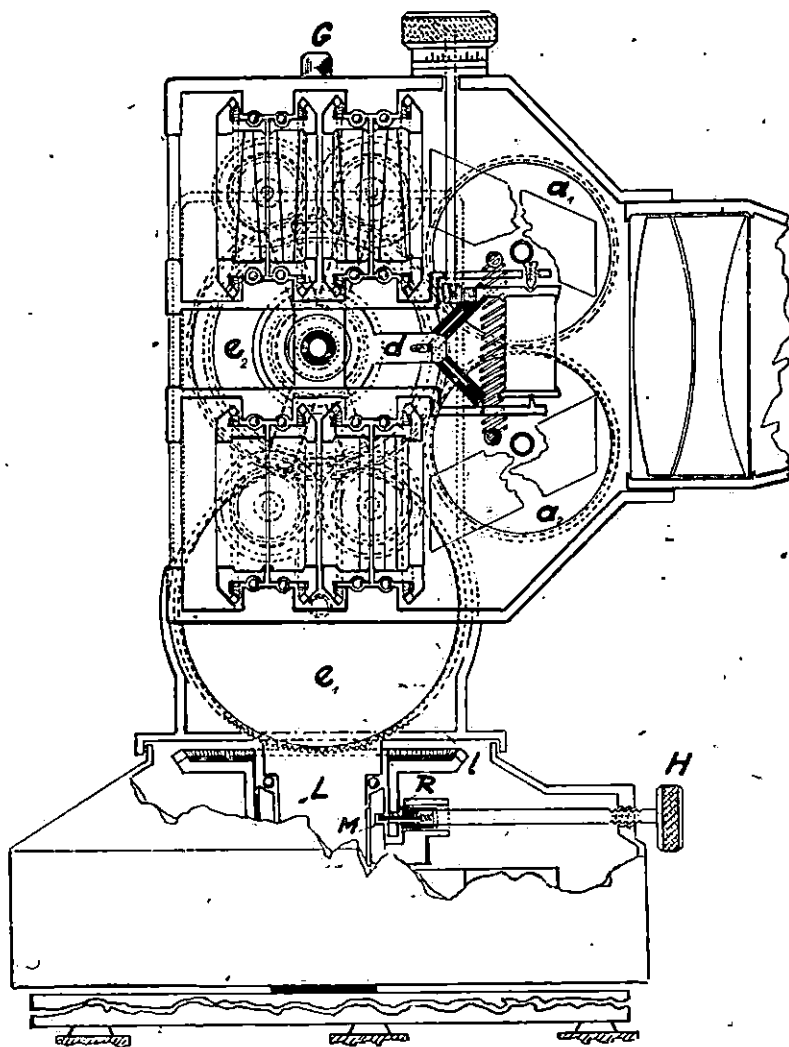
Sl. 8

Na suprotnom kraju K_2 ima kolut j oblika prikazanog u sl. 7 (vidi i sl. 10). U zakočenom stanju kolut j pritište disk d o pločicu m kočnice K_1 i time onemogućuje i najmanje kretanje diska oko horizontalne osi. Kad je K_2 otkočeno, kolut j oslobađa disk. Sada pritisnemo utikač G (sl. 10) prema dolje. Završetak z utikača G (sl. 8) trebao bi pritom ući u odgovarajući utor N diska d (sl. 8). To se može dogoditi samo, ako je durbin horizontalan.

Prošavši kroz utor N završetak z utikača potisnut će rukavac u_2 (sl. 8) i pero ispod njega. Utikač G je tako dimenzioniran, da potpuno pritisnut sjedi svojim širim dijelom (profil 1-1 u sl. 8) na disku, dok završetak z stigne do unutrašnjeg oboda diska. Rukavac u_2 , koji je dosad držao disk d čvrstim, tako da on nije mogao rotirati oko o_1 , oslobađa sada disk i definitivno omogućuje prebacivanje durbina za 180° . Naročito pero vraća utikač u prvobitan položaj (sl. 10).

Kad se durbin prebaci za 180° opet u horizontalan položaj, utor se diska također pokrene za 180° . On sada automatski nailazi

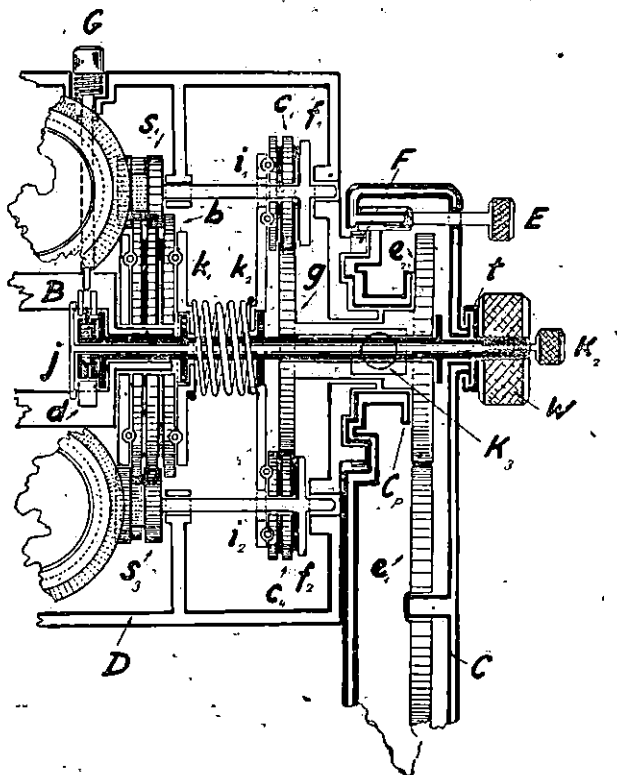
na rukavac u_1 (sl. 8), koji pritisnut perom p upada u taj utor. Time je rukavac u_1 izvršio spajanje ležišta h s diskom. Radi potpune sigurnosti pritegnemo kočnicu K_2 , koja zbog toga kolutom j pričvrsti disk uz n_1 kako je to već i spomenuto.



Sl. 9. Uzdužni presjek instrumenta

Napokon treba razložiti i mogućnost upotrebe instrumenta kao autoredukcionog tahimetra za direktno određivanje horizontalne projekcije dužina. Za to je dovoljno upotrebiti samo sistem \cos -klinova stavljanjem preklapača zavjese na oznaku \cos , odnosno

4x. Preklapač zavjese omogućuje time viziranje kroz centralni dio i *cos*-klinove (vidi i radnju spomenutu na početku). Osim toga se na staklene klinove u tom slučaju prenosi samo radnja, koju svojim pokretanjem vrši durbin, a ne i alhidada. Radi toga treba osloboditi nazubljeni kružni vijenac *l* tako, da ne bude više čvrsto spojen s vertikalnom osi instrumenta. To oslobađanje vrši se pomoću vijka *H* (sl. 9).



Sl. 10

U toku ranije opisanih radnja kod viziranja vijak *H* je kočio nazubljeni vijenac *l* time, što je svojim rukavcem *R* zašao u utor *M* cilindrične vertikalne osovine *L* i tako onemogućio pomicanje vijenca *l*.

Želimo li dakle raditi instrumentom kao autoredukcionim tahimetrom postupit ćemo ovako. Alhidadu pokrenut ćemo tako, da u mikroskopu teodolita čitamo točno $0^{\circ} 00' 00''$. Stakleni klinovi nalaze se u tom slučaju u nultom položaju s obzirom na alhidadu. Vijak *w* stavimo na oznaku *U*. Sada treba vijak *H* odviti tako, da u njegovoj osovine smješteni rukavac *R* napusti utor *M* vertikalne

osovine. Time, što smo vijak w stavili na oznaku U , omogućeno je sada i kretanje durbina i kretanje alhidade, jer vijenac l nije više zakočen.

Stakleni klinovi ne će prema tome registrirati kretanje instrumenata oko vertikalne okretne osi nego samo kretanje durbina. Time će stakleni klinovi (*cos*-klinovi) reducirati odsječak na letvi s kosinusom vertikalnog kuta i dati horizontalnu projekciju dužine. Klinovi 1 i 3 rotiraju za iznos vertikalnog kuta α u jednom, a 2 i 4 za isti iznos u suprotnom smjeru.

Ako želimo vratiti instrumenat u predašnje stanje, t. j. omogućiti prijenos kretanja i alhidade i durbina na staklene klinove, trebat će krug l ponovo učiniti nepomičnim. To se može izvršiti samq pri čitanju $0^{\circ} 00' 00''$ na horizontalnom krugu. Mehanički je to omogućeno tako, da se nakon namještanja alhidade na približno 0° kočnica H uvije i time rukavcem R zadre opet u vertikalnu osovinu instrumenta. Pri tome radu pomaže sada pero P (sl. 9), koje, što više, omogućuje automatsko potiskivanje rukavca R u njegov utor M i bez naročitog namještanja alhidade na čitanje $0^{\circ} 00' 00''$.

Ako se preklapačem spuste zavjese (koje na nacrtima nisu označene), ispred sinusnih i kosinusnih klinova nastaje mogućnost, da se instrumentom radi kao s običnim teodolitom.

Kako se iz svega vidi, instrumenat bi mogao da služi:

- 1) kao koordinatometar
- 2) kao autoredukциони tahimetar i
- 3) kao teodolit.

U drugom i trećem slučaju visinskō bi mjerenje teklo na već uobičajeni način. Kod prvog slučaja za visinsko mjerenje na ravnom terenu primijenila bi se metoda nivelacije. Vertikalni nosač horizontalne letve nosio bi *cm*-podjelu. Na brdovitom bi se terenu visinske razlike određivale pomoću trouglastih tablica, i to na temelju Δy , Δx i vertikalnog kuta.

ZUSAMMENFASSUNG

In meiner Abhandlung: »Über die Möglichkeit direkter Bestimmung von Koordinatenunterschieden in Polygonzügen« (veröffentlicht in »Glasnik za šumske pokuse« Band 9, Zagreb 1948., sowie in der Zeitschrift »Geodetski list«, Zagreb 1948 . Nr. 6, und in »Schweizerische Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik« 1950. Nr. 8 und 9) wurde der theoretisch-optische Teil zur Lösung des Problems dargestellt. Nach dortigen Ableitungen ist die automatische Bestimmung von Koordinatenunterschieden mittel zwei Glaskeilsystemen möglich. Das eine System, zur direkten Bestimmung von Ordinatenunterschieden Δy , besteht aus 4 »sin-Glaskeilen«; das zweite zur direkten Bestimmung von Abszissenunterschieden Δx , aus 4 »cos-Glaskeilen«. Diese direkten Bestimmungen setzen gewisse, genau festgestellte, Drehungen der Glaskeile voraus. Die Beträge dieser Drehungen müssen algebraischen Summen bzw. Differenzen von tatsächlichen Beträgen der Drehungen der Alchydade (um ihre Vertikalachse) und des Fernrohres (um seine horizontale Kippachse) entsprechen. Mit anderen Worten: die Ablenkungen des Lichtstrahles durch genannte Glaskeilsysteme müssen Funktion der Richtungswinkeln und der Neigungen einzelner Visierlinien sein.

Ein so gedachtes Instrument würde bei geeigneter Horizontalplatte nicht nur direkte Bestimmungen der Koordinatenunterschiede in Polygonzügen ermöglichen, sondern unter Umständen auch die Horizontalprojektion der Strecken. Wird nämlich an Glaskeile die Bewegung des Fernrohres übertragen (und die Übertragung der Rotation der Alchydade ausgeschaltet) so bekommt man die Möglichkeit der Bestimmung von Horizontalprojektion der Strecken. Ein solches Instrument enthielte also in sich ein selbstreduzierendes Tachymeter ähnlich dem Bosshardt-Zeiss'schen Redta.

Aber wie auch die theoretischen Ableitungen einfach erscheinen es ist notwendig die Frage zu beantworten: wie die Drehungen der Alchydade und des Fernrohres an die Glaskeilsysteme zu übertragen?

Entsprechende Rotation der Alchydade und des Fernrohres werden mittels präziser kompensierter Zahnräder an Glaskeilsysteme übertragen gedacht. Die erste Schwierigkeit, die man zu überwinden hat, besteht in der Tatsache, dass sich dabei das Heben (Sinken) des Fernrohres (aus Horizontallage) als Rotation desselben Vorzeichens registrieren soll; das heisst: Glaskeile sollen sich beim Depressionswinkeln wie auch bei Elevationswinkeln in denselben Sinne drehen.

Stellen wir uns eine (gestutzte) Kurbelscheibe d vor (Fig. 1.), die sich um eine Horizontalachse o_1 drehen kann. Mit dem Zapfen r_1 greift die Kurbelscheibe in die Gabeln v_1 bzw. v_2 ein. Diese

Gabeln sind starr mit den Zahnrädern a_1 und a_2 verbunden: Das Zahnrad a_2 ist breiter als a_1 . Die Achsen der Zahnräder a_1 und a_2 sind wegen mechanischer Erfordernisse in derselben Entfernung von der Achse o_1 . Das arbeitende Zahnrad ist a_2 . Es überträgt die Rotation an weiteres System, welches die Glaskeile bewegt. Ausserdem ist das Zahnrad a_2 mit dem a_1 verbunden. Das Zahnrad b_3 (Fig. 4), nimmt die Arbeit vom Zahnrad a_2 auf; b_3 liegt mit seiner Achse in o_1 so, dass es mit seinem Rande in beide Zahnräder a_1 und a_2 eingreifen würde, wenn diese von derselben Breite wären.

Die Zahnräder a_1 und a_2 greifen eins ins andere ein, so dass die Bewegung des arbeitenden Zahnrades a_2 in demselben Sinne ermöglicht ist: ob sich die Kurbelscheibe d mit Zapfen r_1 aus der Horizontallage aufwärts oder abwärts bewegt. Bewegt man um o_1 die Kurbelscheibe abwärts, rotiert das Zahnrad a_2 in einem bestimmten Sinne (voll gezeichnete Pfeile in Fig. 1.). Dabei rotiert das Zahnrad a_1 in entgegengesetztem Sinne. Bringt man die Kurbelscheibe in horizontale Lage zurück und bewegt sie aus dieser Lage aufwärts (gestrichelte Pfeile), so greift der Zapfen in die Gabel v_1 ein und bewegt das Zahnrad a_1 im Sinne des gestrichelten Pfeiles. Weil a_1 mit seinem Zahnwerk mit a_2 verbunden ist, a_1 bewegt das Zahnrad a_2 im gewünschtem (oben erwähnten) selben Sinne (siehe gestrichelte Pfeile bei a_2 in Fig. 1.).

Man kommt zu demselben Effekt wenn man entweder die Kurbelscheibe um die Achse o_1 (und damit die Zahnräder a_1 und a_2) oder das System (a_1 , a_2) um die Achse o_1 dreht (voraussetzend im letzterem Falle, dass die Kurbelscheibe ruhen bleibt). Man muss dabei in Betracht ziehen, dass die Achsen der Zahnräder a_1 und a_2 auf gemeinsames Gestell (Gehäuse) montiert sind, welches Gehäuse seine Drehachse auch in o_1 hat. Aus konstruktiven Gründen ist angenommen, dass die Kurbelscheibe ruht und dass sich das System (a_1 , a_2) um die Achse o_1 dreht. Diese Rotation ist im Zusammenhang mit der Bewegung des Fernrohres und wird von ihm eben verursacht. In beschriebener Art ist das gewünschte erzielt nämlich die einsinnige Rotation beim Heben sowie beim Sinken des Fernrohres.

Die Zahnräder a_1 und a_2 können ungefähr um 50° aus der Normallage in beiden Richtungen rotieren. Um den toten Gang zwischen den Zahnrädern a_1 und a_2 einerseits, den Gabeln v_1 und v_2 und dem Zapfen r_1 andererseits zu vermeiden, sollte man die Zahnräder a_1 und a_2 mit einer Feder p untereinander (Fig. 1.) spannen. Der Zapfen r_1 müsste bei Ausübung der beschriebenen Arbeit in dem Schlitz der Gabeln v_1 und v_2 gleiten. Es ist erforderlich, dass der Zapfen und der Schlitz gegenseitig sorgfältig angepasst sind und, um Reibung zu vermeiden, der Zapfen r_1 soll mit einer zylindrischen Hülse versehen sein, welche um den Zapfen rotieren kann.

Wie schon erwähnt, das Gehäuse ist samt Glaskeilen um die Achse o_1 drehbar (Fig. 1. und 2.). Der Punkt O' (die Achse des Zahnrades a_2 beschreibt bei dieser Drehung einen Kreisbogen mit dem Halbmesser ρ und Zentrum in o_1 . Die Gabel v greift bei der Rotation immer mehr über den unbeweglichen Zapfen r_1 ein. Deswegen wird der Schenkel k' immer kürzer. Hingegen bliebe der Schenkel k unverändert. Die beiden Schenkel (k und k') könnten von derselben Länge nur in der Nulllage sein, nämlich wenn die Visierlinie horizontal ist. Die allmähliche Verkürzung des Armes k' (auf die Beträge k'_a) würde eine ungleichmässige Bewegung verursachen. Für gleich grosse Bewegungen des Fernrohres in vertikalem Sinne bei verschiedenen Neigungen desselben, hätten wir deswegen verschiedene Beträge der Umwendung der Zahnräder a_1 und a_2 und folglich verschiedene Umwendungen der Glaskeile. Für gleichmässige Rotation der Glaskeile muss man also gleich lange Schenkeln ($k = k'$) haben.

Hebt man (oder sinkt) das Fernrohr aus der Horizontallage um einen Winkel α' (Fig. 2.) – unter Voraussetzung $k = k'$ bewegt sich der Punkt O' an der Peripherie eines Kreises mit dem Halbmesser k' und Zentrum in r_1 . Das wäre dann möglich, wenn das erwähnte Gehäuse samt O' um r_1 rotieren würde und nicht um o_1 . Nach der Rotation des Gehäuses um den Winkel α' , fällt der Punkt O' in O'' (an der Peripherie des Kreises mit Halbmesser ρ und Zentrum in o_1). Aber damit wird k' kürzer für den Betrag $\varepsilon = k' - k'_a$.

Um doch gleichmässige Rotation der Zahnräder a_1 und a_2 (in Bezug auf Bewegung des Fernrohres) und folglich auch gleichmässige Rotation der Glaskeile zu erhalten wird es notwendig die Ungleichheit der Arme ($k' \neq k'_a$) wegzuschaffen. Dabei muss der Punkt O' , nach der Rotation des Gehäuses um o_1 , an der Peripherie des Kreises mit Halbmesser ρ bleiben. Das ist so ausgeführt, dass sich der Arm k'_a , der nach der Bewegung des Fernrohres um ε kürzer wird, um den Betrag $\frac{\varepsilon}{2}$ verlängert und k gleichzeitig um $\frac{\varepsilon}{2}$ vermindert, so dass in jeder Lage des Fernrohres $k = k'_a$ wird.

Übertragen wir $\frac{\varepsilon}{2}$ an der Linie $o_1 r_1$ (Fig. 2.). Der Arm k verkürzt sich auf den Betrag $k - \frac{\varepsilon}{2}$. Dieser aus A gezogen schneidet den Kreis mit Zentrum in o_1 und dem Halbmesser ρ im Punkte O_1'' . Der Arm $\overline{AO_1''}$ ist gleich dem Antriebsschenkel $\left(k - \frac{\varepsilon}{2}\right)$ beinahe parallel verschoben aus dem Punkte O'' nach O_1'' . Dieses

Verfahren soll bei jedem Winkel α , der beim Heben (Sinken) des Fernrohres in Bezug kommt, ausgeübt werden.

Wenn also die Gabel v in die Lage $\overline{AO_1''}$ geführt wird, so ist der Rotationswinkel des Zahnrades a_2 ($\sphericalangle 1 - \sphericalangle 2$) gleich einem Elevations- (Depressions-) winkel α nämlich das Zahnrad a_2 rotiert um denselben Winkel um den das Fernrohr aus der Horizontallage gehoben (gesunken) wird.

Fig. 3, zeigt den mechanischen Weg zur Ausgleichung der Arme (k und k'). Der Hilfszapfen r_2 (Fig. 3.) steht mit dem Zapfen r_1 , vermittelt dem Plättchen pl , in fester Verbindung. Das Plättchen pl mit dem Zapfen r_1 und r_2 lässt sich in horizontaler Richtung (links - rechts) in den Schienen s verschieben¹). An dem Gestelle B befindet sich eine Vertiefung zl . In diese greift der Zapfen r_2 ein. Das Gestell B rotiert beim Heben (Sinken) des Fernrohres samt dem schon erwähnten Gehäuse um die Achse o_1 . Der Zapfen r_2 fährt dabei links (rechts) als Folge der Bewegung des Gestelles B samt der Vertiefung zl . Der Zapfen r_2 bewegt damit das Plättchen pl mit dem Zapfen r_1 und verursacht die Gleichheit der Arme $\left(k - \frac{\varepsilon}{2}\right)$ und k'_α .

Was für eine Form soll diese Vertiefung haben um Gleichheit der Arme und ein gleichmässiges Bewegen der Zahnräder a_1 und a_2 zu gewinnen? Wie aus der Fig. 2. und 3. ersichtlich ist, jedem Elevations- (Depressions-) winkel α entspricht ein gewisses ε bzw. $\frac{\varepsilon}{2}$. Wir können also schreiben:

$$\frac{\varepsilon}{2} = f(\alpha).$$

In Fig. 3. ist die graphische Bestimmung der Elemente $\frac{\varepsilon}{2}$ dar-

gestellt. Finden wir so die Beträge $\frac{\varepsilon}{2}$ für verschiedene Winkeln α (I, II, III, ...) und übertragen dieselben an die Linie $o_1 r_1$ links vom r_1 oder, was gleich ist, links von r_2 , so erhalten wir die notwendigen Angaben für die Konstruktion der erwähnten Vertiefung. In Fig. 3. sind entsprechende Schenkeln der Winkel I, II, III, ... aus dem Punkte o_1 unterhalb der Linie $o_1 r_1$ gezogen worden. Darauf haben wir auf diese Schenkeln zugehörige Beträge $\left(o_1 o_2 - \frac{\varepsilon}{2}\right)$ von o_1 aus aufgetragen. Werden entstandene Punkte mit einer ununterbrochenen Kurve verbunden, bekommt man die notwendige Form der Vertiefung (Fuge) die, beim Bewegen des

¹ Der Zapfen r_1 fährt dabei im Schlitz pr .

Gestelles B (samt dem Fernrohr) den Zapfen r_2 und das Plättchen pl für die gesuchten Beträge wegrückt.

Eine andere Vertiefung (Fuge), die im Bezug auf $o_1 r_2$ symmetrisch liegt, würde demselben Zwecke wie die erstgenannte dienen und zwar beim Bewegen des Fernrohres aus horizontaler Lage im entgegengesetzten Sinne als oben (siehe den gestrichelten Pfeil in Fig. 3.).

Nach der oben dargestellten Art überträgt (Fig. 4.) das Zahnrad a_2 die Rotation an das System (b_1, b_2, b_3) . Warum folgendes System aus drei Teilen besteht werden wir später zeigen. Vorläufig nehmen wir das System (b_1, b_2, b_3) als ein Ganzes. Dieses System greift in vier Satelit-Zahnräder s_1, s_2 (die in Verbindung mit *sin*-Glaskeilen $1', 2', 3', 4'$ stehen) und s_3, s_4 (die in Verbindung mit *cos*-Glaskeilen $1, 2, 3, 4$ stehen) ein, und es bewegt dieselben (das Satelit Zahnrad s_4 sieht man in Fig. 4. nicht).

Nehmen wir an, dass das Zahnrad a_2 , infolge der Bewegung des Fernrohres, im Sinne des Pfeiles (Fig. 4.) rotiert, so bewegt es das System (b_1, b_2, b_3) und dieses über Satelit-Zahnrädern die Glaskeile (siehe die voll gezogenen Pfeile in Fig. 4.). In Fig. 4. ist nur ein Paar der *sin*- ($1', 2'$) und *cos*- ($1, 2$) Glaskeile gezeichnet. Vergleiche mit den Fig. 9b und 7a der im Anfang zitierten Abhandlung.

Die Zahnräder sollen so dimensioniert sein, dass sich die Neigung des Fernrohres auf die Glaskeile in absoluten Beträgen überträgt. In den beistehenden Figuren sind diese Beziehungen nicht dargestellt. Hier könnte noch, zu nachfolgenden Schaulücken, erwähnt sein, dass die Sateliten-Paare s_1, s_3 und s_2, s_4 an verlängerten Achsen montiert sind. Satelite s_1 und s_3 sind damit, mittels dieser verlängerten Achsen, mit den entgegenliegenden Zahnrädern c_1 bzw. c_4 und Satelite s_2 und s_4 mit den Friktions-scheiben f_1, f_2 fest verbunden. c_1, c_4, f_1, f_2 bilden eine Einheit mit den erwähnten Achsen.

Damit wäre grundsätzlich die Übertragung der Rotation dargestellt, die das Fernrohr bei seiner Bewegung aus der Horizontal-lage an die Glaskeile bewirkt.

Betrachten wir jetzt ganz abgesehen die Übertragung an die Glaskeile der Rotation der Alchydade um ihre Vertikalachse. Nehmen wir an, dass an der Peripherie des unbeweglichen Kranzes l (Fig. 4.) beim Drehen der Alchydade ein Zahnrad e_1 gleitet. Das Zahnrad e_1 fährt mit der Alchydade herum. Wenn Alchydade im Sinne des Uhrzeigers sich bewegt, so wird e_1 im Sinne des gestrichelten Pfeiles rotieren und diese Rotation weiter an das Zahnrad e_2 übertragen. e_2 steht fest verbunden an derselben Achse wie das Zahnrad g . g überträgt die Rotation an das System (c_2, c_3, f_1) . Betrachten wir dieses System vorläufig als eine bewegliche Einheit. Andererseits überträgt g denselben Betrag der Rotation auch auf das System (c_5, c_6, f_2) . Dieses System sollen wir auch vor-

läufig als eine Einheit betrachten. In das System (c_2, c_3, f_1) greift das Zahnrad c_1 und in das System (c_5, c_6, f_2) das Zahnrad c_4 . Die Satellit-Zahnräder bewegen die Glaskeile in gewünschten Sinne nämlich $1', 2'$ und $1, 2$ rotieren gleichsinnig wie im Falle der Bewegung des Fernrohres; die Glaskeile $3', 4'$ und $3, 4$ rotieren entgegengesetzt (siehe gestrichelte Pfeile in Fig. 4.). Auch hier sollen die Zahnräder so dimensioniert werden, dass sich die Bewegungen der Alchydade in Absolutbeträgen an Glaskeile auswirken.

Wie man aus den bisher besprochenen ersehen kann, das Satelliten-Paar s_1, s_2 einerseits und das Paar s_3, s_4 andererseits rotieren einmal parallel, nämlich alle vier Satellite in denselben Sinne (im Falle der Bewegung des Fernrohres). Im Falle der Bewegung der Alchydade müssen dagegen dieselben Satellite innerhalb der erwähnten Paare entgegengesetzt rotieren (siehe Fig. 4.).

Beim ersten Anblick scheint es unmöglich, wenn man annimmt, dass Satellite $s_1 \dots s_4$ einerseits in fester Verbindung mit dem System (b_1, b_2, b_3) sind, und eine parallel geschaltete Arbeit ausüben müssen, dass sie gleichzeitig über den verlängerten Achsen und Zahnrädern $c_1 \dots c_6$ fest mit dem Zahnrad g verbunden sind. Ausserdem muss die, dem Zahnrad g von e_1 übergebene, Rotation auf Satellite s_1, s_2 und s_3, s_4 paarweise übertragen und zwar in entgegengesetzten Sinnen, was nach dem bisherigen zweifellos zur Kollision führt. In der Tat, wenn wir das System (b_1, b_2, b_3) sowie (c_2, c_3, f_1) und (c_5, c_6, f_2) als Einheiten betrachten, wäre das Problem noch nicht gelöst. Dass man aber zu der erwähnten Kollision nicht kommt, bei den Übertragungen der Rotationen innerhalb scheinbar geschlossenen Kreisen der Zahnräder, muss man das System (b_1, b_2, b_3) in drei unabhängige Teile durchspalten. Analog wollen wir mit den Systemen (c_2, c_3, f_1) und (c_5, c_6, f_2) tun. Diese partielle Zahnräder rotieren um ihre Achsen oder frei, ein jedes für sich, oder als eine Einheit: nach Bedarf, wie das später erläutert wird.

Um das System b bzw. c als ein Ganzes in Bewegung zu stellen hat man Friktionsscheiben (Kupplungen) vorgesehen (Fig. 4.). Zu diesem Zwecke sind die Zahnräder b_1, b_2 sowie c_2, c_3 an der rechten Seite (rechts in Bezug auf Fig. 4.) mit einer Schicht von solchen Material belegt, welches ein grosses Reibungskoeffizient hat (Gummi, Kork oder desgleichen - pl in Fig. 5.). Die Zahnräder b_1, b_3 sowie c_2, c_3 haben ausserdem an den Aussenseiten eingeritzte Vertiefungen (Rinnen) z (in Fig. 5. nur schematisch dargestellt in denen die Kugeln des Kugellagers unterbracht sind wie das aus Fig. 10 (am Ende dieser Abhandlung) ersichtlich ist.

Die erforderliche Friktion in Systemen b und c über die Lamellen ermöglichen die Rotation des Systems b bzw. c als einer Einheit, unter Beistand einer Feder p , die sich zwischen den Lamellen befindet. Ihre Achse ist identisch mit jener, die dem System

b gehört (o_1). Die kreisförmigen Teile i_1 und i_2 haben ihre Achsen in o_2 bzw. o_3 (Fig. 6. u. 4.). Auf den rechten Seiten (rechts in Beziehung auf die Fig. 4.) haben diese Teile (i_1 und i_2 eingeritzte Rinnen, in denen sich Kugeln eines Kugellagers befinden.

Zentrisch in die Achse o_1 gelegt befindet sich die Klemme K_1 . Diese trägt ein Lager h (in Form einer Scheibe) der Kurbelscheibe d und Ringe $n_1 \dots n_5$ (Fig. 7.). An ihrem rechten Ende (rechts im Hinblick an Fig. 7.) trägt die Klemme K_1 ein Gewinde s_1 und eine Welle q . Die Welle q hat ein quadratisches Profil. Die Ringe n_3 und n_4 sind in die Versenkungen m_1, m_2 der Lamellen k_1 und k_2 (Fig. 6. u. 10.) gelagert. Die Feder p (Fig. 6.) ist so konstruiert, dass sie in der Neutrallage² der Klemme K_1 über Lamellen k_1 und k_2 an die Ringe n_3 und n_4 mit gleich grosser Druckkraft wirkt. Noch wichtiger wäre es hier zu erwähnen, dass die Feder p so dimensioniert sein soll, dass sie, in der Neutrallage der Klemme K_1 mit ihrem Druck über Lamellen k_1 und k_2 die friktionsartige Verbindung der Systeme (b_1, b_2, b_3) sowie (c_2, c_3, f_1) und (c_5, c_6, f_2) jeden für sich als eine Einheit vollzieht. Im solchen Zustand bilden die Zahnräder $c_1 \dots c_3$ über den Zahnrad g , sowie $c_4 \dots c_6$ über den verlängerten Achsen mit den Satelliten s_3, s_4 und Zahnrädern $b_1 \dots b_3, s_1, s_2$ zurück über den verlängerten Achsen auf $c_1 \dots c_3$ einen mechanisch geschlossenen Kreis. In der erwähnten Neutrallage widersteht dieser jeder Bewegung der Alchydade oder des Fernrohres. Solcher Zustand kann als eine Klemart ausgenützt werden.

Nun wollen wir konkret die Wirkung der Zahnräder an Glaskeile darstellen. An dem Polygonpunkt (Detailpunkt), für dem wir die Koordinatenunterschiede feststellen wollen, befindet sich die Horizontallatte angeordnet wie in der im Anfang angeführter Arbeit geschildert war. Beim Visieren ist es erforderlich zuerst die Hauptklemme K_3 zu lösen (siehe Fig. 10.), mit welcher die Alchydade und das Fernrohr geklemmt waren. Die Klemme K_3 dient als Ergänzung bzw. Sicherung der erwähnten Art des Klammens K_1 in Neutrallage). Zwei separate Klemmen, eine für die Alchydade und eine für das Fernrohr (wie das üblich bei bishörigen Theodoliten) sind somit vereinbart in einer Hauptklemme K_3 .

Wollen wir beim Visieren z. B. zuerst Alchydade in Richtung des Zieles bewegen, so ist es erforderlich die Trommel w (die sich frei, unendlich in ihrem Lager t Fig. 10 – bewegt) rechtsum wenden. Wegen mechanischer Entwicklung der Arbeit sollte die Trommel w drei Marken tragen: U, N und A . Wenn die Marke U auf einen geeignet montierten Index stehe, wäre es möglich nur das Fernrohr bewegen und diese Bewegung an die Glaskeile übertragen. N bildete die Neutrallage, von der schon die Rede war,

² siehe später.

und die Lage an A gäbe die Möglichkeit der Drehung der Alchydade und Übertragungen dieser Drehung an die Glaskeile.

Infolge der erwähnten Bewegung der Trommel w rechtsum (bis A) zieht sich K_1 in w ein. Dadurch rückt der Ring n_3 , eingreifend in die Versenkung m_1 , die Lamelle k_1 der Kupplung weg nur so weit bis die Friktion zwischen den Zahnrädern b_1, b_2, b_3 annulliert wird. Gleichzeitig (infolge der Bewegung K_1 rechts) wirkt der Ring n_2 festbindend (über dem Gestelle B) das Gehäuse D mit dem Träger C (Fig. 10.). Damit wird die Bewegung des Fernrohres unmöglich. Die kreisförmigen Teile i_2 und i_1 der Lamelle k_2 (Fig. 6.) übten auch bevor einen gewissen Druck auf die Systeme c aus: es bestand in diesen Systemen Friktion hinreichend für Ausführung der erforderlichen Arbeit. Dieser Druck ist jetzt noch vergrößert worden.

Infolge der Bewegung der Alchydade wird diese Rotation an die Glaskeilen übertragen wie schon dargestellt wurde ($l, e_1, e_2, g \dots$ usw.). Dabei bewegen die rotierenden Satelliten $s_1 \dots s_4$ unterwegs die Zahnräder b_1, b_2 (u. zw. s_1 und s_3 das Zahnrad b_2, s_2 und s_4 das Zahnrad b_1 ; das Zahnrad b_3 rotiert nicht, da es fest mit a_2 verbunden ist) die jetzt, wegen vollzogener Trennung in drei Teile, wie es schon erwähnt wurde – freilaufen. Damit ist die Notwendigkeit der Trennung des Systems b in drei Teile motiviert.

In der beschriebenen Folge vollzieht sich das grobe Visieren in azimuthalem Sinne. Nach dem kann man das Fernrohr im vertikalem Sinne bewegen in Richtung des Zieles. Die Trommel w soll man nun bis der Marke \mathcal{U} umdrehen. Bei dieser Umdrehung zieht sich K_1 aus der Trommel w ; sich bewegend von rechts nach links (Fig. 10.) kommt in die Neutrallage, überschreitet diese und rückt noch links (bis \mathcal{U} mit Index koinzident). Der Ring n_2 , der früher das Gehäuse D mit dem Träger C festgebunden hat (und damit das Fernrohr geklemmt), macht jetzt das Gehäuse los und ermöglicht die Bewegung des Fernrohres. Der Ring n_5 (Fig. 7. und 10.) bindet jetzt das Zahnrad e_2 (Fig. 4.) mit dem ringsförmigen Vorsprung C_p fest (Fig. 10.). Damit wird die Bewegung der Alchydade verhindert. Der Ring n_4 bei seiner Bewegung nach links rückt die Lamelle k_2 sowie kreisförmige Teile i_1 und i_2 von den Systemen c weg. k_1 übte schon in Neutrallage den erforderlichen Druck an das System b aus, wie es erwähnt wurde. Mit der vorbenannten Bewegung der Klemme K_1 links wird jetzt dieser Druck noch vergrößert.

Bei der Bewegung des Fernrohres (Heben oder Sinken) bewegt sich das ganze Gehäuse D (Fig. 10.) um die Achse o_1-o_1 in seinem Lager C_p . Die Kurbelscheibe liegt fest geklemmt in ihrem Lager h (Fig. 7.) in derselben Achse o_1-o_1 . Die feste, unbewegliche Stellung des Lagers h und damit auch der Kurbelscheibe d ist mit Dasein der quadratischen Welle q (Fig. 7.) bedingt. Diese Welle liegt in einem Lager von derselben Form an dem Träger C (Fig. 10.).

Die Zahnräder a_1 und a_2 (Fig. 1.) sind mit ihren Achsen an das Gehäuse D gelagert. Sie können frei um ihre Achsen rotieren. Sie greifen, beim Bewegen des Fernrohres, (mittels den Gabeln v_1 und v_2), in den Zapfen r_1 der Kurbelscheibe d ein und rotieren in der schon geschilderten Weise. Das arbeitende Zahnrad überträgt die Rotation an das System b (jetzt eine feste wirksame Einheit infolge der Friktion) und dieses an die Glaskeile über Satelliten $s_1 \dots s_4$. Die Satelliten s_1 und s_4 sind über ihre Achsen fest verbunden mit den Zahnrädern c_1 und c_4 so, dass sie jetzt auch diese bewegen. Zwischen den Zahnrädern c_2 und c_3 sowie zwischen c_5 und c_6 ist jetzt die Friktion annulliert. Damit laufen die Zahnräder c_2 und c_5 infolge der – ihnen übermittelten Rotation – frei um ihre Achsen.

Hier konnte man nebenher erwähnen, dass man an das Instrument, wegen Erleichterung des groben Zielens, ein kleineres Visier montieren könnte. Dieses sollte um seine Horizontalachse beweglich sein. Mit denselben könnte man, nach dem groben Zielen in azimutalem Sinne, sehr annähernd, die Neigung der einzelnen Ziellinien feststellen und parallel mit seiner Lage das Fernrohr einstellen. Damit wäre das grobe Zielen erleichtert.

Nach dem groben kommt das feine Zielen. Wir stossen die Schraube E (Fig. 10.) bis zu der Marke \mathcal{U} (die sich an dem Körper der Schraube befindet) hinein. Damit ist die Feinbewegung des Fernrohres ermöglicht. Die Schraube E greift mit ihrer Verzahnung, an ihrem Ende, in den verzahnten Kranz F des Gehäuses D (Fig. 10.) ein. Damit übt die Schraube E – bei ihrer Umdrehung – die Bewegung des Gehäuses bzw. des Fernrohres aus. Wollen wir nun noch das Feineinstellen der Alchydade in azimutalen Sinne vollziehen, so müssen wir die Trommel w umdrehen bis die Marke A mit dem Index koinzidiert. Die Klemme K_1 macht die besprochenen Arbeiten mit. Die Schraube E ziehen wir bis zu ihrer Marke A heraus. Ihr verzahntes Ende greift jetzt in das Zahnrad e_2 ein und bewegt damit (über Zahnräder g, c, \dots) die Glaskeile.

Wenn so das grobe Zielen und die Feineinstellung vollzogen sind, kann man das ganze Instrument festklemmen entweder mit dem Stellen der Klemme K_1 , mittels der Trommel w , in die Neutrallage (Marke N an der Trommel) oder mit der Hauptklemme K_3 (Fig. 10.). Der zweite Weg zeigt eine einfachere Lösung. In diesem Falle haben wir beim nächsten Zielen das Instrument bereit entweder für azimutale oder vertikale Bewegung; die Trommel w blieb ja an der Marke A oder \mathcal{U} nach der Feineinstellung.

Das Durchschlagen des Fernrohres in seinen Lagern ermöglicht das in der Fig. 8. dargestellte System. Für das Durchschlagen wäre es erforderlich die Trommel w an die Marke \mathcal{U} umdrehen und das Fernrohr in die Horizontallage stellen. Vor dem Durchschlagen machen wir die Klemme K_2 (Fig. 7. u. 10.) los (ihre

Achse ist identisch mit o_1 . Die Klemme K_2 befindet sich in K_1 durchgezogen). Das Gewinde \mathfrak{z}_2 hat im Inneren der Klemme K_1 Gegengewinde an der Stelle, wo sich von aussen das Gewinde \mathfrak{z}_1 befindet. An seinem Ende hat k_2 einen Ring j wie ihn die Fig. 7. darstellt (siehe auch Fig. 10.). In der geklemmten Lage drückt der Ring j die Kurbelscheibe d an den Ring n_1 der Klemme K_1 . Damit ist auch die kleinste Bewegung der Kurbelscheibe um die Achse o_1 verhindert. Wenn wir die Klemme K_2 losmachen, so lässt der Ring j die Kurbelscheibe frei. Wir drücken jetzt den Stecker G (Fig. 10.) nach unten. Sein Ende z (Fig. 8.) sollte jetzt in die Fasskimme N der Kurbelscheibe d (Fig. 8.) eingreifen. Das geschieht nur in der Horizontallage des Fernrohrs.

Als das Ende z des Steckers die Fasskimme N durchkommt, drückt es über den Zapfen u_2 (Fig. 8.) die Feder p . Der Stecker G ist so dimensioniert dass er völlig (nach unten) angedrückt mit seinem breiterem Teile (Profil 1-1 in Fig. 8.) auf der Kurbelscheibe d sitzt. Dabei erreicht das Ende des Steckers die innere Peripherie der Kurbelscheibe. Der Zapfen u_2 der die Kurbelscheibe festhielt, so dass diese nicht um o_1 rotieren könnte, befreit jetzt die Kurbelscheibe und ermöglicht das Durchschlagen des Fernrohres. Eine Feder führt den Stecker in die ursprüngliche Lage (Fig. 10. oben).

Nach dem Durchschlagen des Fernrohres (wieder in die Horizontallage) die Fasskimme N hat, mitrotierend um 180° , den Zapfen u_1 erreicht (Fig. 8.). Dieser gedrückt mit der Feder p fällt automatisch in N ein. Der Zapfen u_1 hat somit den Lager h mit Kurbelscheibe d verbunden. Wegen voller Sicherheit klemmen wir noch mittels K_2 bzw. mit dem Ringe j , die Kurbelscheibe fest mit dem Ringe n_1 wie es schon erwähnt wurde.

Endlich wollen wir noch die Möglichkeit der Nützung des Instrumentes als Selbstreduzierenden Tachymeters darstellen. (Bestimmung der Horizontalprojektion der Strecken). Zu diesem Zweck wird es erforderlich sich nur mit der \cos -Glaskeilen zu bedienen. Mit einem separaten, an die Marke \cos -bzw. Δx gewendeten, »Schalter« wird die Visiermöglichkeit nur durch c -Keile gegeben (siehe die im Anfang angeführte Arbeit). Ausserdem wird in diesem Falle an die Glaskeile nur diejenige Arbeit übertragen die das Fernrohr bei seiner Bewegung ausübt und nicht diejenige bei der Bewegung der Alchydade. Dazu ist es erforderlich den gezahnten Kranz l (Fig. 9.) befreien, so dass er nicht mehr fest mit Stehachse des Instrumentes verbunden ist. Diese Befreiung geschieht mittels der Schraube H (Fig. 9.). Während der früher geschilderten Arbeiten klemmte die Schraube H den gezahnten Kranz l an die zylindrische Stehachse L mittels Zapfen R der in die Fasskimme M eingreift. Damit war die Bewegung des Kranzes l verhindert.

Wollen wir also mit dem Instrument als mit einem Selbstreduzierendem Tachymeter arbeiten so müssen wir folgenderweise

vorgehen. Zuerst wird die Alchydade so gedreht dass am Ablese-
 mikroskop desselben die Stellung $O^0 OO' OO''$ vorhanden ist. Die
 Glaskeile befinden sich dann in ihrer Nullage in Beziehung an
 die Alchydade. Die Trommel w (Fig. 10.) stellen wir an die Marke
 U ein. Jetzt dreht man die Schraube H so dass, in seiner Achse
 befindlicher, Zapfen R die Fasskimme M verlässt. Indem wir
 die Trommel w an die Marke U stellten, wird jetzt möglich das
 Fernrohr und die Alchydade zu bewegen (der Kranz l steht nun
 frei zur Bewegung).

Die Glaskeile registrieren jetzt nicht die Bewegung der Al-
 chydade: sie registrieren nur die Bewegung des Fernrohres. Da-
 durch reduzieren die c -Keile den Lattenabschnitt mit \cos des
 Vertikalwinkels: man erhält somit die Horizontalprojektion der
 gemessenen Strecke. Die Glaskeile 1 und 3 rotieren jetzt für den
 Betrag α des Vertikalwinkels in einem und die Glaskeile 2 und 4
 für denselben Betrag aber in entgegengesetztem Sinne.

Wollen wir das Instrument in den ursprünglichen Zustand
 zurückbekommen (Ermöglichung der Übertragungen von Ro-
 tationen des Fernrohres sowie der Alchydade) wird es erforderlich
 wieder den Kranz l unbeweglich zu machen. Das geschieht wieder
 beim Ablesen $O^0 OO' OO''$ in Mikroskop der Alchydade. Me-
 chanisch wird das ermöglicht (bei Stellung nahe O^0) durch Um-
 drehung der Schraube H bis der Zapfen R wieder in die Stehachse
 des Instrumentes eingreift. Jetzt hilft die Feder P (Fig. 9.) die ein
 automatisches Eindringen des Zapfens R in die Fasskimme M
 ermöglichen soll ohne einen ganz genauen Stellen der Alchydade
 an das Lesen $O^0 OO' OO''$.

Wenn man mit den erwähnten Schälfer die Vorhänge (die in
 beiliegenden Figuren nicht eingezeichnet wurden) niederlässt über
 \sin - und \cos - Glaskeile so könnten wir mit dem Instrument als
 mit einem gewöhnlichen Theodolit arbeiten.

Wie aus den obigen Darstellungen ersichtlich ist könnte das
 Instrument dienen als:

- 1.) Koordinatometer
- 2.) Selbstreduzierendes Tachymeter
- 3.) Theodolit

Im Falle 2.) und 3.) erfolgte die Höhenmessung an die schon
 übliche Weise. Im Falle 1.) könnte man in ebenem Terrain das
 Nivelieren anwenden. Der vertikale Träger der Latte sollte dafür
 mit einer cm - Skala versehen sein. Im gebirgigen Terrain könnte
 man die Höhenunterschiede mittels Tafeln feststellen die an drei
 Argumenten (Δy , Δx , α) basieren würden.

(Gesetzlich geschützt durch Patentschrift 2329 S-53/52 der Savezna uprava
 za pronalazaštvo, Beograd 1952).

Dr. Ing. DUŠAN KLEPAC

UREĐIVANJE SUMA S OPLODNOM SJEČOM (L'AMÉNAGEMENT DES FUTAIES RÉGULIÈRES)

Disertacija

SADRŽAJ (SOMMAIRE)

Uvod (Introduction)

I. Analiza dosadanih metoda uređivanja šuma oplodne sječe (Analyse des méthodes d'aménagement des futaies régulières)

A) Površinske metode (Méthodes d'aménagement par contenance)

1. Historijat prvih metoda uređivanja šuma (Premiers aménagements et leurs développement historique)
2. Broilliardova površinska metoda (Méthode de Broilliard)
 - a) Opis metode (Exposé sommaire)
 - b) Kritika Broilliardove metode (Appréciation)
3. Huffelova površinska metoda (Méthode de Huffel)
 - a) Opis metode (Exposé sommaire)
 - b) Kritika Huffelove metode (Appréciation)
4. Općeniti sud o površinskim metodama (Appréciation générale des méthodes par contenance)

B) Metode po masi i prirastu (Méthodes d'aménagement par volume)

1. Historijski pregled razvoja uređajnih metoda po drvnj masi i prirastu (Origine des premières méthodes par volume)
2. Rašestarenje po drvnj masi (Hartigova metoda) (Méthode par compartiments de Hartig)
 - a) Opis metode (Exposé sommaire)
 - b) Kritika Hartigove metode (Appréciation)
3. Normalno-zališne metode (Méthodes allemandes basées sur la constitution du capital normal d'exploitation)
 - a) Općenito o normalno-zališnim metodama (Exposé général)
 - b) Dosadanja upotreba normalno-zališnih metoda (Application)
 - c) Kritika normalno-zališnih metoda sa šumsko-uzgojnog gledišta (Appréciation au point de vue de la sylviculture)
 - d) Kritika normalno-zališnih metoda s uređajnog gledišta (Appréciation au point de vue de l'aménagement)
 - a) Uređenje jednog većeg šumskog bazena »B« po normalno-zališnim metodama na bazi klasičnih gospodarskih jedinica (Application des méthodes basées sur la constitution du capital normal d'exploitation dans un massif forestier »B« en se basant sur les séries d'exploitation classique)

- β) Analiza uredenja šumskog bazena »B« po normalno-zališnim metodama (Analyse de l'aménagement du massif forestier »B« en appliquant les méthodes basées sur la constitution du capital normal d'exploitation)
1. Nepromjenljivost granica gospodarskih jedinica (Les limites des séries d'exploitation et leur immuabilité)
 2. Istodobno određivanje etata u svim gospodarskim jedinicama šumskog bazena »B« (La détermination simultanée de la possibilité dans toutes les séries d'exploitation)
 3. Definiranje i računanje normalne drvne zalihe (La définition et le calcul du matériel normal)
 4. Ophodnja (Révolution)
 5. Način gospodarenja i njegovanja (Mode de traitement et types d'éclaircie)
 6. Vijeme izjednačenja (Délai dans lequel devrait être obtenu le matériel normal)
 - a) Metode užitnog faktora (Méthode de Paulsen, Hundeshagen, Mantel et Masson)
 - b) Prirasne metode (Méthode autrichienne, dite des Caméralistes, méthode de Huber, Breymann, Gehrhardt etc.)
 7. Prirast (Accroissement)
 8. Određivanje konkretne drvne zalihe i prirasta (Cubage du matériel réellement sur pied)
 9. Zaključak (Conclusion)
- γ) Primjena normalno-zališnih metoda na šumski bazen »B« na bazi računskih i šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica (Application des méthodes basées sur la constitution du capital normal d'exploitation dans un massif forestier »B« en se basant sur les »séries d'études« et sur les »séries de gestion«)
4. Francuske metode po masi i prirastu (Méthodes françaises d'aménagement par volume)
 - a) Pregled francuskih metoda po masi i prirastu (Exposé général)
 - b) Kritika francuskih metoda po masi i prirastu (Appréciation)
 - c) Paralela između francuskih formula i Hufnaglove formule (Parallèle entre formules françaises et formule de Hufnagl)
- C) Kombinirane metode (Méthodes d'aménagement combinées)
1. Njemačko kombinirano rašestarenje (Méthode à compartiments combinée)
 - a) Općenite karakteristike kombiniranog rašestarenja (Exposé général)
 - b) Kritika kombiniranog rašestarenja (Appréciation)
 2. Kombinacija šestarskih i normalno-zališnih metoda (Méthodes mixtes: méthode à compartiments combinée + méthode basée sur la constitution du capital normal d'exploitation)
 - a) Heyerova metoda (Méthode de Heyer)
 - b) Tomićeva metoda (Méthode de Tomić)
 3. Metoda dobnih razreda (Méthode allemande des classes d'âge)
 - a) Općenito (Exposé sommaire)
 - b) Kritika metode dobnih razreda (Appréciation)
 - α) Općenito (Appréciation générale)
 - β) Primjena metode dobnih razreda na šumski bazen »B« (Application de la méthode des classes d'âge dans un massif forestier »B«)
 4. Francuske kombinirane metode (Méthodes françaises combinées)
 - a) Metoda stalnih afektacija (Méthode des affectations permanentes)
 - α) Opis metode (Exposé sommaire)

- β) Kritika metode stalnih afektacija (Appréciation)
 1. Prednosti metode stalnih afektacija (Avantages)
 2. Nedostaci metode stalnih afektacija (Désavantages)
 3. Primjena metode stalnih afektacija na šumski bazen »B« (Application de la méthode des affectations permanentes dans un massif forestier »B«)
 4. Zaključne napomene (Conclusion)
- b) Metoda promjenljivih afektacija (Méthode des affectations révo- cables)
 - α) Opis metode (Exposé sommaire)
 - β) Kritika metode promjenljivih afektacija (Appréciation)
 1. Općenito (Appréciation générale)
 2. Primjena metode promjenljivih afektacija na šumski ba- zen »B« (Application de la méthode des affectations révocables dans un massif forestier »B«)
- c) Metoda jedne jedine afektacije (Méthode de l'affectation unique)
 - α) Opis metode (Exposé sommaire)
 - β) Kritika metode jedne jedine afektacije (Appréciation)
 1. Općenito (Appréciation générale)
 2. Primjena metode jedne jedine afektacije na šumski bazen »B« (Application de la méthode de l'affectation unique dans un massif forestier »B«)
- d) Duchaufourova metoda (Méthode de Duchaufour)
 - α) Opis metode (Exposé sommaire)
 - β) Kritika Duchaufourove metode (Appréciation)
 1. Općenito (Appréciation générale)
 2. Primjena Duchaufourove metode na šumski bazen »B« (Application de la méthode de Duchaufour dans un massif forestier »B«)
- 5. Karakteristika francuskih kombiniranih metoda sa šumsko-uzgojnoj gledišta (Caractéristiques des méthodes françaises combinées au point de vue de la sylviculture)
- 6. Paralela između francuskih kombiniranih metoda i naših instrukcija za uređivanje šuma od 1903. i 1931. (Parallèle entre méthodes françaises combinées et nos instructions administratives sur les aménagements de forêts du 1903 et du 1931)
 - a) Ophodnja i gospodarska jedinica (Révolution et série d'ex- ploitation)
 - b) Duljina periode (La durée de la période)
 - c) Dobni razredi (Classes d'âge)
 - d) Opća osnova sječa (Le règlement général d'exploitation)
 - e) Posebna osnova sječa (Le règlement spécial d'exploitation)
 - f) Revizija uređajnog elaborata (Révision de l'aménagement)
 - g) Kontrola sječe (Contrôle de l'aménagement)

II. Jedna nova metoda uređivanja šuma oplodne sječe (Une nouvelle mé- thode d'aménagement des futaies régulières)

- A) Izrada uređajnog elaborata (Établissement d'un règlement d'explo- itation)
 1. Unutarnja razdioba šume (Établissement du parcellaire)
 2. Opis stojbinā i sastojinā (Description des parcelles)
 3. Formiranje računskih gospodarskih jedinica (La formation de »sé- ries d'études«)
 4. Formiranje šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica (Établissement des »séries de gestion«)
 5. Utvrđivanje zrelosti za pojedine računске gospodarske jedinice (Choix d'exploitabilité pour chaque »série d'études«)

6. Unutarnja gospodarska struktura šume (La gradation des classes d'âges)
 7. Izračunavanje periodičkog etata (Calcul de la possibilité périodique)
 8. Sastav osnove gospodarenja (Établissement d'un règlement)
 - a) Osnova za glavne prihode (pour les produits principaux)
 - b) Osnova za međuprihode (pour les produits intermédiaires)
 9. Kontrola sječe i gospodarenja (Contrôle de l'aménagement)
 10. Zaključne napomene (Conclusion)
- B) Provedba uređajnog elaborata (Application du règlement d'exploitation)
- C) Modifikacije opisane metode (Modalités)
- III. Opteniti zaključak (Conclusion générale)
- IV. Literatura (Bibliographie)
- Résumé

UVOD

U sadanjoj ekonomskoj strukturi našeg šumskog gospodarstva *uređivanje šuma* našlo se pred novim *problemom*. Taj se problem sastoji u tom, da se u duhu proširenog shvaćanja principa *potražnosti* sastave uređajni elaborati za šumsko-gospodarske oblasti, tretirajući ih kao gospodarske cjeline.

Ovoj je raspravi svrha da riješi taj problem u šumama, koje *plodujemo* oplodnom sječom.

Za rješenje spomenutog problema izabrao sam *analitičku metodu* rada. Za jedan veći bazen šuma *oplodne sječe* proveo sam teoretska ispitivanja različitih metoda uređivanja šuma, primijenivši ih najprije na bazi *klasičnih*, a zatim na bazi *mojih računskih i šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica*, imajući pred očima *naše specifične prilike*. Takvom analizom dosadanih metoda utvrdio sam, koje bi uređajne metode, i uz koje modifikacije i okolnosti, mogle doći u obzir u našem šumskom gospodarstvu (*I. dio rasprave*).

Koristeći se *zaključcima* takve analize, izradio sam *novu metodu* uređivanja naših šuma *oplodne sječe* na bazi *računskih i šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica* (*II. dio rasprave*).

Izrađujući novu uređajnu metodu za šume *oplodne sječe* nastojao sam, da ona bude *jednostavna*, da je *izvediva* i da je u skladu sa *suvremenim principima* uzgajanja šuma i s *ekonomskom strukturom* našeg šumskog gospodarstva.

Držim, da će *naučno rješenje* spomenutog problema biti od praktične koristi za naše šumsko gospodarstvo, prvo stoga, što šume *oplodne sječe* zauzimaju u N. R. Hrvatskoj najveću površinu; drugo stoga, jer je *oplodna sječa* naših nizinskih šuma još uvijek najpovoljniji način gospodarenja i treće zbog toga, što se za naše šume imaju sastaviti novi uređajni elaborati prema propisima Čl. 5 Zakona o šumama FNRJ od 1947.

I. ANALIZA DOSADANJIH METODA UREĐIVANJA ŠUMA OPLODNE SJEČE

A) POVRŠINSKE METODE¹

1. Historijat prvih metoda uređivanja šuma

Na prve početke uređivanja šuma nailazimo još kod starih Rimljana. Oni su poznavali vegetativnu regeneraciju listača, pa su niske šume uređivali tako, da bi iz njih mogli trajno dobivati ogrjev i vinogradarsko kolje. Takve niske šume su bile poznate pod imenom *sylvae caeduae*.

PLINIJE spominje, da su se sjekli osmogodišnji kestenici, te kaže, da je jedan juger² niske kestenove šume u toj dobi davao dovoljno vinogradarskog kolja za dvadeset jugera vinograda (HUFFEL, 1926., str. 88.).

U KATONOVIM i JUSTINIJEVIM djelima nalazimo također podatke o uređivanju šuma.

KATON (*De Agricultura*) smatra nisku šumu najproduktivnijim oblikom šume.

Prema JUSTINIJEVIM *Pandektama* bilo je dopušteno uživanje niskih šuma (*»sylvae caeduae«*), dok je sječa stabala (*»grandes arbores«*) bila zabranjena.

Iz historije šumarstva poznato nam je, da se prvo uređivanje šuma sastojalo u podjeli šuma na godišnje sječine.

HUFFEL (1927., str. 6.) spominje, da su se u rimskoj provinciji Galiji mogle razlikovati tri vrste šuma.

Prvo su bile *sylvae caeduae* ili *sylvae minutae*, kao periferni dijelovi pojedinih šumskih kompleksa, koji su se nalazili u blizini naselja. Te su šume služile za podmirenje potreba za ogrjevnim drvom.

Drugo su bile *sylvae glandiferae* (kasnije zvane *forestae*), koje su se protezale u centralnim dijelovima šumskih kompleksa, a služile su za pašu i žirenje, kao i za podmirenje potreba za građevnim drvom. U tim su šumama bile dopuštene samo izvanredne prebirne sječe, i to onih vrsta drveća, koje nisu rađale korisnim plodom.

Treće su bile šume, koje su se nalazile izvan dohvata naselja, pa se uopće nisu iskorišćivale.

¹ Radi bolje i preglednije analize razvrstali smo različite uređajne metode u tri glavne grupe. To su *površinske metode*, *metode po masi* i *privrastu* i *kombinirane metode*. Kod prvih je etat definiran po površini, kod drugih po drvnjoj masi, dok je kod trećih etat definiran i po površini i po drvnjoj masi.

² Jedan juger (Lat. jugerum, fr. jugère) odgovara 1/4 hektara (Larousse du XX^e siècle, str. 205.).

Podjela šuma na *sylvae minutae* i *forestae* izvršena je na temelju ekonomskih momenata onog vremena, te je možemo smatrati prvom gospodarskom podjelom šuma.

Poslije Rimljana nastaje duga vremenska perioda bez pisanih dokumenata o šumarstvu.

Tek 1300. god. javlja se prvi gospodarski i šumarski pisac KRESCENCIJE sa svojim djelom *In commodum ruralium*.

I prije KRESCENCIJA spominje se šumarstvo u nekim poveljama, no tu se ne radi toliko o šumskom gospodarenju, koliko o zabrani pustošenja šuma.

Dok je gospodarenje u niskim šumama uvedeno još u starom vijeku, dotle je uređivanje visokih šuma novijeg datuma. U visokim su se šumama dugo vremena vršile neuredne prebirne sječe, koje su bile uzrokom prekomjernog uživanja šuma. Stoga su se izdavale različite odredbe, prema kojima se neuredno prebiranje imalo zamijeniti sječom po površini, kako bi se uveo red u visoke šume i omogućila kontrola njihova uživanja. Takve odredbe javljaju se najprije u Francuskoj (*Odredba Philippa III. od 1280., odredba Philippa le Long od 1318., odredba Philippa de Valois od 1346., odredba Charlesa V. od 1376.,³ odredba od 1544. i t. d.*). No tek sredinom XVII. vijeka (naredbom od 1669.) zamijenjeno je neuredno prebiranje u nizinskim šumama sječom po površini, kad je metoda *tire et aire*⁴ primijenjena i na visoke listopadne šume.

Metoda *tire et aire* je originalna francuska metoda, koja se sastojala u tom, da se površina šume dijelila na onoliko jednakih dijelova (sječina), koliko je ophodnja brojila godina. Svake godine sjekao se jedan dio tako, da su se sječine nizale jedna za drugom. Na sječinama se ostavljalo obično 10 sjemenjaka po 1 k. j.

U nizinskim hrastovim šumama imala je ta metoda dobar uspjeh. Kako su se sjekle vrlo stare šume, izbojaka iz panjeva nije bilo, nego su se iz sjemena razvile vrlo lijepe sastojine. Godina sječe nije morala koincidirati s godinom fruktifikacije. Bilo

³ Ta odredba se zove *L'ordonnance de Melun* i smatra se prvim šumarskim zakonom, jer je detaljno propisala, kako se ima gospodariti sa šumama. Glavni propisi te odredbe vrijedili su u Francuskoj tri stoljeća, t. j. sve do godine 1669.

⁴ Termin *tire et aire* je veoma star, a prvi put se spominje u odredbi od 1544. REUSS je (1938.) opširno prikazao, kakvo je bilo prvobitno značenje *tire et aire*. Termin *tire et aire* imao je uglavnom dva značenja. Prvo značenje odnosilo se na sječu, izradu i izvoz drveta, a sastojalo se u tom, da su šumski radnici morali sjeći šumu sukcesivno i da su sječine morali ostavljati čiste (*tire*). Drugo značenje je imalo uređajni karakter, te se odnosilo na izbor sječina, na intenzitet sječe, na obilježavanje rezervi i t. d. (*aire*).

Iz različitog shvaćanja historijskog pojma *tire et aire* razvila se u francuskom šumarstvu legenda o *tire et aire* («Une légende forestière le *tire et aire*). Kasnije su francuski uređivači stvorili iz te legende metodu uređivanja šuma *tire et aire*, premda prvobitni smisao *tire et aire* nije imao karakter uređajne metode (REUSS, 1938., str. 50.).

je dovoljno, da je žir urodio nekoliko godina prije sječe, jer se mlade hrastove biljke mogu neko vrijeme održati pod zastorom starijih stabala (JOLYET, 1916., str. 84.).

Metoda *tire et aire* je prva metoda uređivanja šuma s *oplodnom sječom*.

POTEL (1925) ističe, da bi bilo neispravno smatrati, da se primjena metode *tire et aire* na visoke listopadne šume sastojala u čistoj sječi tako, da su se na sječini ostavljali pričuvci (oko 10 kom. po 1 k. jutru). Metoda *tire et aire*, protegnuta na visoke listopadne šume, predstavljala je u Francuskoj u XVII. i XVIII. vijeku jedan tip *oplodne sječe*. To je POTEL dokumentirao na temelju gospodarskih osnova onog vremena i na osnovu postojećih šuma (šuma Bercé), s kojima se gospodarilo prema tim osnovama po metodi *tire et aire* u vremenu od 1669.–1830.

U XVIII. vijeku počela se metoda *tire et aire* primjenjivati i na crnogorične šume, samo s tom razlikom, što se ondje određivao broj stabala po 1 k. j., koji se smio posjeći, dok su se kod nizinskih listopadnih šuma naprotiv markirala ona stabla, koja su imala ostati neposječena.

Metoda *tire et aire* primijenjena na crnogorične šume, dobila je naziv *jardinage* (GURNAUD, 1880.).⁵

Nakon 1830. zamijenjena je u visokim listopadnim šumama metoda *tire et aire oplodnom sječom*, kako ju je HARTIG opisao u svojim djelima *Anweisung zur Holzzucht, 1791.* i *Lehrbuch für Förster, 1808.* Mjesto jednog sijeka zavedena su dva ili tri sijeka, a njegovanju šuma (oslobađanju mladika, čišćenju i proređivanju) obraćala se veća pažnja, što je kod *tire et aire* bilo prilično zanemareno.

Metoda *tire et aire* održala se u Francuskoj jedino u šumama primorskog bora u blagim klimatima.

Dugotrajna primjena metode *tire et aire* djelovala je na konstituciju francuskih šuma, a osobito na prostorni red u šumi tako, da je i novije francusko uređivanje šuma pokušalo riješiti *problem uređivanja šuma oplodne sječe* pomoću površine (BROILLIARD, 1894., 1904.; HUFFEL, 1926.).

U Njemačkoj su *površinske metode* također najstarije metode uređivanja šuma. U literaturi se spominju mnogi primjeri podjele

⁵ U HUFFELOVOJ *Economie forestière*, (1926., str. 269.) nalazimo jedan izvatak iz opće osnove sječa, koju je sastavio MACLOT 1727. za jelove šume na Juri. MACLOTOV postupak sastoji se u ovom: šuma se dijelila u nekoliko gospodarskih jedinica (cantona). Etat se određivao po broju stabala za 1 k. j., no mjesto neurednog prebiranja po cijeloj površini, MACLOT je podijelio gospodarsku jedinicu po principu *tire et aire* na određeni broj sječina (odjela), koji su bili obilježeni od (1) do (n). Prebiranje se vršilo sukcesivno po odjelima tako, da se svake godine prebira jedan odjel. Nakon (n) godine prebiranje se vraćalo u isti odjel. To se prebiranje po MACLOTU naziva »le *jardinage à la Maclot*«.

šuma na godišnje sječine («Schlageinteilungen»). Prvi primjeri potječu iz 1246. i 1359., a odnose se, jedan na šumu biskupa grada *Mainza* (NENADIĆ, 1929., str. 181.), a drugi na šumu grada *Erfurta* (GRÖSSMANN, 1935., str. 27.).

Najstarija je i najpoznatija njemačka odredba *Forstordnung für die Grafschaft Mansfeld, 1585.*, kojom je bila propisana podjela šume na godišnje sječine (MARTIN, 1926., str. 208.).

U prvo vrijeme se podjela šume na godišnje sječine odnosila samo na niske šume, no kasnije, odredbama od 1731. i 1745. progignuta je ta metoda i na visoke šume (PFEIL, 1858., str. 17.).

Podjela šume na godišnje sječine našla je primjenu i kod crnogoričnih šuma, kad je 1740. *Fridrich Veliki* propisao instrukciju za uređivanje borovih šuma u Pruskoj (JUDEICH, 1904., str. 302.).

U Austriji je podjelu šume na godišnje sječine propisala *Marija Terezija* u XVIII. vijeku (WAGNER, 1928., str. 313.).

No već na početku XVIII. vijeka njemačko je uređivanje šuma odustalo od *površinskih metoda* kod visokih šuma, jer te metode nisu mogle pružiti siguran oslonac za potrajno uživanje šuma. U njemačkom uređivanju šuma to je više došlo do izražaja nego u francuskom, jer su ondje šume bile prostorno neuređene, te površina nije bila prikladna za reguliranje uživanja šuma kao u Francuskoj. Sa šumsko-uzgojnog gledišta njemačka metoda podjele šume na godišnje sječine bila je također neprikladna, jer je bila vezana uz čistu sječū. Zbog toga je novije njemačko uređivanje šuma bacilo težište na drvenu masu i prirast tako, da su se ondje razvile *metode uređivanja šuma po drvenoj masi i prirastu*, koje u Njemačkoj i danas dominiraju.

Prema ORLOVU (1928., tom III., str. 203.) metode podjele šume na godišnje sječine prve su metode uređivanja šuma u Rusiji, gdje su se primjenjivale u XVIII. stoljeću.

Kako u mnogim drugim zemljama, tako i kod nas nalazimo vrlo rano pisane dokumente, po kojima su bile zabranjene neuredne sječe. Prvi takav dokumenat je *Krčki statut od 1388.*, a drugi je *Urböcziusov Tripartitum* od 1514. (KESTERČANEK, 1882.).

Prije *Tripartituma* izdan je u Istri *prvi opći šumski red* 1452., koji je kasnije dotjeran i nadopunjen.

No odredbe u tim dokumentima nemaju još značenje uređivanja šuma. O uređivanju šuma možemo kod nas govoriti tek 1769., kad je *Marija Terezija* izdala *zakon o šumama* na hrvatskom jeziku.

KESTERČANEK (1882., str. 60.) kaže, da to nije samo »*prvi hrvatski šumski zakon*«, već i prva »*nauka o šumskom gospodarstvu*« izdana na hrvatskom jeziku.

Po tom se zakonu provodilo prvo uređivanje naših šuma. Kao primjer za to navodimo šumu grada Petrinje zvanu »*Kotar*«, koja je 1853. bila razdijeljena na četrdeset godišnjih sječina.

Po istoj metodi je KESTERČANEK uredio šume bivšeg vlastelinstva »Farkašić« 1888.⁶

Prikazavši tako u glavnim crtama historijat prvih metoda uređivanja šuma, razmotrit ćemo neke najvažnije *površinske metode* uređivanja šuma s *oplođnom sječom*.

2. Broilliardova površinska metoda

a) Opis metode

BROILLIARD je (1894.; 1904.) predstavnik *površinskih metoda*. On je primijenio te metode najprije na visoke bjelogorične, a kasnije i na crnogorične šume, oslanjajući se na *prirodno pomlađivanje*, t. j. na *oplođnu sječ*; šumu dijeli u toliko odjela, koliko godina broji ophodnja, a etat određuje po površini i broju stabala.

BROILLIARD razlikuje dvije vrste sječa. Jedno su glavne sječe (*oplođna sječa*), drugo su sječe međuprihoda. Intenzitet prvih je unaprijed određen brojem stabala, a intenzitet drugih je pušten provodiocu uređajnog elaborata, da ga on odredi prema stanju i dobi sastojina, koje su predviđene za njegovanje.

Broilliardova oplođna sječa se sastoji od pet sjekova, koji se provode u intervalima od 5 godina, izuzevši razmak između zadnjeg i predzadnjeg sijeka. Taj može biti dulji od 5 godina, tako da pomladno razdoblje traje 20–25 godina.

Što se tiče čistih hrastika BROILLIARD preporuča, da se prilikom svakog sijeka posiječe $\frac{1}{4}$ stabala. To znači, ako u sječivoj dobi jedne hrastove sastojine imamo 80 stabala po hektaru, tada ćemo prvim sijekom posjeći 20 stabala, drugim sijekom 15, trećim 11, a četvrtim 8 stabala. Nakon 15 godina ostalo bi nam prema tome oko dvadesetak stabala po hektaru. To će biti najljepša stabla, koja ne moramo posjeći u toku narednih 5 godina, nego ih možemo podržavati i dulje, kako bismo iskoristili njihov velik kvalitativni prirast.

Analogni postupak preporuča BROILLIARD za bukove šume. Razlika je samo u intenzitetu sječe, jer što se bukovih šuma tiče taj autor preporuča, da se prilikom svakog sijeka posiječe $\frac{1}{3}$ stabala.

U mješovitim nizinskim hrastovim šumama intenzitet sječe ostaje isti kao i kod čistih hrastika, s tom razlikom, što za ostale vrste drveća BROILLIARD preporuča, da se prilikom svakog sijeka posiječe $\frac{1}{2}$ stabala.

Plan gospodarenja se sastavlja tako, da se za svaki odjel propiše vrijeme za prva četiri sijeka. Za peti sijek nije određeno

⁶ Gospodarske karte šume »Kotar« od 1853. i šume biv. vlastelinstva »Farkašić« od 1888. nalaze se u Zavodu za uređivanje šuma Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu.

vrijeme. Intenzitet sječe je određen brojem stabala, koja će se vaditi kod svakog sijeka, kako je to naprijed rečeno.

Međuprihodi su također određeni po površini, ali bez naznake intenziteta sječe.⁷

b) Kritika Broilliardove metode

Broilliardova površinska metoda je pokušaj uređivanja šuma *oplodne sječe*, uvažavajući šumsko-uzgojne momente i momente prostornog i vremenskog uređivanja šuma, ne služeći se pritom ni drvnom masom, ni temeljnicom, ni prirastom, nego samo *površinom i brojem stabala*. U tome se i sastoji glavna prednost *Broilliardove metode*. Ona, naime, operira samo onim veličinama (površinom i brojem stabala), koje se mogu *lako i sigurno* ustanoviti.

No s druge strane, ta metoda ima dosta nedostataka. Budući da šuma mora biti podijeljena na toliki broj odjela podjednake površine, koliko ophodnja broji godina, to bi trebalo kod uređivanja naših šuma ponovo izvršiti unutarnju razdiobu ili bi trebalo gospodarske jedinice formirati tako, da obuhvataju odgovarajući broj odjela. Ni jedan ni drugi postupak ne može se opravdati; prvi zbog toga, jer je unutarnja razdioba stalnog značenja, a drugi s toga, jer bismo na taj način stvorili neprirodne gospodarske jedinice, koje obično ne bi bile u skladu s principom naših *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica* (KLEPAC, 1949., str. 156.).

Drugi nedostatak *Broilliardove metode* je taj, što je kod nje *oplodna sječa* suviše šablonizirana. Da bi se postigli podjednaki prihodi, unaprijed je određen intenzitet sječe svakog pojedinog sijeka, tako, da je godišnji etat unaprijed fiksiran vremenski i površinski. To je sa šumsko-uzgojnog gledišta neispravno, jer je nemoguće unaprijed propisati intenzitet pojedinih sjekova *oplodne sječe*.

Koliki će taj intenzitet biti, to će zavisiti od bezbroj faktora, koji se ne mogu predvidjeti, na što su već prije ukazali BROILLIARDÓVI suvremenici (TASSY 1887., str. 273.) i drugi.

Osim toga etat po površini i po broju stabala nije prikladan za planiranje šumskog gospodarstva, koje traži, da se etat izrazi u jedinicama drvene mase.

⁷ Pored *Broilliardove površinske metode* bilo je u Francuskoj i drugih *površinskih metoda*. Tako na pr. TASSY (1887., str. 273.) opisuje površinsku metodu, za koju kaže, da je opisana 1847. u francuskim šumarskim analizama. Ta se metoda sastoji u ovom: Ako je jednoj periodi od 20 godina dodijeljeno 20 sastojina (odjela), onda ćemo kod čiste sječe svake godine posjeći jednu sastojinu. No čistu sječju možemo zamijeniti *oplođnom* u tri sijeka, tako da ćemo prvim i drugim sijekom vaditi $\frac{1}{4}$ stabala, a trećim sijekom ostatak. Mjesto da svake godine sječemo golom sječom $\frac{1}{20}$ površine sastojina posebne osnove sječa, sjeći ćemo svake godine *oplođnom sječom* $\frac{3}{20}$ te površine, provodeći u jednoj sastojini pripravn, u drugoj naplodni, a u trećoj dovršni sijek, realizirajući podjednaki etat kao kod gole sječe. Sjekovi *oplođne sječe* provode se prema stanju sastojina i pomlatka. Pripravnim i naplođnim sijekom realizirat ćemo $\frac{1}{2}$ etata, a dovršnim sijekom ostatak.

3. Huffelova površinska metoda

a) Opis metode

HUFFEL je (1926., str. 390.) primijenio specijalnu *površinsku metodu* u bukovim šumama *oplodne sječe* u prvom redu radi prostornog, a tek u drugom redu radi vremenskog uređivanja šuma.

Huffelova površinska metoda sastoji se u ovom: Najprije se odredi vremenski interval između pojedinih sjekova *oplodne sječe* u šumi, koju želimo urediti. Ako je taj interval dug pet godina, onda se sve sastojine prve periode (t. j. one koje su uvrštene u posebnu osnovu sječa) raspoređuju u nekoliko sjekoreda tako, da svaki obuhvata pet sječina.

Svake godine se sječa vrši istodobno u svim sjekoredima. Prve godine se vrši prvi sijek na prvoj sječini u svim sjekoredima, druge godine se obavlja sječa na drugoj sječini sviju sjekoreda i t. d. Šeste godine se sječa ponovo vraća na prvu sječinu svakog sjekoreda i tako redom dalje. Traje li pomladno razdoblje 20 godina, imat ćemo pet sjekova, pa će *teoretski* nakon 25 godina biti sve sastojine posebne osnove sječa iskorištene i prirodno pomlađene.

Intenzitet sječe pojedinog sijeka nije unaprijed određen. Prodviocu uređajnog elaborata prepušteno je, da ga on odredi na temelju šumsko-uzgojnih momenata.

b) Kritika Huffelove metode

Huffelova površinska metoda je kud i kamo elastičnija od *Broilliardove površinske metode*, jer ne propisuje intenzitet sječe za pojedine sjekove *oplodne sječe unaprijed*.

Huffelovom metodom je riješen problem *oplodne sječe* s obzirom na prostorno uređivanje šuma. Što se tiče vremenskog uređivanja šuma možemo reći, da se principu potrajnosti ne pridaje dovoljno važnosti, jer se intenzitet sječe određuje samo prema uspjehu prirodnog pomlađivanja. Zbog toga se po *Huffelovoj metodi* može dogoditi, da sastojine posebne osnove sječa budu iskorištene i prirodno pomlađene prije konca periode, ako su u pojedinim godinama bili povoljni uvjeti za prirodno pomlađivanje.

Drugi nedostatak spomenute metode sastoji se u tome, da će kod te metode godišnji etati jako varirati, jer zavise samo od šumsko-uzgojnih momenata. Taj bi se nedostatak mogao ublažiti osnivanjem većeg broja sjekoreda, kako to i sam HUFFEL (1926., str. 392.) preporuča.

Huffelova metoda ima još i taj nedostatak, što se unaprijed ne zna koliki je godišnji etat drvne mase, jer je on posljedica površinskog etata i šumsko-uzgojnih momenata. Spomenuti nedostatak se naročito očituje kod planiranja šumskog gospodarstva.

4. Općeniti sud o površinskim metodama

Površinske metode počivaju na normalitetu šume, koji je izrađen za sastojinski oblik gospodarenja⁸ na temelju površine i starosti. Taj je normalitet zamišljen kao jedan niz od (*u*) sastojina (dobnih stepenova) jednakih površina iste produktivnosti i svih starosti od prve do *u*-te godine. Kod *oplodne sječe* je pojam dobnog stepena zamijenjen pojmom dobnog razreda. Na taj je način normalitet šume *oplodne sječe* definiran jednim potpunim nizom dobnih razreda, od kojih svaki zauzima jednaku površinu iste produktivnosti.

Oslanjajući se na normalitet po površini, *površinskim metodama* možemo sigurno postići normalnu strukturu šume (normalan razmjer dobnih stepenova ili razreda), ma da smo površinski etat pogrešno odredili. To je glavna prednost *površinskih metoda*.

Druga prednost *površinskih metoda* sastoji se u tom, što one omogućavaju laganu kontrolu uživanja šuma u svako doba, pa čak i nakon dugog vremena.

Prednost *površinskih metoda* leži nadalje i u tome, što one osiguravaju prostorno uređivanje šuma.

Osim toga, *površinske metode* su jasne i jednostavne, pa je njihova primjena, ako je usporedimo s drugim uređajnim metodama, skopčana s najmanjim troškovima.

Međutim, *površinske metode* imaju i svojih nedostataka. Bitni nedostatak leži u samom normalitetu definiranom po površini. Takav normalitet je doduše jednostavan, ali nije potpuno definiran s razloga, što nije uzeta u obzir drvena masa. Zbog toga se površinskim metodama postizava samo normalna struktura šume. Normalna drvena zaliha je posljedica normalne strukture samo pod uvjetom, ako je definiran normalan obrast pojedinih sastojina (dobnih stepena, odnosno dobnih razreda). Nije li to učinjeno, kao što je to slučaj kod normaliteta po površini, onda možemo imati za istu normalnu strukturu različite normalne drvene zalihe. To

⁸ Naš se pojam sastojinskog oblika gospodarenja ne podudara s njemačkim pojmom »sastojinskog gospodarenja« (»Bestandeswirtschaft«). Mi razumijevamo pod sastojinskim oblikom gospodarenja takvo gospodarenje, kod kojeg je najniža jedinica gospodarenja sastojina, koje se drvena masa može iskoristiti odjednom (čista sječa) ili postepeno (*oplodna* ili *postupična sječa*).

Njemačko »sastojinsko gospodarenje« (Bestandeswirtschaft) je prema MILITZU (1916) metoda uređivanja šuma, koja se sastoji u tome, da se etat gospodarske jedinice ustanovljuje na temelju zrelosti i šumsko-uzgojnih momenata svake pojedine sastojine, bez obzira na trajnost prihoda i normalno stanje u cijeloj šumi. Prema WAGNERU (1928) sastojinsko je gospodarenje gospodarski sistem, koji je JUDEICH (1904) teoretski razradio na temelju teorije čistog zemljišnog prihoda (»Bodenreinertragslehre«).

Bilo bi pogrešno smatrati, da je njemačko »sastojinsko gospodarenje«, jedini oblik gospodarenja sastojinama, jer ima i drugih uređajnih metoda, koje operiraju sastojinom, kao najnižom jedinicom. Takve su metode na pr. *kombinovano rašestarenje* prema Naputku od 1903. god., *metoda dobnih razreda*, *francuske kombinovane metode* i t. d.

nije ispravno. U šumi treba uz normalnu strukturu postignuti onu normalnu drvenu zalihu, koja daje najpovoljniji prirast.

S istog razloga ni etat po površini nije dovoljno definiran te kao takav ne može poslužiti za planiranje u šumskom gospodarstvu.

Površinske metode imaju i ovaj nedostatak. One pretpostavljaju, da su površina šume i ophodnja nepromjenljive veličine. Međutim, te se veličine mijenjaju. Zbog toga se mijenja i normalitet, a posljedica tih promjena jesu gospodarske žrtve.

Kao jedan od nedostataka *površinskih metoda* valja spomenuti i to, što nam te metode ne pružaju inoćnost, da pratimo uspjeh gospodarjenja.

Imajući pred očima prednosti i nedostatke *površinskih metoda*, dolazimo do zaključka, da one nisu prikladne za uređivanje naših šuma *oplodne sječe*.

Površinske metode imaju svoju svrhu kod niskih šuma, kao i u onim šumama, gdje se etat u kubnim metrima ne može i ne smije unaprijed odrediti. To vrijedi za sječú u zaštitnim šumama i za njegu šumâ kod sastojinskog oblika gospodarjenja. I u jednom i u drugom slučaju *površinske metode* najpovoljnije; godišnji etat izražen je površinom, na kojoj se imaju izvršiti sanitarne sječe, odnosno na kojoj se ima obaviti njega šume. Etat po drvnoj masi bit će u prvom slučaju *posljedica* sanitarnih sječa, a u drugom slučaju *posljedica* njega šume.

B) METODE PO MASI I PRIRASTU

1. Historijski pregled razvoja uređajnih metoda po drvnoj masi i prirastu

Metode uređivanja šuma po drvnoj masi i prirastu potječu iz Francuske. Godine 1721. javlja se francuski naučenjak RÉAUMUR sa svojom raspravom *Réflexions sur l'état des forêts du royaume*. U tom je djelu RÉAUMUR pokrenuo pitanje kulminacije prirasta niskih šuma, kako bi utvrdio ophodnju najveće drvene mase (apsolutna zrelost).

RÉAUMUR-ovi sljedbenici BUFFON (1739) i DUHAMEL (1764) razrađivali su dalje RÉAUMUROVE ideje, a VARENNE DE FENILLE i PERTHUIS razvili su u drugoj polovici istog vijeka u tom smjeru cijelu teoriju. Ova posljednja dvojica su ustanovila, da je prirast po jedinici površine u uređenoj šumi jednak poprečnom sječivom prirastu najstarije sastojine. Time je bio udaren temelj teoriji normalne šume.

Zanimljivo je, da je ta teorija našla naročitu primjenu u nje-mačkom načinu uređivanja šuma, gdje je bila detaljno teoretski razrađena i istodobno primijenjena u praksi.

Francuski način uređivanja šuma bio je drugačiji. Ideje VARENNE DE FENILLA i PERTHUISA imale su u Francuskoj u prvo vrijeme samo teoretsko značenje. Razlog tome bio je taj, što su u Francuskoj bile u to vrijeme već ukorijenjene *površinske metode* i *metode po broju stabala*. Zbog toga ideja određivanja etata po drvnoj masi i priraštu nije ondje mogla u prvo vrijeme naći praktičnu primjenu.

Njemačke šume su naprotiv bile u isto doba jako poremećene: prvo zbog »divlje prebirne sječe« u XVII. i XVIII. vijeku, a drugo zbog velikih ratova. Takvom stanju šuma bolje su odgovarale *metode po masi i priraštu*, pa je stoga teorija normalne šume našla u Njemačkoj mnogo pristaša. Iz te teorije razvile su se specijalne *metode uređivanja šuma po masi i priraštu* – tako zvane *normalno-zališne metode*.

Te su metode bile prodrle u veći dio evropskih zemalja te, pošto su primijenjene u mnogim zemljama, prodiru one i u Francusku stotinu godina poslije BUFFONA, DUHAMELA, VARENNE DE FENILLA i PERTHUISA. Ondje su te metode poprimile specifični oblik u formi *Mélardove metode* i njezinih modifikacija (*Francuske instrukcije od 1883., 1894. i 1924.*).

Prije *normalno-zališnih metoda* postojale su i u Njemačkoj neke *uredajne metode po masi i priraštu*. To su najstarije njemačke *metode po masi i priraštu*. One su se osnivale na ophodnjici, koja je bila određena vremenom »kad drvo opet postane zrelo«. Suština tih metoda sastojala se u tome, da se postojeća drvna masa stabala, zrelih za sječú, uvećana za prirast u toku jedne ophodnjice, dijelila s brojem godina ophodnjice. Te metode su poznate pod imenom »*Massenteilungsmethoden*«. One su se primjenjivale u Njemačkoj u drugoj polovici XVIII. vijeka u prebirnim i srednjim šumama (BECKMANN, 1759.; VON WEDELL-WIESENHÄVERN, 1777.–1794.; HENNERT, 1795.) (WAGNER, 1928., str. 276.).

Potkraj XVIII. stoljeća zamijenjeno je u Njemačkoj stablimično¹ i kombinirano gospodarenje sastojinskim oblikom gospodarenja. Mjesto prebirne i srednje šume počela se favorizirati visoka šuma gole i *oplodne sječe*. Ta promjena oblika gospodarenja imala je veliki utjecaj na razvoj uređivanja šuma.

Pod utjecajem *Beckmannove, von Wedell-Wiesenhavernove i Hennertove metode* razvile su se u Njemačkoj originalne *šestarske metode po drvnoj masi* (HARTIG, 1795.), koje su u njemačkom šumarstvu dominirale gotovo jedan vijek.

¹ Pod stablimičnim gospodarenjem razumijevamo ono gospodarenje, kod kojega je najniža jedinica svako pojedino stablo. Kombinirano gospodarenje je kombinacija između sastojinskog i stablimičnog gospodarenja. Stablimično gospodarenje uključuje u sebi visoki i niski uzgojni tip s prebirnom sječom, a kombinirani oblik gospodarenja se odnosi na srednji uzgojni tip šume.

Istodobno su nastale *normalno-zališne metode*, koje su se, uz neke modifikacije, održale u njemačkom uređivanju šuma do danas.

Radi preglednijeg proučavanja *metoda po drvenoj masi i prirastu*, razvrstat ćemo ih u tri grupe: *rašestarenje po drvenoj masi*, *normalno-zališne metode* i *francuske metode po masi i prirastu*.

2. Rašestarenje po drvenoj masi (Hartigova metoda)

a) Opis metode

Pod *rašestarenjem po drvenoj masi* razumijevamo metodu uređivanja šuma, kojom na temelju opće osnove sječa raspoređujemo uživanje neke šume za vrijeme cijele ophodnje (odnosno za cijelo uređajno vrijeme) tako, da pojedine periode ophodnje dobiju jednake ili približno jednake (progresivne) prihode.²

Opću osnovu sječa sastavljamo ovako: Najprije utvrđujemo ophodnju, koju dijelimo na jednako duge periode. Nakon toga raspoređujemo pojedine sastojine šume u odgovarajuće periode imajući pred očima njihovu starost i sječni red. Rasporedivši tako sve sastojine po periodama, napravili smo privremenu opću osnovu sječa. Zatim određujemo količinu prihoda za svaku periodu. Razlikujemo glavne prihode i međuprihode. Glavne prihode određujemo tako, da postojećoj drvenoj masi svake periode dodamo prirast do one dobi, kad će dotična drvna masa biti posječena. Međuprihode ustanovljujemo tako, da za svaku sastojinu procijenimo, koliko će ona međuprihoda dati u toku svake periode do dobi sječe. Zatim sumiramo glavne i međuprihode za cijelu ophodnju. Tako dobivene prihode dijelimo brojem perioda, te na taj način dobivamo periodički etat. Nakon toga provodimo međusobno uspoređivanje prihoda pojedinih perioda s periodičkim etatom: Nejednakosti u periodičkim prihodima izravnavamo premještanjem pojedinih sastojina iz jedne periode u drugu sve dotle, dok nismo postigli jednakost periodičkih prihoda. Tako dolazimo do definitivne opće osnove sječa.

Posebna osnova sječa je samo jedan dio opće osnove, koji se odnosi na prvu periodu. Kvocijent drvene mase prve periode i broj godina periode definira godišnji etat po drvenoj masi.

U literaturi je tu metodu prvi obradio HARTIG u djelu *Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste*, 1795.

² Mi ćemo u našim razmatranjima smatrati pod *šestarskim metodama* one *metode*, koje operiraju s općom osnovom sječa, sastavljenom za cijelu ophodnju.

b) Kritika Hartigove metode

Ideja *Hartigove metode* se sastoji u postizavanju stroge potrajnosti.

Budući da HARTIGU nije bio poznat pojam normaliteta, on je posegnuo za konkretnom drvnom masom, za konkretnim prirastom i ophodnjom, razdijelivši drvenu masu, uvećanu za odgovarajući prirast, na pojedine periode ophodnje. Taj je princip teoretski ispravan, ali je praktički neprovediv iz ovih razloga:

1. što za svaku pojedinu sastojinu, pa i za onu najmlađu treba unaprijed odrediti koliku će drvenu masu imati u dobi sječe;

2. što za svaku pojedinu sastojinu treba unaprijed odrediti koliko će međuprihoda dati do dobi sječe.

Zbog tih dvaju razloga *Hartigova metoda* je ne samo vrlo *komplikirana* nego i *subjektivna*, jer se etat određuje na temelju prirasta izračunatog za stotinu i više godina unaprijed.

Sa šumsko-uzgojnog gledišta *Hartigova metoda* je također nepovoljna, jer je strogi princip potrajnosti podredio i ukočio princip uzgajanja i njegovanja šuma.

U ovoj raspravi ne ćemo ulaziti u detaljna razmatranja *Hartigove metode*, jer se ona preživjela, te danas ima samo historijsku vrijednost, o čemu vlada u literaturi podjednako mišljenje. (JUDEICH, 1904., str. 424.; WAGNER, 1928., str. 288.; BAADER, 1942., str. 240.; TASSY, 1887., str. 280.; BROILLIARD, 1878., str. 138.; HUFFEL, 1926., str. 361.; ORLOV, 1928., III. tom, str. 218.; JERRAM, 1945., str. 34.).

No ipak moramo naglasiti, da je historijsko značenje *Hartigove metode* veliko, jer je tom metodom utrt put uređivanju šuma *oplodne sječe*, pošto je ophodnja podijeljena na periode, a šuma na »Fachove«. Svakoj periodi je dodijeljen jedan »Fach«, t. j. grupa sastojina (jedna rubrika opće osnove sječa), koje se imaju užiti u toku dotične periode. Time je stvorena mogućnost, da se sastojine jednog »Facha« prirodno pomlade u toku jedne periode, što se kod podjele šume na godišnje sječine nije moglo uvijek postići.

3. Normalno-zališne metode

a) Općenito o normalno-zališnim metodama

Iz teorije normalne šume razvile su se u Njemačkoj potkraj XVIII. i u toku XIX. vijeka *normalno-zališne metode*.

Glavni je cilj *normalno-zališnih metoda* uspostaviti u šumi normalno stanje, kako bi se osigurao princip potrajnosti.

Normalno-zališne metode možemo prema RÖHRLU (1927) podijeliti na dvije skupine.

Jedno su *normalno-zališne metode u užem smislu*, ili *metode užitnog faktora*. Računanje etata po tim metodama vrši se direktno pomoću konkretne drvene zalihe, a indirektno pomoću normalnog prirasta i normalne drvene zalihe, koji dolaze do izražaja u užitnom faktoru (PAULSEN, 1795.; HUNDESHAGEN, 1821.; MANTEL, 1852.; MASSON, 1875.)¹

Drugo su *normalno-zališne metode u širem smislu*, ili *prirasne metode*. Po tim metodama obračunava se etat direktno pomoću prirasta, konkretne i normalne drvene zalihe (*Austrijska kameralna taksa*, 1788.; HUBER, 1812.; KARL, 1838.; G. HEYER, 1852.; C. HEYER, 1862.; BREYMANN, 1855.; TOMIČ, 1877.; GEHRHARDT, 1923.; FLURY, 1923.).

I jedne i druge metode polaze od pretpostavke, da će se normalno stanje u šumi postignuti uspostavom normalne drvene zalihe. Tako na primjer HUNDESHAGEN (RÖHRL, 1927., str. 52.) kaže za svoju metodu ovo: »Za racionalnu metodu je normalna drvena zaliha pod svim okolnostima mnogo važnija nego njezina pravilna postepenost dobnih razreda, jer, ako je u šumi jednom uistinu uspostavljena normalna drvena zaliha, normalna prihodna sposobnost će se održati uz neznatna kolebanja, a postepenost dobnih razreda može se prepustiti vremenu«.

KARL HEYER (1833., str. 57.) tvrdi slično: »Ako u šumi postoji normalna zaliha i normalni prirast, onda se normalni poredak i normalna količina dobnih razreda uspostavljaju sami od sebe, ako se svake godine ili periodički, iskorišćuje normalni etat, te ako se posječene površine odmah pošume«.

U tom duhu sve *normalno-zališne metode* traže, da se u šumi postigne normalna drvena zaliha. Konkretna drvena zaliha ima se svesti na normalnu u određenom vremenu (»vrijeme izjednačenja«).

Kod *metoda užitnog faktora* to je vrijeme izraženo indirektno, dok je kod *prirasnih metoda* ono izraženo direktno.

Općenita formula za etat (E) po *metodama užitnog faktora* glasi:

$$E = W \times O'op \quad (1)$$

W = konkretna drvena zaliha u šumi;

$O'op$ = užitni faktor.

Užitni faktor je definiran po HUNDESHAGENU formulom (2).

$$O'op = \frac{E_n}{U} \quad (2)$$

E_n = normalni etat ili drvena masa zadnjeg dobnog stepena u normalnoj visokoj šumi gole sječe; E_n se računa pomoću prirasno-prihodnih tabela za odgovarajuću vrstu drveća, za odgovarajuću

¹ Mantelovu metodu ćemo razmatrati u narednom poglavlju sa Massonovom metodom, i to s razloga, što se te metode kod obračuna etata ne oslanjaju ni na jednu veličinu normalne šume, premda su se iz nje razvile.

način gospodarenja i prorjeđivanja, za odgovarajuću ophodnju i odgovarajući stojbinski bonitet.

U = normalna drvena zaliha; određuje se za početak vegetacione periode na temelju prirasno-prihodnih tabela za iste gospodarske, stojbinske i sastojinske prilike, za koje se računa E_n .

Općenita formula za računanje etata prema *prirasnim metodama* glasi:

$$E = Z + \frac{W - U}{a} \quad (3)$$

Z = prirast; a = vrijeme izjednačenja.

Transformiramo li formulu (1), dobit ćemo formule (4) i (5).

$$E = U \times O'op + (W - U) \times O'op \quad (4)$$

$$E = E_n + \frac{W - U}{a'} \quad (5)$$

Prema tome možemo napisati općeniti oblik za sve *normalno-zališne metode*:

$$\text{Etat} = \text{Prirast} + \frac{\text{konkretna drvena zaliha} - \text{norm. drvena zaliha}}{\text{vrijeme izjednačenja}} \quad (6)$$

Razlika je samo u tome, što različiti autori računaju na različite načine pojedine članove izraza (6).

Kad je etat glavnog prihoda izračunat, onda se sastavlja posebna osnova sječa za dulje ili kraće vremensko razdoblje.

Opća osnova sječa se ne sastavlja.

Etat međuprihoda nije definiran.

Po isteku posebne osnove sječa vrši se revizija. Tom prilikom se ponovo računa etat i ponovo se sastavlja osnova sječa.

b) Dosadanja upotreba normalno-zališnih metoda

Normalno-zališne metode se osnivaju samo na drvnoj masi i prirastu, ne vodeći računa direktno o površini šume. Zbog toga *normalno-zališne metode* imaju karakter vremenskog uređivanja šuma. One ne propisuju ni mjesto, gdje će se izračunati etat realizirati, a ni način, na koji će se on ostvariti. To znači, da *normalno-zališne metode* nisu vezane uz određeni oblik gospodarenja, kao što je to slučaj kod *kontrolnih metoda*, kod *metode dobnih razreda* i ostalih. Zbog toga su se *normalno-zališne metode* mogle do neke granice prilagoditi evoluciji nauke o uzgajanju šuma, te su primijenjene i na šume sastojinskog i na šume stablimičnog gospodarenja. To je ujedno razlog, da su se *normalno-zališne metode* toliko dugo održale u praksi.

No i u teoriji postoji još uvijek vrlo rašireno mišljenje, da se *normalno-zališne metode* mogu upotrijebiti za određivanje etata bilo direktno, bilo indirektno kao kontrola etata izračunatog po kojoj drugoj metodi.

Radi bolje ilustracije, citirat ćemo u tom smjeru neke najpoznatije autore.

JUDEICH (1904., str. 372.) ističe, da *Hundeshagenova metoda* može služiti kao općeniti regulator etata sračunatog po metodi »sastojinskog gospodarenja« (»Bestandeswirtschaft«), moramo li gospodāriti po principu potrajnosti.

WAGNER (1928., str. 271.) također preporuča *Hundeshagenovu metodu* »parcijalnog užitnog postotka«, premda nije pristaša ostalih *normalno-zališnih metoda*.

ABETZ (1935., str. 210.; 1938., str. 274.) smatra, da je najbolje mjerilo za određivanje etata *Gehrhardtova formula* za šume gole i *oplodne sječe*, a formula *austrijske kameralne takse* za prebirne šume.

BAADER (1945., str. 267.) također potvrđuje, da se *prirasne i normalno-zališne metode* mogu u pravilu upotrijebiti za računanje etata.

U našoj su literaturi NENADIĆ (1929, 1938), ŠENŠIN (1934) i ŠURIĆ (1948) istog mišljenja.

U praktičnom uređivanju šuma *normalno-zališne metode* su se mnogo primjenjivale.

U šumama bivših i. o. proračunavao se etat po *normalno-zališnim metodama*. Naputak za izmjeru, procjenu i uređenje gojitbe šuma imovnih občina u hrvatsko-slavonskoj Krajini od 1881. propisao je *austrijsku kameralnu taksu*² za određivanje etata u šumama sastojinskog oblika gospodarenja (»za gojitbu po sječih«).

Naputak za sastavak gospodarstvenih osnova odnosno programa od 1903. propisao je za naše šume »pod osobitim javnim nadzorom« *šestarsku metodu*, ali je stao na gladište, da se godišnji etat, izračunat na temelju *šestarske metode*, može kontrolirati etatom izračunatim po kojem »obličku«.

Uputstva za uređivanje državnih šuma od 1931. propisuju: »Za kontrolu, da li je stroga trajnost gospodarenja osigurana, treba ustanovljeni godišnji etat pored ranije navedenog još kontrolisati sveukupnim prosečnim prirastom u doba seče na izdvojenoj površini ili kojom podesnom formulom na pr. *formulom austrijske kameralne takse*, *Mantel - Massonovom formulom* ili kojom drugom«.

Privremena Uputstva za uređenje šuma FNRJ od 1946. također preporučaju, da se etat šumsko-privrednog područja kontrolira »kojom od poznatih taksacionih formula za određivanje etata«.

² Prema spomenutom *Naputku* etat se proračunavao kod sastojinskog oblika gospodarenja po formuli (3a).

$$E = Z \times f \pm \frac{N. U. - W. U.}{n} \quad (3a)$$

Z = poprečni sječivi prirast po jedinici površine, koji se ima uzeti iz prirasno-prihodnih skrižaljki;

f = površina gospodarske jedinice reducirana na normalni stojbinski bonitet.

N. U. = normalna drvena zaliha određena po prirasno-prihodnim tabelama.

N. W. = konkretna drvena zaliha.

n = vrijeme izjednačenja.

U stranim suvremenim *uputstvima za uređivanje šuma* također još uvijek nalazimo *normalno-zališne metode*. Kao primjer za to navodimo *švajcarske instrukcije za kanton de Vaud od 1938.*, za kanton *Graubünden od 1938.* i najnoviju instrukciju za kanton *Schaffhausen*.

c) Kritika normalno-zališnih metoda sa šumsko-uzgojnog gledišta

Normalno-zališne metode imaju karakter vremenskog uređivanja šuma. Etat se određuje po formuli, te njegovo izračunavanje nema nikakve veze s prostornim uređivanjem šuma. *Posebna osnova sječa ne definira etat, nego samo služi provodiocu uređajnog elaborata kao putokaz za lakši izbor sastojina, u kojima će realizirati godišnji etat.* Budući da sastojine posebne osnove sječa kod *normalno-zališnih metoda* ne definiraju periodički etat, one ne moraju biti u toku odgovarajuće periode posječene i prirodno pomladene. U tom leži velika prednost *normalno-zališnih metoda* s obzirom na uzgajanje šuma i s obzirom na gospodarenje. One nas ne vežu na određeni oblik gospodarenja ili na određeni način sječe te prema tome ne traže od naših nasljednika, da gospodare šumama na isti način i po istom obliku, kako smo mi to činili.

Ali *normalno-zališne metode* imaju i svoje nedostatke. Slobodno odabiranje mjesta, vremena i načina, kako ćemo i gdje ćemo realizirati etat, može imati vrlo loše posljedice, jer je na taj način obično zanemaren prostorni red u šumi, a i kontrola sječe je vrlo teška, pa je gdjekad i nemoguća.

Pored tih nedostataka *normalno-zališne metode* imaju i tu veliku manu, što one ne vode računa o etatu međuprihoda, nego definiraju samo etat glavnog prihoda. To je razumljivo, jer su *normalno-zališne metode* nastale u ono vrijeme, kad se proredama nije pridavala tolika važnost kao danas. Šumarstvo onog vremena (konac XVIII. i početak XIX. stoljeća) trudilo se jedino, da ograniči uživanje šuma, a nije se obaziralo na povećavanje šumske proizvodnje, o čemu se mi danas brinemo.

To su principijelne karakteristike *normalno-zališnih metoda*. No u specifičnim našim prilikama mogu se te karakteristike izmijeniti. Kao primjer za to navodimo naše nizinske šume čistih i mješanih hrastovih sastojina. Glavne prednosti *normalno-zališnih metoda* ne dolaze do izražaja u tim šumama. Štaviše, spomenute prednosti *normalno-zališnih metoda* mogu se pretvoriti u nedostatke. Razlog tome jest taj, što u našim nizinskim šumama, a specijalno u šumama hrasta lužnjaka, treba provoditi *oplodnu sječ* u što kraćem pomladnom razdoblju, tako da se hrastici iskoriste i prirodno pomlade u jednom ili najviše u dva sijeku već prema tome, da li se radi o sastojinama slabog ili dobrog obrasta. Takav je način *oplodne sječe* za lužnjakove šume vrlo podesan sa šumsko-uzgojnog gledišta i s gledišta proizvodnje tehničkog

drva. Zbog toga će za hrastove nizinske šume biti povoljnije one uređajne metode, koje zahtijevaju, da se sastojine posebne osnove sječa potpuno iskoriste i prirodno pomlade (neke kombinirane metode) u toku jedne periode. One pak metode, kao na pr. *normalno-zališne*, koje to ne traže, omogućuju odugovlačenje *oplodnih sječa* i uzrokuju zakašnjele dovršne sjekove, što je za naše hrastove nizinske šume štetno i nepovoljno.

Osim toga, za naše nizinske hrastove šume ostaje još uvijek šuma *oplodne sječe* s donjom etažom graba, brijesta i ostalih vrsta najpovoljniji način gospodarenja, pa nam se stoga ne nameće potreba promjene oblika gospodarenja.

Prema tome *normalno-zališne metode* nisu podesne za naše nizinske šume s čisto šumsko-uzgojnog gledišta. S gledišta gospodarenja, one imaju svakako veliku prednost, jer je kod njih razlučeno prostorno uređivanje od vremenskoga. No to ćemo mi postići i kod drugih uređajnih metoda uvođenjem *računskih i šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica*.

U jelovim i bukovim šumama, kao i u brdskim šumama hrasta kitnjaka, stvar je drugačija. »Za izrazite vrste drveća sjene, a naročito za mješovite sastojine jela i bukve, stablimično gospodarenje ima s biološkog i s ekonomskog gledišta teoretski veće prednosti nego sastojinsko gospodarenje. Za vrste drveća svijetla stablimično gospodarenje sa grupimičnom smjesom predstavlja teoretski također prednost pred sastojinskim gospodarenjem na onim stojbinama, gdje je prirodno pomlađenje teško i oskudno« (KLEPAC, 1950., str. 20.).

Imajući pred očima promjenu oblika gospodarenja *normalno-zališne metode* imaju tu prednost, što one ne uvjetuju određeni oblik gospodarenja, pa bi mogle omogućiti željenu transformaciju sastojinskog oblika gospodarenja u stablimični.

Osim toga u jelovim i bukovim šumama nije uvijek moguće iskoristiti i prirodno pomladiti sve sastojine posebne osnove sječa u odgovarajućoj periodi. Bukva i jela su vrste drveća, za koje je svojstveno prirodno pomlađivanje s dugim pomladnim razdobljem, pa bi i to bio jedan razlog, koji bi govorio u prilog *normalno-zališnim metodama* u bukovim i jelovim šumama, kao i u brdskim šumama hrasta kitnjaka.

No da bismo s uređajnog gledišta mogli pravilno ocijeniti upotrebljivost tih metoda, ispitat ćemo ih detaljno, imajući pred očima jedan veći bazen šuma »B« *oplodne sječe*.

Najprije ćemo primijeniti *normalno-zališne metode* u takvom šumskom bazenu na bazi *klasičnih*,¹ a onda na bazi *računskih i šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica*.

¹ Pod *klasičnim gospodarskim jedinicama* razumijevamo one gospodarske jedinice, koje istodobno služe kao baza za određivanje etata, kao baza za postizavanje normaliteta i kao baza za provođenje jedinstvene tehnike gospodarenja.

d) Kritika normalno-zališnih metoda s uređajnog gledišta

a) Uređenje jednog većeg šumskog bazena »B« po normalno-zališnim metodama na bazi klasičnih gospodarskih jedinica

Pretpostavimo, da imamo jedan veći šumski bazen »B«, koji se sastoji od mješovitih šuma *oplodne sječe*.

U tom šumskom bazenu izvršili smo unutarnju razdiobu na odjele i odsjeke, a nakon toga smo podijelili šume na *klasične gospodarske jedinice*.

S obzirom na odnos između konkretne i normalne drvene zalihe razlikovat ćemo tri tipa *klasičnih gospodarskih jedinica*: prvo, gospodarske jedinice, u kojima je konkretna drvena zaliha (W) veća od normalne (U); drugo, gospodarske jedinice, kod kojih je konkretna drvena zaliha (W) manja od normalne (U); treće, gospodarske jedinice, gdje je konkretna drvena zaliha (W) jednaka normalnoj (U).

Bude li spomenuti šumski bazen jako prostran, tako da njegova površina odgovara površini šumsko-privrednog područja ili površini šumsko-privredne oblasti u N. R. Hrvatskoj,² onda ćemo imati u takvom bazenu mnoštvo gospodarskih jedinica, jer optimalna površina *klasičnih gospodarskih jedinica* za šume *oplodne sječe* iznosi oko 500 ha (PARDÉ, 1930.). Stoga će u našem šumskom bazenu biti u pravilu zastupana sva tri tipa gospodarskih jedinica.

Gospodarska struktura pojedinih gospodarskih jedinica bit će raznovrsna, te ćemo moći razlikovati ove tipične slučajeve.

I. *Gospodarske jedinice prvog tipa ($W > U$)*

1. Postoje samo stare sastojine zrele i prezrele za sječū.

2. Prevladavaju srednjodobne sastojine; starih sastojina, zrelih za sječū, ima dosta.

3. Prevladavaju samo srednjodobne sastojine, starije od polovine ophodnje; zrelih sastojina za sječū uopće nema.

II. *Gospodarske jedinice drugog tipa ($W < U$)*

1. Prevladavaju mlade sastojine; starih, zrelih i prezrelih sastojina ima dosta.

2. Prevladavaju mlade i srednjodobne sastojine; starih sastojina zrelih za sječū ima vrlo malo.

3. Prevladavaju samo srednjodobne sastojine, mlade od polovine ophodnje; zrelih sastojina za sječū uopće nema.

III. *Gospodarske jedinice trećeg tipa ($W = U$)*

1. Postoje mlade sastojine; ima dosta sastojina zrelih za sječū.

2. Postoje mlade i srednjodobne sastojine; sastojina zrelih za sječū ima vrlo malo.

3. Postoje samo srednjodobne sastojine, kojih je starost jednaka polovici ophodnje; uopće nema sastojina zrelih za sječū.

² Površine i granice šumsko-privrednih područja i šumsko-privrednih oblasti u N. R. H. prikazali smo u članku »*Inventarizacija šuma u planskoj privredi*« (KLEPAC, 1947.).

Prema formuli (6) bit će etat u gospodarskim jedinicama prvog tipa veći od prirasta. U gospodarskim jedinicama drugog tipa bit će etat manji od prirasta, a u gospodarskim jedinicama trećeg tipa bit će etat jednak prirastu.

Etati u gospodarskim jedinicama prvog tipa bit će ovi:

$$e_1 = z_1 + \frac{w_1 - v_1}{a}; \quad e_1 = z_1 + \frac{r_1}{a} \dots \text{etat u prvoj gospodarskoj jedinici};$$

$$e_2 = z_2 + \frac{w_2 - v_2}{a}; \quad e_2 = z_2 + \frac{r_2}{a} \dots \text{etat u drugoj gospodarskoj jedinici};$$

$$e_n = z_n + \frac{w_n - v_n}{a}; \quad e_n = z_n + \frac{r_n}{a} \dots \text{etat u } n\text{-toj gospodarskoj jedinici};$$

e = godišnji etat gospodarske jedinice;

z = godišnji prirast gospodarske jedinice;

w = konkretna drvena zaliha gospodarske jedinice;

v = normalna drvena zaliha gospodarske jedinice;

a = vrijeme izjednačenja;

Sumirajući tako izračunate etate gospodarskih jedinica prvog tipa, dobivamo cjelokupni etat svih gospodarskih jedinica prvog tipa (6a), (6b) i (7).

$$\Sigma e = \Sigma z + \frac{\Sigma w - \Sigma v}{a} \quad (6a)$$

$$E_I = Z_I + \frac{W_I - U_I}{a} \quad (6b)$$

$$E_I = Z_I + \frac{R_I}{a} \quad (7)$$

Na analogan način dolazimo do cjelokupnog etata svih gospodarskih jedinica drugog tipa (8).

$$E_{II} = Z_{II} - \frac{R_{II}}{a} \quad (8)$$

Cjelokupni etat svih gospodarskih jedinica trećeg tipa određen je formulom (9).

$$E_{III} = Z_{III} \quad (9)$$

R_I predstavlja sumu razlika između konkretne i normalne drvene zalihe svih gospodarskih jedinica prvog tipa. To je suma takozvanih »vanrednih prihoda« (»Naputak«, 1903., str. 41.; NE-NADIĆ, 1929., str. 55.).³

R_{II} znači sumu razlika između normalne i konkretne drvene zalihe svih gospodarskih jedinica drugog tipa.

³ Mi ćemo vidjeti na temelju daljih razmatranja, da je pojam »vanrednog prihoda«, kao diferencija između konkretne i normalne drvene zalihe, neispravan. Tu se zapravo ne radi o »prihodu«, nego o jednom dijelu drvene zalihe.

Odnos između R_I i R_{II} može biti trojak:

$$R_I \begin{matrix} \geq \\ \leq \\ = \end{matrix} R_{II} \quad (10)$$

Relacija (10) zavisi od toga, kako se odnosi sveukupna konkretna drvena zaliha cijelog bazena prema njegovoj sveukupnoj normalnoj drvanoj zalihi.

Kad je $R_I > R_{II}$ (t. j. kad je sveukupna drvena zaliha cijelog bazena veća od normalne) izlazi iz naprijed spomenutih formula, da će se nakon (a) godina sveukupna konkretna drvena masa cijelog šumskog bazena smanjiti za iznos $R_I - R_{II}$ i da će u svim gospodarskim jedinicama biti postignuta normalna drvena zaliha.

U drugom slučaju, kad je $R_I < R_{II}$ (t. j. kad je sveukupna konkretna drvena zaliha cijelog bazena manja od normalne), izlazi prema spomenutim formulama, da će se postojeća sveukupna drvena zaliha cijelog bazena nakon (a) godina povećati za iznos $R_{II} - R_I$ i da će u svim gospodarskim jedinicama biti postignuta normalna drvena zaliha.

Kad je $R_I = R_{II}$, izlazi prema istim formulama, da će konkretna drvena zaliha cijelog bazena ostati nakon (a) godina ista po količini, samo s tom razlikom, što će u svim gospodarskim jedinicama biti postignuta normalna drvena zaliha.

Iz formula (7), (8) i (9) izlazi, dakle, da ćemo u vremenu (a) postignuti normalnu drvenu zalihu u našem šumskom bazenu, kako u cjelini, tako i u pojedinim gospodarskim jedinicama.

Ti zaključci, odnosno formule (7), (8) i (9) vrijedile bi uz pretpostavku:

1) da se granice gospodarskih jedinica našeg šumskog bazena ne mijenjaju u toku vremena izjednačenja (a);

2) da se etat računa po formuli (6) za sve gospodarske jedinice istodobno, t. j. na početku vremena izjednačenja;

3) da je normalna drvena zaliha unaprijed točno definirana i da se prema toj definiciji ona određuje za svaku gospodarsku jedinicu posebno;

4) da utvrđene ophodnje u pojedinim gospodarskim jedinicama ostaju nepromijenjene u vremenu izjednačenja (a);

5) da se utvrđeni način gospodarenja i njegovanja šuma u pojedinim gospodarskim jedinicama ne mijenja u toku vremena izjednačenja (a);

6) da je vrijeme izjednačenja (a) jednako za sve gospodarske jedinice;

7) da je prirast sastojina u pojedinim gospodarskim jedinicama konstantan u toku vremena izjednačenja (a);

8) da se prirast i drvena masa određuju na jedinstven način u svim gospodarskim jedinicama.

Analizirajmo sada svaku točku spomenute pretpostavke posebno.

β) Analiza uređenja šumskog bazena »B« po normalno-zališnim metodama

1. Nepromjenljivost granica gospodarskih jedinica

U našem smo izlaganju pretpostavili, da je šumski bazen »B« razdijeljen na *klasične gospodarske jedinice* i da će njihove granice biti nepromijenjene u toku vremena izjednačenja (a).

Teoretski bi se to moglo zamisliti, no u stvarnosti je to nemoguće postići, čak i u novoj ekonomskoj strukturi našeg šumskog gospodarstva kod jedinstvenog vlasništva šuma, jer su granice *klasičnih gospodarskih jedinica* podvrgnute promjenama, kako smo to pokazali u našoj prethodnoj raspravi »Baza za određivanje etata, 1949«.

Kad se granice jedne gospodarske jedinice promijene, tada treba revidirati razdiobu šuma i obračun etata za dotičnu jedinicu.

Revizija razdiobe šuma na *klasične gospodarske jedinice* je *subjektivna*, kao što je bila *subjektivna* i prvobitna razdioba na takve gospodarske jedinice, jer njihovo formiranje zavisi od *heterogenih kriterija*, koji se istodobno ne mogu potpuno uzeti u obzir (KLEPAC, 1949., str. 170.).

Iz toga proizlazi, da se naš šumski bazen može razdijeliti na *klasične gospodarske jedinice* na različite načine. To, naravno, vrijedi i za reviziju te razdiobe. Prema tome će broj pojedinih tipova gospodarskih jedinica u šumskom bazenu »B« zavisiti od toga, kako smo izvršili razdiobu šuma.

Baš ta *subjektivnost formiranja klasičnih gospodarskih jedinica* jedan je od razloga, da se stanje šuma našeg bazena može poremeliti, jer se *privodni šumski bazen dijeli na umjetne okvire klasične gospodarske jedinice, u kojima se mora konkretna drvena zaliha reducirati ili povećati na normalnu drvenu zalihu u vremenu izjednačenja (a) bez obzira na to, da li je u spomenutom bazenu kao cjelini postojeća drvena zaliha jednaka normalnoj ili nije.*

U narednim ćemo točkama razmotriti, kakve posljedice može imati *subjektivno formiranje gospodarskih jedinica i promjenljivost njihovih granica* u vezi s ostalim točkama spomenute pretpostavke.

2. Istodobno određivanje etata u svim gospodarskim jedinicama šumskog bazena »B«

Zahtjevu ove točke naše pretpostavke može se udovoljiti.

3. Definiiranje i računanje normalne drvene zalihe

Formule (7), (8) i (9) su izvedene na temelju pretpostavke, da je normalna drvena zaliha točno definirana i da se obračunava na isti način za sve gospodarske jedinice šumskog bazena »B«.

Normalna drvena zaliha šuma sastojinskog oblika gospodarenja definirana je prirasno-prihodnim tablicama, koje su sastavljene za različite vrste drveća, za različite stobine i za različite načine prorjeđivanja. Prirasno-prihodne tabele predstavljaju numeričku sliku normalne ili, bolje rekažući, idealne šume.

Neke *normalno-zališne metode* određuju normalnu drvenu zalihu po *Presslerovoj formuli*, a neke po *poprečnom sječivom prirastu*. I jedan i drugi način je općenito poznat, te je opisan u gotovo svim udžbenicima o uređivanju šuma.

Ne ćemo ulaziti u to, kakve razlike nastaju zbog računanja normalne drvene zalihe po *Presslerovoj formuli* i po *poprečnom sječivom prirastu*, jer bi se te razlike mogle eliminirati.¹

Da bismo mogli odrediti normalnu drvenu zalihu za svaku gospodarsku jedinicu našeg šumskog bazena, trebalo bi, dakle, da imamo prirasno-prihodne tabele za sve tipove šuma, odnosno za sve vrste drveća, za sve stojbine, za sve načine gospodarenja i njegovanja u tom šumskom bazenu, ili bi trebalo definirati normalni obrast za različite tipove šuma, odnosno za različite vrste drveća, za različite stojbine, za različite načine gospodarenja i njegovanja u dotičnom šumskom bazenu.

Međutim, mi zasad još nemamo vlastitih prirasno-prihodnih tabela, izuzevši PAUSINE (1883) i PETRAČIĆEVE (1926) prirasno-prihodne tablice, a nije ni naučno ispitana mogućnost primjene stranih prirasno-prihodnih tabela za naše šume. Osim toga, kod nas nije ni definiran normalan obrast za sastojine različitih tipova šuma u dobi sječe. To znači, da kod nas normalna drvena zaliha nije točno definirana.

Zbog toga ćemo najprije razmotriti, kakvo djelovanje imaju *normalno-zališne metode*, ako se primijene na šume jednog šumskog bazena s nedefiniranom normalnom drvom zalihom.

¹ Na temelju odnosa tečajnog i poprečnog prirasta (LEVAKOVIĆ, 1922., str. 135.) možemo izvesti ova zaključka:

1) Ako je konkretna ophodnja kraća ili jednaka ophodnji najveće proizvodnje drvene mase, tada je normalna drvena zaliha, izračunata po *poprečnom sječivom prirastu*, uvijek veća od normalne drvene zalihe, dobivene po *Presslerovoj formuli*.

2) Kad je konkretna ophodnja dulja od ophodnje najveće drvene mase, tada normalna drvena zaliha, izračunata po *poprečnom sječivom prirastu*, može biti veća, jednaka ili manja od normalne drvene zalihe, izračunate po *Presslerovoj formuli*.

PATRONE je (1940) odredio ophodnju, kod koje se normalne drvene zalihe, obračunate na oba načina, podudaraju. Ta je ophodnja 1,5-1,6 puta duža od ophodnje najveće drvene mase, ako se upotrijebe Gehrhardtove prirasno-prihodne tabele.

FRANČIŠKOVIĆ je (1942) kasnije prema PATRONEU ustanovio, da je ophodnja ekvivalencije otprilike 1,75 puta duža od ophodnje najveće drvene mase, ako se upotrijebe *Schwappachove* tabele.

S istim problemom su se bavili FLURY (1914), BAADER (1945., str. 36) i drugi. Oni su izračunali korekzione faktore (c), s kojima treba korigirati normalnu drvenu zalihu, izračunatu po *poprečnom sječivom prirastu*, da se dobije ispravna zaliha.

Ističemo, da je za računanje normalne drvene zalihe po *poprečnom sječivom prirastu* potrebno prethodno definirati normalni obrast sastojina zrelih za sječu ili upotrijebiti odgovarajuće prirasno-prihodne tabele.

Različite prirasno-prihodne tabele daju različite taksacione elemente, pa prema tome i različite normalne drvene zalihe. To se vidi iz tabele br. 1. U toj smo tabeli prikazali normalne drvene zalihe, koje smo obračunali za čistu bukovu šumu *oplodne sječe* pomoću SCHWAPPACHOVIH (1943) i GEHRHARDTOVIH (1930) prirasno-prihodnih tabela. Kod tog smo obračuna uzeli u obzir različite intenzitete prorjeđivanja, različite stojbinske bonitete i različite ophodnje.

Da bismo bolje ilustrirali, kakvo djelovanje može imati upotreba stranih prirasno-prihodnih tabela kod određivanja etata, navest ćemo jedan konkretan primjer. Gospodarska jedinica »A« našeg šumskog bazena je sastavljena od četiri jednodobne sastojine; starije od 50 godina. Gospodarenje tom šumom vrši se po principima *oplodne sječe* s pomladnim razdobljem od 10 godina, a njegovanje se vrši po principima niske prorrede s intenzitetom prorjeđivanja od 34–35%. Zbog kalamiteta cijela je šuma u posljednje vrijeme prilično progaljena. Nakon obavljene stabilnične procjene svih sastojina, izračunate su na temelju *Loreyevе formule* srednje sastojinske visine (h_s) za tu gospodarsku jedinicu:

Starost sastojina gospodarske jedinice »A«	60 god.	80 god.	100 god.	110 god.
Konkretna srednja sastojinska visina (h_s) za sastojine odgovarajućih starosti gospodarske jedinice »A«	22,40 m	27,95 m	32,05 m	33,65 m
Srednja sastojinska visina za sastojine odgovarajućih starosti prema <i>Schwappachovim</i> prirasno-prihodnim tabelama za čistu visoku bukovu šumu na I. stojbinskom bonitetu uz intenzitet prorjeđivanja od 35%	22,20 m	27,70 m	32,00 m	33,80 m
Srednja sastojinska visina za sastojine odgovarajućih starosti prema <i>Gehrhardtovim</i> prirasno-prihodnim tabelama za čistu bukovu šumu na I. bonitetu uz intenzitet prorjeđivanja od 34%	22,60 m	28,20 m	32,10 m	33,50 m

Uzmemo li kao indikator stojbinskog boniteta srednju sastojinsku visinu, onda se na gospodarsku jedinicu »A« mogu primijeniti s istim pravom *Schwappachove*, kao i *Gehrhardtove* prirasno-prihodne tabele. Prema srednjim sastojinskim visinama *Schwappachov* I. stojbinski bonitet za bukvu poklapa se sa *Gehrhardtovim* I. bonitetom za bukvu kod intenziteta prorjeđivanja od 34–35%.

Evidentno je, da je *Gehrhardtov* I. bonitet za bukvu bolji od *Schwappachova* I. boniteta za bukvu. To se vidi iz podataka o temeljnicama i iz podataka o drvnim masama pojedinih dobnih stepenova. No ako normalni obrast nije konkretno definiran za od-

Tabela 1

Normalna drvena zaliha krupnog drveta¹ za bukovu šumu oplodne sječe

O p h o d n j a (u)	Normalna drvena zaliha ² po hektaru																																																																							
	glavne sastojine (U), sporedne sastojine (b), glavne i sporedne sastojine zajedno. (c)																																																																							
	po Schwappachovim ³ prirasno-prihodnim tablicama												po Gehrhardtovim ⁴ prirasno-prihodnim tablicama																																																											
	B o n i t e t																																																																							
	I						III						I						III																																																					
	Intenzitet prorjedivanja ⁵																																																																							
	58%				35%				54%				35%				56%				34%				42%				36%																																											
m ³																																																																								
V			b			c			V			b			c			V			b			c			V			b			c			V			b			c																														
80	167,19	13,65	180,84	189,99	7,85	277,34	95,31	6,98	102,29	107,68	4,24	111,92	203,90	15,15	219,05	218,40	7,39	225,79	125,51	5,70	181,21	128,01	4,65	132,66	209,15	16,20	225,35	259,70	8,40	288,10	128,97	9,75	138,72	152,29	5,55	157,84	259,31	18,90	278,21	287,76	9,12	296,88	168,29	7,74	176,03	174,41	6,30	180,71	244,28	17,90	262,18	310,99	9,10	320,09	157,93	11,45	169,38	192,00	6,43	198,43	307,39	21,13	328,52	348,84	10,02	358,86	205,62	8,52	214,14	215,87	7,00	222,37

¹ Pod krupnim drvom smatramo sve drvo debljine iznad 7 cm (Derbholz, Bois fort).

² Normalnu drvenu zalihu glavne sastojine (V) obračunali smo po formuli $U = \frac{F}{u} \left[n(m_0 + m_n + m_{2n} + \dots + \frac{m_u}{2}) + \frac{m_u}{2} + \frac{v}{2} \times \frac{m_{u+1} + m_{u+v}}{q} \right] \dots$ (11) uz uvjet, da je pomladno razdoblje $v = 10$ godina i da je obrast pomladnog razreda $q = 0.5$;

normalnu drvenu zalihu sporedne sastojine (b) obračunali smo po formuli $b = \frac{F}{u} \times \frac{r+1}{2} \Sigma D \dots$ (12) uz uvjet, da je $r = 5$ godina, t. j. da se proredi vraćaju svake 5. godine na isto mjesto; $F =$ površina gospodarske jedinice; $u =$ ophodnja; $n =$ širina dobnih razreda; m_n, m_{2n}, \dots drvena masa odgovarajućeg dobnog stepena u n -toj, 2 n -toj godini; $\Sigma D =$ suma proreda od 0-te do u -te godine.

³ Prema »Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten« od Schwappacha, IV. izdanje, Prag 1943.

⁴ Prema »Ertragstafeln für reine und gleichartige Hochwaldbestände« od Gehrhardta, Berlin 1930.

⁵ Intenzitet prorjedivanja izrazili smo u % količine međuprihoda prema sveukupnom prihodu u 100-toj godini.

nosni šumski bazen, onda nemamo objektivnog kriterija za upotrebu ovih ili onih prirasno-prihodnih tabela.

Iz tabele br. 1 vidimo, da se normalne drvene zalihe, izračunate po Schwappachovim (U_s) i Gehrhärdtovim (U_a) tabelama, odnose kod pojedinih ophodnja na I. bonitetu uz intenzitet prorjeđivanja od 34-35% ovako:

ophodnja (u)	$U_s : U_a$
80 god.	1 : 1,0920
100 „	1 : 1,1080
120 „	1 : 1,1217

Taj je odnos gotovo isti za normalnu drvenu zalihu glavne sastojine, kao i za sveukupnu normalnu drvenu zalihu – naravno uz iste uvjete.

Iz toga možemo zaključiti ovo: Ako smo za gospodarsku jedinicu »A« utvrdili ophodnju od 120 godina, onda će normalna drvena zalih za tu gospodarsku jedinicu biti prema Gehrhärdtovim prihodnim tablicama za 12% veća od normalne drvene zalihe prema Schwappachovim tablicama. Na taj ćemo način moći svjesno ili nesvjesno utjecati na veličinu etata gospodarske jedinice »A«, te ćemo ga s istim pravom odrediti za 12% više ili niže.

Ta razlika može doseći i veće iznose. To se događa onda, kad se stajbinski boniteti pojedinih prirasno-prihodnih tablica jače razlikuju. Takav je slučaj za bukovu šumu *oplodne sječe* kod ophodnje od 120 godina i kod intenziteta prorjeđivanja od 56 do 58%, gdje se normalne drvene zalihe mogu razlikovati čak za 26% (vidi tabelu 1).

To znači, da primjena stranih prirasno-prihodnih tabela omogućuje proizvoljno povećavanje ili smanjivanje etata u onim šumama, gdje nije konkretno definiran normalan obrast.

Na temelju toga moglo bi se zaključiti, da bi za naše šume trebalo sastaviti originalne prirasno-prihodne tabele ili da bi trebalo definirati normalan obrast za različite tipove šuma, jer *normalno-zališne metode* traže, da se normalna drvena zalih una-prijed točno definira za šume; u kojima se određuje etat.

Nameće se pitanje, da li je to moguće postignuti? Da li je uopće moguće sastaviti prirasno-prihodne tabele, koje bi točno definirale normalitet šume?

Ni u ono doba, kad se šumsko gospodarstvo osnivalo na jednodobnim i čistim sastojinama i kad su se šumari trudili, da šumama daju onakav oblik, koji će najbolje odgovarati uređivanju šuma; ne vodeći računa o biološkim i ekološkim momentima, ni tada nisu prirasno-prihodne tablice mogle izdržati naučnu kritiku. Tome su uglavnom dva razloga. Prvi razlog leži u teoretskoj manjkavosti i u teškoći sastavljanja prirasno-prihodnih tabela; na

što su ukazali HUFFEL² (1893. i 1919., str. 268.), LEVAKOVIĆ (1922., str. 298.), CAJANDER (1926., str. 18.) i drugi.

Drugi razlog se sastoji u tome, što se normalni taksacioni elementi prirasno-prihodnih tabela moraju usporediti sa taksacionim elementima konkretnih šuma, koje su obično daleko od normaliteta. Na temelju takvog uspoređivanja stvaraju se zaključci o bonitetu stojbine, što je naravno, vezano uz netočnosti, jer bi teoretski bilo ispravno uspoređivati samo normalne sastojine s normalnima.

Danas, kad jednodobne i čiste sastojine pretvaramo u raznodobne i mješovite, kad niske i slabe prorede zamjenjujemo visokim i kombiniranim proredama, kad gospodarenje i njegovanje šuma nastojimo prilagoditi ekološkim, fitocenološkim i genetskim momentima, danas prirasno-prihodne tablice gube svoje opravdanje. Izrada novih prirasno-prihodnih tabela, t. j. deduktivno definiranje normaliteta, ne bi moglo zadovoljiti svrsi kod suvremenog uzgajanja šuma, jer karakteristike mješovitih i nejednodobnih sastojina nisu konstantne. Omjer smjese, vrsta smjese, odnos visina, vrsta sklopa i t. d. toliko su promjenljivi i raznoliki, da ih je nemoguće trajno obuhvatiti u prirasno-prihodnim tabelama. Stoga smatramo, da za naše šume danas nema smisla sastavljati prirasno-prihodne tablice.

Svoje glедиšte potkrepljujemo između ostaloga i citatom suvremenog njemačkog uređivača BAADERA, koji je veći dio svog uređivanja temeljio na prirastu iz prirasno-prihodnih tabela, ali je ipak došao do zaključka, da su te tabele nepodesne za mješovite sastojine: »Die Aufstellung von Mischbestandsertragstabellen erachte ich aus grundsätzlichen Erwägungen heraus für unzulässig. Sie sind nicht geeignet, die Mischbestandsfragen mit Sicherheit zu klären« (BAADER, 1945., str. 72.).³

Stoga držimo, da je mjesto *deduktivnog* određivanja normalne drvne zalihe pravilnije tu zalihi ustanoviti *induktivnim* putem, kako su to predložili u Francuskoj GURNAUD (1880), u Švajcarskoj BROLLEY (1922), a u Njemačkoj EBERBACH (1925) i WAGNER (1928).

² Svoja kritička razmatranja o prirasno-prihodnim tabelama završava HUFFEL ovim riječima: »... nous considérons avec un certain scepticisme les *Tables de production (Ertragstabellen)* qui tiennent une si grande place dans la littérature forestière de l'Allemagne et enrichissent la plupart des procès - verbaux d'aménagement«.

Interesantno je spomenuti, da Francuzi nisu nigda sastavili prirasno-prihodne tablice za svoje šume.

Ipak treba priznati, da je sastavljanje prirasno-prihodnih tablica *svojedobno* mnogo pridonijelo boljem poznavanju prirasta i da one mogu još uvijek poslužiti u praksi za *orijentacione (sasvim aproksimativne)* obračune.

³ Radi potpunosti spominjemo, da u Njemačkoj ima prirasno-prihodnih tablica za mješovite šume. Takve su na pr. *Christmann-Wiedemannove* tabele za mješovite hrastove i bukove sastojine, te *Bonnemannove* za mješovite borove i bukove sastojine (VANSELOW, 1948., str. 72.).

Osim toga treba istaknuti, da je računanje normalne drvene zalihe na bazi *klasičnih gospodarskih jedinica* vrlo teško i da je skopčano s izvjesnim pogreškama. Normalna drvena zaliha je funkcija različitih faktora. Ti faktori jesu vrsta drveća, stojbina, način njege, intenzitet njege, način sječe, ophodnja i t. d. Oni isti faktori, na temelju kojih je izvršen obračun normalne drvene zalihe po prirasno-prihodnim tabelama, morali bi postojati unutar dotične *klasične gospodarske jedinice*. No to u principu nije uvijek moguće postići, jer se kod formiranja *klasičnih gospodarskih jedinica* ne mogu zadovoljiti svi oni kriteriji (faktori), od kojih zavisi normalna zaliha. Prema tome, izračunata normalna drvena zaliha ne će obično zadovoljavati.

Ali ni sam obračun normalne zalihe za šume *oplodne sječe* ne može izdržati naučnu kritiku. U tabeli (1) naveli smo normalne drvene zalihe, koje smo obračunali za bukovu šumu *oplodne sječe* po formuli (11).

$$U = \frac{F}{u} \left[n \left(m_0 + m_n + m_{2n} + \dots + \frac{m_u}{2} \right) + \frac{m_u}{2} + \frac{v}{2} \cdot \frac{m_{u+1} + m_{u+v}}{q} \right] \quad (11)$$

To je *Presslerova formula*, koju je JUDÉICH (1904.; str. 126.) proširio s obzirom na *oplodnu sječ*u.

Analiziramo li spomenutu formulu, vidjet ćemo, da je ona *teoretski neispravna* za šumu *oplodne sječe*.

U njemačkom je uređivanju šuma izrađen pojam normaliteta za visoku šumu *gole sječe*, dakle, za jedan potpuni niz od (u) jednodobnih sastojina (dobnih stepenova) jednake produktivne površine svih starosti od prve do u -te godine. Normalna drvena zaliha visoke šume *gole sječe* jednaka je sumi drvnih masa svih dobnih stepenova toga niza, pod uvjetom, da su svi dobnih stepeni potpuno obrasli i da se njihov obrast podudara sa unaprijed definiranim obrastom.

Kod šuma *oplodne sječe* pojam dobnog stepena gubi svoje opravdanje. Normalitet šume *oplodne sječe* definiran je jednim potpunim nizom od (u') dobnih razreda jednake produktivne površine. Prema tome je normalna drvena zaliha šume *oplodne sječe* jednaka sumi drvnih masa svih dobnih razreda toga niza, naravno pod uvjetom, da su svi dobnih razredi potpuno obrasli i da se njihov obrast podudara sa unaprijed definiranim obrastom ili s obrastom sastojina, koje smatramo normalnima. Takav normalitet došao je do izražaja u francuskom uređivanju šuma kod *metode stalnih afektacija*.

Mi smo usvojili takav pojam normaliteta, ali ne na bazi *klasičnih*, nego na bazi *računskih gospodarskih jedinica*.

Njemačko je uređivanje šuma protegnulo pojam normaliteta visoke šume gole sječe na šumu *oplodne sječe*, pa čak i na visoku šumu prebirne sječe. U tom duhu JUDEICH dodaje normalnoj drvnjoj zalihi visoke šume gole sječe drvenu masu pomladnog razreda $\left(\frac{v}{2} \cdot \frac{m_{m+1} + m_{u+v}}{q}\right)$, da bi dobio normalnu drvenu zalihi *oplodne sječe*.

To nije ispravno, jer u šumi *oplodne sječe* u principu ne postoje dobní stepeni, to jest jednodobne sastojine.⁴ Ondje postoje *pretežno jednodobne ili odlučno nejednodobne sastojine*, koje se sastoje od stabala raznih starosti; maksimalna razlika između starosti stabala iste sastojine definirana je pomladnim razdobljem (*v*).

Formiraju li se dobní razredi tako, da njihova širina odgovara pomladnom razdoblju (*v*), tada je evidentno, da se pomladni razred poklapa s najstarijim dobnim razredom. Budé li pomladno razdoblje (*v*) višekratnik ophodnje (*u*), ondá čemo u toku svakog pomladnog razdoblja realizirati jedan dobní razred, a u toku ophodnje čemo realizirati postojeću drvenu zalihi (uvećanu za prirast) i istodobno stvoriti normalnu drvenu zalihi. Ta je drvena zaliha jednaka jednostavnoj sumi drvnih masa odnosnih dobnih razreda, a ne sumi drvnih masa dobnih stepenová (jednodobnih sastojina), uvećanih za drvenu masu pomladnog razreda.

Iz toga proizlazi, da bismo kod primjene *normalno-zališnih metoda* morali imati posebne prirasno-prihodne tablice pretežno jednodobnih i odlučno nejednodobnih sastojina, koje su nastale *oplodnom sječom*. No sastav takvih tablica bio bi još teži i nesigurniji, a njihova upotreba postala bi još subjektivnija.

Iz toga vidimo, da se zahtjevu točke (3) naše pretpostavke ne da udovoljiti.

4. Ophodnja

Formule (7), (8) i (9) su izvedene pod pretpostavkom, da se odabrane ophodnje na početku uređivanja šuma ne će mijenjati u toku vremena izjednačenja.

Kod istog oblika gospodarjenja cilj gospodarstva se izražava ophodnjom, odnosno sječivom dobi. Različite ophodnje, odnosno različite sječive dobi, definiraju različite zrelosti, kao što su: fizička zrelost, šumsko-uzgojna zrelost, apsolutna zrelost (najveća proizvodnja drvene mase), tehnička zrelost, financijska zrelost i ekonomska zrelost (najveća novčana proizvodnja). U nedavnoj historiji šumsko gospodarstvo je uvažavalo različite zrelosti, već prema cilju kojem su šume imale služiti.

⁴ Izuzetak od toga može nastupiti u nizinskim hrastovim šumama, budu li one pomladene »pod zastorom uz jednokratnu (potpunu) sječú«, kao i u onim šumama, koje se sijeku u uskim prugama, gdje se pomladivanje vrši sa strane:

Naše šumsko gospodarstvo je posljednjih sedamdeset godina imalo različite ciljeve, pa su se prema tome primjenjivale različite ophodnje. Prije 70 godina bila je kod nas za šume bivših i o. propisana ophodnja najveće šumske rente (ekonomska zrelost), što proizlazi iz propisa § 3. *Naputka* za uređivanje šuma od 1881., koji na str. 24. kaže: »Gospodarstvu sa šumami imovnih občina treba da bude svrhom postignuće što većeg prihoda, gradiva i novca, i to uz pomno čuvanje, uzdržavanje i gojenje šuma«.

Dvadesetak godina kasnije za iste je šume propisana ophodnja proizvodnje najveće drvene mase i financijska ophodnja *Naputkom* za uređivanje šuma od 1903. Taj *Naputak* na str. 33. određuje: »Ako gospodarstvene prilike posjednika dozvoljavaju, može se za temelj budućeg gospodarenja odabrati t. z. financijska ophodnja u svrhu polučanja što većeg čistog prihoda«.

Konačno je *općim zakonom o šumama FNRJ od 1947.* udaren temelj tehničkoj ophodnji, jer prema Članu 1. spomenutog zakona »Sve šume u Federativnoj Narodnoj Republici, bez obzira u čijem su vlasništvu, služe općim interesima narodne zajednice i nalaze se pod zaštitom države«.

Iz toga jasno razabiremo, kako se sa ciljevima gospodarenja mijenjanju i ophodnje. Usvojimo li suvremeni princip šumskog gospodarstva, koji se sastoji u podmirenju društvenih potreba, tada je sigurno, da odabrane ophodnje ne mogu ostati dulje vremena stalne. One će se mijenjati više nego, kod i jedne druge zrelosti, jer zavise od društvenih potreba, koje su podvrgnute čestim promjenama.

Promijeni li se ophodnja u nekoj gospodarskoj jedinici našeg šumskog bazena, treba za tu jedinicu revidirati etat. No time nije riješen problem, jer promjena ophodnje povlači sa sobom promjenu vremena izjednačenja, odnosno promjenu užitnog faktora. Promjenom ophodnje mijenja se normalna drvena zaliha, što znači, da će biti potrebno ponovno reduciranje ili povećavanje konkretne drvene zalihe.

5. Način gospodarenja i njegovanja

Formule (7), (8) i (9) izvedene su uz pretpostavku, da je način gospodarenja i njegovanja stalan u vremenu izjednačenja (a) u svim gospodarskim jedinicama našeg šumskog bazena.

Međutim, tom je zahtjevu spomenute pretpostavke vrlo teško udovoljiti, jer se načini gospodarenja i njegovanja mijenjaju u toku vremena.

Normalna drvena zaliha je između ostalih faktora također zavisna i od načina gospodarenja i njegovanja (vidi tabelu br. 1). Prema tome je potrebno, da se promjenom načina gospodarenja ili njegovanja, ili promjenom obaju faktora zajedno, izračuna nova normalna drvena zaliha, koja mora biti tačno definirana za nove gospodarske prilike.

Nije li normalna drvena zaliha točno definirana, revizija etata postaje iluzorna. To ćemo pokazati na ovom primjeru.

Promijenimo li intenzitet prorjeđivanja od 35% na 58%, t. j. pređemo li od slabih proreda na jake, tada će se normalna drvena zaliha glavne sastojine bukove šume *oplodne sječe* na I. *Schwappachovom* bonitetu smanjiti za 20–27% (vidi tabelu br. 1). To smanjenje normalne zalihe je nešto manje, uzme li se u obzir cjelokupna drvena zaliha, te onda iznosi 15–22%.

Oslonimo li se na *Gehrhardtove* prirasno-prihodne tablice, dobit ćemo druge rezultate. Gotovo ista promjena intenziteta prorjeđivanja (od 34% na 56%) povlači za sobom smanjivanje normalne drvene zalihe glavne sastojine za 7–13% kod bukove šume *oplodne sječe* na I. bonitetnom razredu po *GEHRHARDTU*. Za cjelokupnu drvenu zalihu to je smanjenje drvene zalihe nešto manje te iznosi 3–9% (vidi tabelu br. 1).

Osvrnimo se sada na našu gospodarsku jединicu »A«. Pretpostavimo, da ćemo u toj gospodarskoj jedinici nakon nekog vremena promijeniti način njegovanja tako, da ćemo slabe prorede zamijeniti jakim. Dosadanji intenzitet prorjeđivanja od 34–35% želimo zamijeniti intenzitetom prorjeđivanja od 56–58%.

Radi toga treba revidirati etat, koji smo obračunali na početku vremena izjednačenja na temelju slabih proreda, t. j. na temelju intenziteta prorjeđivanja od 34–35%. Normalne drvene zalihe obračunate za gospodarsku jединicu »A« po *Schwappachovim* i *Gehrhardtovim* tablicama na bazi intenziteta prorjeđivanja od 56–58% međusobno se razlikuju za 26%. To znači, da će se i etati za gospodarsku jединicu »A« razlikovati za isti procentualni iznos. To je još jedan dokaz više, da su *normalno-zališne metode subjektivne, kad nije normalna drvena zaliha točno definirana, odnosno kad nije točno definiran normalan obrast, što je redovan slučaj u našem šumskom gospodarstvu.*

Iz toga ujedno vidimo, kako je »vanredni prihod« zapravo proizvoljna veličina, koja može jako varirati, jer direktno zavisi od normalne drvene zalihe.

Pretpostavimo li, da je normalna drvena zaliha točno definirana za novi način njegovanja, ipak samom revizijom etata ne će biti riješen problem. Promjenom načina njegovanja, kao i promjenom načina gospodarenja, ne mijenja se samo drvena zaliha, nego se može promijeniti i vrijeme izjednačenja kod *prirasnih metoda*, i užitni faktor kod *normalno-zališnih metoda*. To znači, da se u takvim gospodarskim jединicama, gdje se promijenio način gospodarenja, ili način njegovanja, ili oboje zajedno, ne će uvijek postignuti normalna zaliha u vremenu izjednačenja, koje je prvobitno određeno.

6. Urijeme izjednačenja

a) Metode užitnog faktora

Metode užitnog faktora računaju s užitim faktorom (*O'op*), koji je definiran formulom (2) te vrijedi za određenu vrstu drveća, za određenu stojbinu, za određeni način sječe i prorjeđivanja i za određenu ophodnju.

Izračunamo li užitni faktor po formuli (2) pomoću prirasno-prihodnih tabela te ga primijenimo na gospodarske jedinice I. tipa našeg šumskog bazena, onda će konkretni postotak prirasta u tim gospodarskim jedinicama biti u pravilu manji od normalnog postotka prirasta (*p*). Zbog toga će se primjenom užitnog faktora konkretna drvna zaliha smanjivati sve dotle, dok se ne izjednači s normalnom drvnom zalihom.

Analogno će se dogoditi, primijenimo li *metode užitnog faktora* u gospodarskim jedinicama II. tipa.

Na temelju takvog zaključivanja smatraju predstavnici *normalno-zališnih metoda* (RÖHRL, 1927.; NENADIĆ, 1929.), da će se primjenom *metoda užitnog faktora* postignuti u šumi normalna drvna zaliha u vremenu izjednačenja (a'), koje je izraženo formulama (13) i (14).

$$a' = \frac{100}{p} \quad (13)$$

$$a' = c \times u \quad (14)$$

Primjenom užitnog faktora postignut ćemo kvantitativnu količinu normalne drvne zalihe u izvjesnom vremenu izjednačenja, ali koje nije jednako onome, kako ga definiraju formule (13) i (14).

To ćemo dokazati, transformiramo li *Hundeshagenovu* i modificiranu *Mantel-Massonovu* formulu u transkripcije (15) i (16).

$$E = U \times O'op + \frac{W - U}{\frac{100}{p}} \quad (15)$$

$$E = \frac{U}{c \times u} + \frac{W - U}{c \times u} \quad (16)$$

U formuli (15) prvi član predstavlja normalni tečajni prirast, a u formuli (16) prvi član znači normalni poprečni sječivi prirast.

Primjenom tih formula ne ćemo postignuti kvantitativnu količinu drvne zalihe u vremenu izjednačenja (a'), jer prvi članovi spomenutih formula ne predstavljaju stvarne priraste.

Osim toga postizavanje kvantitativne količine normalne drvne zalihe pomoću *metoda užitnog faktora* samo je momentano, jer postotak prirasta takve drvne mase nije identičan s postotkom prirasta (*p*) normalne drvne zalihe.

Užitni faktor ($O'op$), odnosno postotak prirasta (\hat{p}), posljedica je normalne drvne zalihe i normalne strukture (t. j. normalnog razmjera dobnih razreda).

Za održavanje ravnoteže između konkretnog i normalnog prirasta potrebno je da u šumi postoji normalna drvna zaliha i normalna struktura. Stoga će se primjenom *metode užitnog faktora* konkretna drvna zaliha toliko dugo mijenjati, dokle god ne postignemo ravnotežu između normalnog i konkretnog postotka prirasta, odnosno, dokle ne postignemo normalnu strukturu i normalnu drvnu zalihu istodobno.⁵

Na temelju prethodnog izlaganja jasno je, da se to ne može postići u vremenu izjednačenja, koje je definirano formulama (13) i (14), nego u vremenu izjednačenja, koje je vremenski neodređeno i neograničeno – *beskonačno*.⁶ Ako k tome uzmemo u obzir promjenu granica gospodarskih jedinica, promjenu cilja i načina gospodarenja, promjenu njegovanja šuma i prema tome pripadajuće revizije etata, onda je evidentno, da u našem šumskom bazenu ne ćemo postignuti željeni normalitet pomoću *metoda užitnog faktora*.

b) Prirasne metode

Kod *prirasnih metoda* nije vrijeme izjednačenja točno fiksirano. Jedino kod prvobitne primjene *austrijske kameralne takse* bilo je to vrijeme jednako ophodnji (ANDRÉ).⁷ Kasnije je prepušteno uređivaču šuma, da on slobodno odabere vrijeme izjednačenja na

⁵ Uzmimo, da smo primjenom *metoda užitnog faktora* postignuli normalnu drvnu zalihu po količini. Budući da i dalje primjenjujemo užitni faktor, t. j. sijećemo normalni prirast, jasno je, da ćemo promijeniti postojeću zalihu prema tome, da li je konkretni prirast veći ili manji od normalnog.

⁶ Radi potpunosti spominjemo, da je sličnog mišljenja i WAGNER (1928., str. 265.), premda to pitanje nije pobliže razradio.

⁷ »Normala« od 1788. ne daje nikakve granice vremena izjednačenja, jer se ta »Normala« uopće nije odnosila na određivanje etata, nego je imala služiti za računanje vrijednosti šuma. Ideja *austrijske kameralne takse* ($E=Z+\frac{W-U}{u}$)

nikla je 1788. u Austriji. Njezina se prvobitna svrha sastojala u određivanju vrijednosti šuma na temelju kapitaliziranja godišnjeg potrajnog šumskog prihoda. Kod šuma »normalnog« sastava izračunavala se vrijednost šuma kapitaliziranjem godišnjeg potrajnog utška s izvjesnim kamatnjakom. Za šume »abnormalnog« sastava morala se konkretna drvna zaliha usporediti s »normalnom« zalihom »potrajne šume«. Na temelju tako nastale pozitivne ili negativne diferencije povećavala se, odnosno smanjivala se vrijednost konkretne drvne zalihe. »Normalna drvna zaliha« (»fundus instructus«) bila je definirana sumom drvnih masa svih dobnih stepenova od prve godine do godine ophodnje. Drvne mase su se obračunavale pomoću starosti i poprečnog sječivog prirasta.

Kasnije je BÖHM uveo formulu $\frac{u \times uz}{2}$ za određivanje normalne drvne zalihe (U); u = ophodnja = broj hektara u šumi; z = poprečni sječivi prirast po ha.

Nakon toga se princip *austrijske kameralne takse* počeo primjenjivati u uređivanju šuma.

temelju usporedbe stvarnog stanja dobnih razreda s normalnim, na temelju šumsko-uzgojnih, gospodarskih i ostalih momenata (HEYER, KARL).

VESELY (1922., str. 243.) piše: »Za odmjerjenje *doba izravnanja* (vremena izjednačenja) mjerodavna je veličina razlike zaliha, prevladavanje ili nedostatak zrelih sastojina, okolnosti unovčenja, želje posjednika i servituti«.

Prema tome vrijeme izjednačenja nije konstantna veličina za sve gospodarske jedinice našeg šumskog bazena ni prema *metodama užitnog faktora*, ni prema *prirasnim metodama*.

Razmotrimo sada, kakvo djelovanje ima slobodno odabiranje vremena izjednačenja.

S obzirom na to, što *normalno-zališne metode* tretiraju svaku gospodarsku jedinicu samostalno i nezavisno od drugih gospodarskih jedinica, vrijeme izjednačenja odabire se slobodno, za svaku gospodarsku jedinicu posebno na temelju naprijed spomenutih momenata. Zbog toga se može dogoditi, da će vrijeme izjednačenja biti kraće u gospodarskim jedinicama, u kojima prevladavaju zrele i prezrele sastojine, a da će u gospodarskim jedinicama, gdje prevladavaju mlade sastojine, ono biti dulje. To se gotovo redovno događa u praktičnom šumarstvu, pa ćemo zbog toga bliže razmotriti taj slučaj.

Označimo li sa (*b*) prosječno vrijeme izjednačenja u gospodarskim jedinicama prvog tipa, a sa (*d*) prosječno vrijeme izjednačenja u svim gospodarskim jedinicama drugog tipa, onda možemo napisati ovaj odnos:

$$b < d \leq u \quad (17)$$

$$b = \frac{R_I}{\frac{r_1}{b_1} + \frac{r_2}{b_2} + \dots + \frac{r_n}{b_n}} \quad (18)$$

b_1, b_2, \dots, b_n vrijeme izjednačenja u pojedinim gospodarskim jedinicama I. tipa

Donja granica prosječnog vremena izjednačenja (b_{min}) gospodarskih jedinica I. tipa iščezava (konvergira prema nuli), jer se cjelokupna razlika između konkretne i normalne drvne zalihe (R_I) našeg šumskog bazena može momentano iskoristiti.

Gornja granica vremena izjednačenja (b_{max}) približava se dužini ophodnje, ali će kod slobodnog izbora vremena izjednačenja, s obzirom na šumsko-uzgojne i ekonomske principe šumskog gospodarstva, biti uvijek kraća od nje.

$$d = \frac{R_{II}}{\frac{r'_1}{d_1} + \frac{r'_2}{d_2} + \dots + \frac{r'_n}{d_n}} \quad (19)$$

d_1, d_2, \dots, d_n vrijeme izjednačenja u pojedinim gospodarskim jedinicama II. tipa.

$$d_{min} = \frac{R_{II}}{Z_1' + Z_2' + \dots + Z_n'} \quad (20)$$

Z_1', Z_2', \dots, Z_n' godišnji prirast u pojedinim gospodarskim jedinicama II. tipa.

Donja granica prosječnog vremena izjednačenja (d_{min}) u gospodarskim jedinicama drugoga tipa bit će uvijek veća od 0.

Gornja granica prosječnog vremena izjednačenja (d_{max}) u gospodarskim jedinicama II. tipa jednaka je ophodnji, što je u skladu sa šumsko-uzgojnim i ekonomskim principima šumskog gospodarstva.

Takvo rezoniranje potkrepljujemo našim *Naputkom* za uređivanje šuma od 1881., koji propisuje na str. 47. ovo: »Ako je prava zaliha manja od biti imajuće (normalne) zalihe, tada treba za (n)⁸ postaviti uvijek vrijeme ophodnje«. »Postoji li višak sječivih ili prestarih drvlja, tad se može vrijeme u kojem ga potrošiti valja, uvaživ dobro mogućnost prodaje, na kraće odmjeriti ...«.

I u sadanjoj ekonomskoj strukturi šumskog gospodarstva postojao bi isti odnos vremena izjednačenja, jer je u skladu sa suvremenim principima šumskog gospodarstva.

Odnos vremena izjednačenja izražen odnosom (17) izazvat će brže snižavanje postojeće drvne zalihe u gospodarskim jedinicama I. tipa, a polaganije povećavanje postojeće drvne zalihe u gospodarskim jedinicama drugog tipa.

Osvrnimo se opet na tri karakteristična slučaja: prvo, da je cjelokupna drvna zaliha našeg šumskog bazena veća od normalne ($R_I > R_{II}$), drugo, da je cjelokupna drvna zaliha tog bazena manja od normalne ($R_I < R_{II}$), i treće, da su te veličine jednake ($R_I = R_{II}$).

Odnos vremena izjednačenja (formula 17) vrijedit će u sva tri slučaja.

U prvom slučaju bit će uvijek $\frac{R_I}{b} > \frac{R_{II}}{d}$, jer je $R_I > R_{II}$ i jer je $\frac{1}{b} > \frac{1}{d}$.

U drugom slučaju mogu nastupiti tri varijante:

$$\frac{R_I}{b} = \frac{R_{II}}{d} \dots \dots \dots \text{ako je } \frac{R_I}{R_{II}} = \frac{b}{d}$$

$$\frac{R_I}{b} > \frac{R_{II}}{d} \dots \dots \dots \text{ako je } \frac{R_I}{R_{II}} > \frac{b}{d}$$

$$\frac{R_I}{b} < \frac{R_{II}}{d} \dots \dots \dots \text{ako je } \frac{R_I}{R_{II}} < \frac{b}{d}$$

U trećem slučaju bit će uvijek $\frac{R_I}{b} > \frac{R_{II}}{d}$, jer je $\frac{1}{b} > \frac{1}{d}$.

⁸ (n) = vrijeme izjednačenja.

To znači, da se primjenom prirasnih metoda na neki šumski bazen (područje ili oblast) može dogoditi jedna anomalija za normalno-zališne metode, da se postojeća drvena zaliha toga bazena (područja ili oblasti) smanjuje onda, kad je ona jednaka normalnoj zalihi, pa čak i onda, kad je manja od nje.

Takvo smanjenje postojeće drvene zalihe našeg šumskog bazena ne bi moralo biti trajno, nego samo privremeno, kad bi bile zadovoljene sve točke spomenute pretpostavke, naravno, izuzevši točku (6). U tom bi slučaju bila postignuta normalna drvena zaliha u cijelom bazenu u vremenu, koje bi bilo jednako maksimalnom vremenu izjednačenja u gospodarskim jedinicama II. tipa, a spomenuto smanjenje postojeće drvene zalihe bilo bi prolazno.

No točke (1), (3), (4) i (5) spomenute pretpostavke su neostvarljive, tako da normalno-zališne metode mogu prouzrokovati trajno smanjenje postojeće drvene zalihe šumskog bazena, na koji se one primjenjuju.

Zbog neprestane dinamike granica gospodarskih jedinica, cilja gospodarenja, načina gospodarenja i njegovanja, vrijednosti (b) i (d) prestaju biti konačne veličine te postaju vremenski neodređene veličine, koje će trajno postojati uz isti odnos označen formulom (17).

Periodičkim revizijama etata ne će se ukloniti negativno djelovanje prirasnih metoda. Revizija etata sastoji se u ponovnom određivanju konkretne i normalne drvene zalihe, ukoliko se promijenio jedan od faktora, koji utječe na normalnu zalihu. Novo vrijeme izjednačenja odredit će se prilikom revizije na temelju novih konkretnih prilika po istom onom principu, po kojem se određivalo kod prvobitnog određivanja etata, t. j. bez obzira na to, da li se na području cijelog šumskog bazena sjeklo više ili manje od faktičnog prirasta, t. j. bez obzira na to, da li se postojeća drvena zaliha cijelog šumskog bazena povećala ili smanjila. Tako postupa klasično uređivanje šuma, koje tretira svaku gospodarsku jedinicu izolirano, kao nezavisnu jedinicu, smatrajući da će »šuma sastavljena od više gospodarskih jedinica biti onda normalna, kad svaka gospodarska jedinica promatrana za sebe bude u normalnom stanju« (JUDEICH, 1904., str. 169. i 173.; NENADIĆ, 1929.; str. 146. i drugi).

7. Prirast

Normalno-zališne metode pretpostavljaju, da je prirast pojedine gospodarske jedinice konstantan u toku vremena izjednačenja.

Metode užitnog faktora ne računaju direktno s prirastom. Prirast je izražen u užitnom faktoru, kao normalni prirast (E_n).

PAULSEN računa sa sveukupnim normalnim tečajnim prirastom, dok HUNDESHAGEN računa samo s normalnim tečajnim prirastom glavne sastojine. I u jednom i u drugom slučaju normalni prirast ne može ostati konstantan, čim je primijenjen na konkretno stanje.

Promjenom granica gospodarskih jedinica, promjenom ophodnje, promjenom načina gospodarenja i njegovanja, mijenja se normalni prirast, odnosno užitni faktor.

Prirasne metode ili normalno-zališne metode u širem smislu računaju direktno s prirastom, i to neke sa stvarnim poprečnim sječivim prirastom (austrijska kameralna taksa, HEYER), neke sa stvarnim tečajnim prirastom (KARL), a neke s aritmetском sredinom između normalnog i stvarnog prirasta (GEHRHARDT). Evidentno je, da u toku vremena izjednačenja taj prirast ne može biti konstantan, jer se drvene mase i struktura sastojina u toku vremena mijenjaju, pa bi, teoretski, trebalo svake godine odrediti ponovo prirast. Na to je u engleskoj literaturi ukazao SCHLICH (1895., str. 321.) već prije pedesetak godina. Taj bi se prigovor mogao djelomično ukloniti periodičkim revizijama etata.

8. Određivanje konkretne drvene zalihe i prirasta

Konkretna drvena zaliha i prirast određuju se na različite načine, već prema metodi, koja se primjenjuje. Taj prigovor, koji se odnosi na raznoliko određivanje konkretne drvene zalihe i prirasta, mogao bi se lagano ukloniti primjenom jedinstvenih dendrometrijskih metoda za određivanje drvene zalihe i prirasta.

9. Zaključak

Budući da se točke (1), (3), (4), (5), (6) i (7) naše pretpostavke ne mogu ostvariti, formule (7), (8) i (9) ne vrijede. To znači, da se pomoću *normalno-zališnih metoda na bazi klasičnih gospodarskih jedinica ne može postignuti u šumi ni normalna zaliha ni normalno stanje. Računanje etata po tim metodama, a na bazi klasičnih gospodarskih jedinica je subjektivno.*

γ) *Primjena normalno-zališnih metoda na šumski bazen »B« na bazi računskih i šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica*

Primijenimo li na naš šumski bazen računске i šumsko-uzgojne gospodarske jedinice mjesto klasičnih gospodarskih jedinica, stvorit ćemo povoljniju bazu za uređivanje šuma i računanje etata.

Računske gospodarske jedinice pružaju nam mogućnost, da tretiramo naš šumski bazen kao cjelinu, i to posebno za svaki tip šume i za svaku stojbinu. Time ćemo ukloniti subjektivno računanje etata, koje proizlazi iz subjektivnog formiranja klasičnih gospodarskih jedinica i slobodnog odabiranja vremena izjednačenja.

Osim toga računске gospodarske jedinice su teoretski podjednake za obračun normalne drvene zalihe, jer one obuhvataju iste stojbinske i iste sastojinske odnose.

No nedostaci normalno-zališnih metoda odrazit će se i kod računskih gospodarskih jedinica, jer se njihovom primjenom ne

može u cijelosti udovoljiti zahtjevu spomenute pretpostavke, na kojoj se osnivaju te metode.

Zbog toga *normalno-zališne metode* ne mogu poslužiti za uređivanje naših šuma ni na bazi *klasičnih*, ni na bazi *računskih* i *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica*.

4. Francuske metode po masi i prirastu

a) Pregled francuskih metoda po masi i prirastu

Metode određivanja etata po drvnj masi i prirastu francuske su porijekla, ali se dugo nisu primjenjivale u francuskim šumama. Razlog za to treba tražiti u tome, što su se u francuskim šumama od davnine primjenjivale površinske metode (*tire et aire*) u nizinskim, a metoda po broju stabala (*par pieds arbres*) u planinskim šumama. Takvom stanju šuma i takvom načinu uređivanja šumskog gospodarstva nije odgovarala koncepcija normalne šume, definirane po drvnj masi i prirastu. Zbog toga su metode po drvnj masi i prirastu bile primijenjene prije u Njemačkoj, Austriji i ostalim evropskim zemljama, a tek onda u Francuskoj.

Francuskoj taksaciji, kao i francuskom stanju šuma, odgovarao je više normalitet po površini, ostvaren već davno u niskim šumama u formi *sylvae caeduae*, odnosno u formi *taillis revenant*. Stoga nije čudno, da su HARTIGOVE i COTTINE ideje našle plodno tlo u Francuskoj, gdje je također bila prihvaćena ideja normalne šume, sastavljene od jednodobnih sastojina. To je bilo – kako kaže GURNAUD (1880) – baš u ono doba, kad se francusko šumarstvo nalazilo na najboljem putu, da pronade jedan prirodni tip šume; za kojim su tako uporno tragali francuski naturalisti. Oni su bili već davno sviješni negativnih strana jednodobnih sastojina, kakve je zamislila njemačka škola, a da nije prethodno istraživala, da li je takav tip sastojina povoljniji od prirodnog tipa ili nije.

Tako su prodrle njemačke *šestarske metode* (HARTIGOVA i COTTINA), u Francusku, gdje su bile modificirane i primijenjene ne samo u nizinskim, nego i u planinskim šumama Vogeza i Juri.

Kombinirane metode, a naročito *metoda stalnih afektacija*, nisu odgovarale jelovim šumama na Vogezi i Juri, gdje su imale čak i negativnih posljedica (MER, 1921.).

Šume na Vogezi predstavljaju različite tipove sastojina, počevši od čisto prebirnog tipa pa do tipa jednodobnih sastojina, sa svim prelaznim formama. Na Juri su šume nešto jednoličnije; no klima je oporija nego na Vogezi, tako da je ondje nemoguće postignuti prirodno pomlađivanje u toku jedne periode. Za tako nejednolične tipove, i uz takvu klimu, koja se prema konfiguraciji terena neprestano mijenja, teško je odrediti ovaj ili onaj način gospodarenja. Stoga je razumljivo, da se *kombinirane metode* nisu

mogle ondje održati. Iz *kombiniranih metoda* razvile su se *metode po masi i prirastu*, koje su se počele primjenjivati u planinskim šumama u drugoj polovici prošlog vijeka.

Glavna prednost tih metoda sastoji se u tome, što one ne uvjetuju određeni način gospodarenja, pa se mogu primijeniti na šume *oplodne sječe*, na visoke prebirne šume, kao i na sve njihove prelazne oblike.

No ni u to vrijeme nisu našle *metode po masi i prirastu* mnogo pristaša u Francuskoj. Jedan od razloga leži – kako rekosmo – u konstituciji i prostornom redu francuskih šuma, a drugi je razlog vezan uz francuski način iskorišćivanja šuma. Dok je u Njemačkoj vrlo rano zavedena vlastita režija, dotle se u francuskom šumarstvu uglavnom drvo prodavalo na panju. Kod takvog načina iskorišćivanja šuma *metoda po masi i prirastu* iziskuje veću i težu kontrolu nad provedbom propisa uređajnog elaborata. Osim toga etat po drvnoj masi može poremetiti prostorni red u šumi.

Radi bolje ilustracije citirat ćemo mišljenja nekih francuskih autora o tom pitanju.

BROILLIARD (1911., str. 275.) je okarakterizirao *metode po masi* na ovaj način: »U našem devetnaestom stoljeću mnogo se primjenjivao etat po masi, koji se sastojao u tome, da se iskoristi svake godine na pr. 600, 800, 1.500 kubnih metara glavnog prihoda. Ne možemo preporučiti takav postupak, koji je donesen iz Njemačke, i to ne zbog njegova porijekla nego zbog nereda, koji on uzrokuje«.

I u novijoj francuskoj literaturi čuju se glasovi protiv *metode po drvnoj masi*.

HUFFEL je (1926., str. 67.) sličnog mišljenja: »... mi primjenjujemo taj etat (etat po masi) samo ondje, gdje nam se čini, da je etat po površini neprimjenljiv. No i tada se trudimo, da barem donekle smanjimo njegove loše strane, vežući ga s površinskim etatom, da bismo odredili razmjer sječe«.

D'ALVERNŸ (1929., str. 89.) piše: »Protiv automatske metode, koja ne definira sastojine i ne kaže kako će se postupati, protiv bilo kakvog prebiranja, ja sam tražio i tražim sve druge specifične načine šumskog gospodarenja od *površinske metode* za šumu s *oplodnom sječom* do pojednostavljene *kontrolne metode*, koja bi se bavila više onim, što treba ostati, nego onim, što će se sjeći«.

Prva originalna francuska *metoda uređivanja šuma po drvnoj masi* jest *instrukcija za uređivanje prebirnih šuma od 1883.* (»Note de l'Administration des Forêts en date du 17 juillet 1883«).

Premda se ta *instrukcija* odnosi na prebirne šume, mi je donosimo ovdje stoga, jer nam je potrebna radi kontinuiranog pregleda razvoja *metoda po masi i prirastu*, kao i radi daljih razmatranja.

Instrukcija od 1883. razlikuje u šumi *oplodne sječe* normalnog stanja tri dobna razreda, koji su definirani trećinom površine gospodarske jedinice (serije) i trećinom ophodnje. Prvi dobni

razred («bois jeunes») obuhvata sve sastojine starosti ispod jedne trećine ophodnje; drugi dobni razred (bois d'âge moyen») obuhvata sve sastojine starosti između jedne trećine i dvije trećine ophodnje, dok se treći dobni razred («bois vieux») sastoji od sastojina starijih od dvije trećine ophodnje. Svaki dobni razred čini jednu suvislu cjelinu (afektaciju). Treći (zadnji) dobni razred treba da je iskorišćen i prirodno pomlađen u jednoj periodi, koja je jednaka trećini ophodnje (u).¹

Spomenuta *instrukcija* pretpostavlja, da su drvene mase pojedinih dobnih razreda linearno proporcionalne s njihovom starošću (Prva pretpostavka).

Na temelju te pretpostavke izveden je zaključak, da se drvene mase trećeg (zadnjeg) i drugog (predzadnjeg) dobnog razreda odnose kao 5 : 3.

Označimo li drvnu masu drugog dobnog razreda sa (U_2), onda je drvena masa trećeg dobnog razreda (U_3) određena formulom (21).

$$U_3 = U_2 + \frac{U_2}{\frac{u}{2}} \times \frac{u}{3}$$

$$U_3 = \frac{5}{3} U_2 \quad (21)$$

Odnos $\left(\frac{U_3}{U_2} = \frac{5}{3}\right)$ smatra se normalnim.

Spomenuta je *instrukcija* protegnula prvu pretpostavku i na prebirnu šumu, tako da se odnos $\left(\frac{5}{3}\right)$ smatra normalnim i za prebirnu šumu (Druga pretpostavka).

Osim toga se u *instrukciji od 1883.* pretpostavlja, da su prsni promjeri stabala linearno proporcionalni sa starošću. Iz toga proizlazi, da se drvene mase zadnjeg i predzadnjeg debljinskog razreda odnose u normalnoj šumi kao 5 : 3, ako su debljinski razredi definirani trećinom dimenzije zrelosti (prsno promjera), koja će se polučiti u toku ophodnje (u) (Treća pretpostavka).

¹ U francuskom su se uređivanju šuma najčešće formirala samo tri dobnog razreda u planinskim šumama *opodne sječe*. Prvi je dobni razred («jeunes bois») obuhvatao sastojine od 1-50 god.; drugi je dobni razred («bois d'âge moyen») obuhvatao sastojine od 51-100 god.; treći dobni razred («vieux bois») odnosio se na sastojine starije od 101 godine. Tako se postupalo zbog toga, što *metoda stalnih afektacija* traži, da se sastojine najstarijeg dobnog razreda (najstarije afektacije) iskoriste i prirodno pomlađe u toku jedne periode. Kako je u planinskim šumama pomladno razdoblje jako dugo, razumljivo je, da su periode trajale jednu trećinu ophodnje, a dobni razredi zauzimali jednu trećinu površine gospodarske jedinice.

Godišnji je etat prema tome definiran formulom (22):

$$E = \frac{U_3}{\frac{u}{3}} \quad (22)$$

Iz formula (21) i (22) možemo izvesti formule (23) i (23a), u kojima (U_c) znači drvenu masu zadnjeg (U_3) i predzadnjeg (U_2) dobnog, odnosno debljinskog razreda.

$$E = \frac{\frac{5}{8} U_c}{\frac{u}{3}} \quad (23)$$

$$E = \frac{15}{8} \frac{U_c}{u} \quad (23a)$$

Formula (22) važi za računanje etata u šumi normalne strukture, t. j. onda, kad se drvena masa zadnjeg debljinskog (dobnog) razreda odnosi prema drvenoj masi predzadnjeg debljinskog (dobnog) razreda kao 5 : 3.

Spomenuta *instrukcija* predviđa, da se drvenoj masi zadnjeg debljinskog (dobnog) razreda (U_3) može dodati odgovarajući prirast, ali samo onda, kad je to opravdano.

U šumi nepravilne strukture, t. j. ondje, gdje ne postoji normalni odnos ($\frac{5}{3}$), premještaju se drvene mase iz jednog debljinskog (dobnog) razreda u drugi, kako bi se uspostavila normalna struktura i potrajnost prihoda.² Na taj način treba u formulu (22) uvrstiti drvenu masu korigiranog trećeg debljinskog (dobnog) razreda.

Instrukcija od 1883. izričito napominje, da se trećoj pretpostavci može prigovoriti, jer dimenzije stabala u prebirnoj šumi nisu strogo proporcionalne sa starošću. Taj prigovor se opravdava

² Premještanje drvnih masa vrši se najprije matematski. Razlikujemo tri slučaja. Prvi je slučaj onaj, kad je $\frac{U_3}{U_2} > \frac{5}{3}$; drugi, kad je $\frac{U_3}{U_2} < \frac{5}{3}$; i treći, kad je $\frac{U_3}{U_2} = \frac{5}{3}$. U prvom slučaju treba izvjesnu drvenu masu (x_1) oduzeti od (U_3) i dodati je k (U_2). U drugom slučaju valja izvjesnu drvenu masu (x_2) oduzeti od (U_2) i dodati je k (U_3).

$$x_1 = \frac{3 \cdot U_3 - 5 \cdot U_2}{8}; \quad x_2 = \frac{5 \cdot U_2 - 3 \cdot U_3}{8}$$

U trećem slučaju, može konkretna drvena zaliha biti veća, manja ili jednaka normalnoj. Prema tome će se etat aproksimativno povećati ili smanjiti, da se postigne normalna zaliha. Tako izračunate etate treba uskladiti sa šumsko-uzgojnim i šumsko-gospodarskim momentima (PARDE, 1950., str. 377. i 415.).

na dva načina. Prvo time, što kod velikog broja stabala dolazi do izjednačivanja nepravilnog odnosa debljine i starosti. Drugo time, što nije svrha izračunati etat matematskom točnošću, nego je potrebno osigurati kontinuitet podjednakih prihoda, izbjegavajući prejaké, kao i preslabe intenzitete sječe.

Kad je određen etat, tada se određuje ophodnjica (»rotation«), u toku koje će se prebirnom sječom običi cijela šuma. Predviđeno je, da ophodnjica bude višekratnik trećine ophodnje³ i da se određuje na temelju šumsko-uzgojnih i šumsko-gospodarskih momenata. Da bi se zaveo što bolji red u tok sječa, šuma se dijeli na odjele po prilici jednake površine, kojih broj treba da je približno jednak broju godina ophodnjice. Posebna osnova sječa sastavlja se za vrijeme jedne ophodnjice. Na koncu ophodnjice vrši se revizija etata. Tom prilikom se ponovo ustanovljuje drvena masa i njezina struktura po debljinskim razredima.

Instrukcija za uređivanje šuma od 1894. (»Note autographiée, adressée par l'Administration des Forêts en 1894«) odrekla se podjele ophodnje na periode i podjele gospodarske jedinice na afektacije.⁴

U planinskim šumama se pokazalo, da je teško udovoljiti zahtjevu, da sastojine istog dobnog razreda čine suvislu cjelinu ili takozvanu afektaciju. Osim toga realiziranje etata glavnog prihoda nije se moglo ograničiti samo na zadnji dobnj razred, kako se to teoretski zamišljalo. Zbog vjetrolova, izvala, šteta i sl. morao se etat glavnog prihoda realizirati i u drugim afektacijama; tako da na koncu periode nije bila postignuta željena svrha. Zadnja afektacija nije mogla biti iskorišćena, jer se jedan dio etata realizirao u ostalim afektacijama. Prema tome se etat glavnog prihoda u stvari realizirao u svim afektacijama, što je konačno dovelo do toga, da su realne afektacije morale ustupiti mjesto fiktivnim afektacijama. Periode su zamijenjene kraćim vremenskim intervalom (10–20 godina), za koji se sastavlja uređajni elaborat. To vrijeme (»la durée du règlement d'exploitation«, »Working Plan period«) nije identično s periodom francuskih *kombiniranih metoda*, kod kojih perioda znači vremenski interval, u kojem se moraju sve sastojine odgovarajuće afektacije iskoristiti i prirodno pomladiti.

Po *instrukciji od 1894.* provodi se najprije razdioba šume na odjele i odsjeke. Odjeli se moraju prilagoditi konfiguraciji terena, tako da njihove granice dobiju trajan karakter. Nacrt šuma s odjelima i odsjecima, opis sastojina i tabela drvnih masa osnovica su za uređivanje šuma.

³ Kako vidimo, *instrukcija od 1883.* operira s ophodnjom u prebirnoj šumi, što je, naravno, nepravilno.

⁴ Ova *instrukcija* je poznata pod imenom *»metode plavog odjeljaka«* ili *Mélardeove metode* po francuskom šumaru MÉLARDE, inspiratoru *instrukcije od 1883. i 1894.*

Kao podloga za računanje etata služi normalni odnos između zadnjeg («vieux bois») i predzadnjeg («bois moyens») debljinskog⁵ (dobnog) razreda $\left(\frac{5}{3}\right)$, kako ga je postavila instrukcija od 1883.

Razlika je samo u tome, što se drvnjoj masi zadnjeg debljinskog razreda dodaje uvijek njezin prosječni prirast za vremenski interval, u kojem će ta masa biti iskorišćena.

Prirast drvene mase drugog debljinskog razreda ne uzima se u pravilu u račun zbog koeficijenta sigurnosti. U opravdanim slučajevima, gdje je taj prirast bujan i gdje je njegov tok poznat, on se može uzeti u obzir.

Prema instrukciji od 1894. etat (E) je definiran formulom (24).

$$E = \frac{2 \cdot 25 U_c}{u} \quad (24)^6$$

Formula (24) je identična sa Mantel-Massonovom formulom (25).⁷

⁵ Na temelju treće pretpostavke instrukcije od 1883. dobni su razredi zamijenjeni debljinskim razredima širine $\left(\frac{d}{3}\right)$ cm, gdje je (d) srednji prsni promjer stabla, koji se želi postignuti u odgovarajućoj ophodnji (u).

⁶ Prirast trećeg debljinskog (dobnog) razreda iznosi:

$$\frac{U_3}{5u} \times \frac{u}{6} = \frac{1}{5} U_3 = \frac{1}{5} \times \frac{5}{8} U_c = \frac{1}{8} U_c$$

$$E = \frac{\frac{5}{8} U_c + \frac{1}{8} U_c}{\frac{u}{3}} = \frac{18 U_c}{8u} = \frac{2 \cdot 25 U_c}{u}$$

⁷ To je pokazao PARDE (1933). Označimo li sa (a) poprečni sječivi prirast, onda je u šumi normalnog stanja, kakvu zamišlja instrukcija od 1833.:

$$U_1 = a \cdot \frac{u}{6}; U_2 = a \cdot \frac{u}{2}; U_3 = a \cdot \frac{5u}{6};$$

$$U_1 : U_2 : U_3 = a \frac{u}{6} : a \frac{u}{2} : a \frac{5u}{6} = 1 : 3 : 5; U_c = U_2 + U_3;$$

$$U_1 : U_2 = 1 : 3; U_1 = \frac{U_2}{3} = \frac{\frac{3}{8} U_c}{3} = \frac{1}{8} U_c;$$

$$E = \frac{U}{\frac{u}{2}} = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{\frac{u}{2}} = \frac{\frac{1}{8} U_c + U_c}{\frac{u}{2}} = \frac{\frac{9}{8} U_c}{\frac{u}{2}} = \frac{18 U_c}{8 \cdot u}$$

$$E = \frac{2 \cdot 25 U_c}{u}$$

Massonova se formula primijenjivala u Francuskoj prije Mélardovih metoda, t. j. u vremenu između 1858.–1883. god. Prije MASSONA je istu formulu primijenio MANTEL u Njemačkoj.

$$E = \frac{2U}{u} \quad (25)$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3;$$

U_1 = drvena masa prvog debljinskog (dobnog) razreda;

U_2 = drvena masa drugog debljinskog (dobnog) razreda;

U_3 = drvena masa trećeg debljinskog (dobnog) razreda.

No formula (24) je praktičnija od *Mantel-Massonove formule*, jer u njoj dolaze u obzir samo zadnja dva debljinska (dobna) razreda, kojih se drvena masa može lako odrediti.⁸

Nakon obračuna etata po formuli (24) sastavlja se plan gospodarenja, kojim se određuje tok i način realiziranja etata. Radi toga se razvrstavaju odjeli gospodarske jedinice na dvije grupe. Prvu grupu čine sve one sastojine (odjeli, odnosno odsjeci), u kojima treba započeti ili u kojima treba nastaviti *oplodnu sječū* u toku vremenskog intervala, za koji je sastavljena gospodarska osnova. Ta grupa odjela zove se *«le quartier bleu»* ili *«le quartier régénération»* – plavi odjeljak. Ističemo, da plavi odjeljak nije identičan s pojmom afektacije kod francuskih *kombiniranih metoda*. Sve sastojine plavog odjeljka ne moraju biti iskorišćene i pomladene za vrijeme dok traje uređajni elaborat. No plavi odjeljak treba da sadržava dovoljnu količinu sastojina, kako bi se mogao realizirati etat glavnog prihoda, imajući pred očima, da će se jedan dio kumulativnog etata realizirati djelomice međuprihodima izvan plavog odjeljka, a djelomice slučajnim užicima u plavom odjeljku i izvan njega.

Drugu grupu čine one sastojine (odjeli, odnosno odsjeci); gdje će se obavljati prorede i čišćenja. Ta grupa odjela zove se *«le quartier blanc»* – bijeli odjeljak.

Gdjekad se na nacrtu još i posebno označuju sastojine, koje će doći vjerojatno na red za sječū u narednom uređajnom elaboratu. Ta se grupa odjela zove *«le quartier jaune»* – žuti odjeljak.

Kod provedbe gospodarske osnove postupa se ovako: Najprije počinje doznaka prorednog materijala u drugoj grupi odjela, t. j. u bijelom odjeljku. Etat proreda je određen po površini. Nakon doznake u bijelom i žutom odjeljku, obračunava se drvena masa doznačenog prorednog materijala. Toj drvnoj masi dodaju se eventualni slučajni užici u toku prošle godine (*«précomtage»*). Razlika između globalnog etata, izračunatog po formuli (24), i drvne mase proreda i slučajnih užitaka, daje nam drvnu masu etata glavnog prihoda, koji će se iskoristiti u prvoj grupi odjela, t. j. u plavom odjeljku.

⁸ Najprikkladnija je *Simmonsova formula (25a)* (JERRAM, 1945., str. 49.):

$$E = \frac{2u}{n^2 - x^2} \times U' \quad (25a)$$

x = taksaciona granica, t. j. starost, iznad koje se vrši klupiranje stabala. Za $x = 0$ dobivamo formulu (25), a za $x = \frac{n}{3}$ dobivamo formulu (24).

Osnovna karakteristika *Mélarдове metode* leži u tome, što se sveukupni etat po toj metodi određuje globalno po masi, ali tako, da u njemu participiraju međuprihodi, koji su određeni površinom.

Takav način određivanja etata može imati negativne posljedice, koje se sastoje u tome, što cjelokupni etat ili njegov veći dio može biti realiziran u formi međuprihoda.

Spomenuti prigovor uklonjen je najnovijom *francuskom instrukcijom za uređivanje šuma od 1924.* («Circulaire n° 907 du 8 avril 1924 de la Direction générale des Eaux et Forêts adressée aux Conservateurs des Eaux et Forêts»). Ta instrukcija razlučuje etat glavnog prihoda od etata međuprihoda po drvnjoj masi. Ukoliko se kod određivanja etata međuprihoda oslanjamo na površinu – kaže se u spomenutoj instrukciji – tada treba da za svaki odjel naznačimo drvenu masu, koja se preredom može realizirati. Ako se pak kod određivanja etata međuprihoda oslanjamo na drvenu masu, tada treba da naznačimo red pojedinih odjela s naznakom godina, u toku kojih bi trebalo, u dotičnom odjelu izvršiti prorjeđivanje ili čišćenje.

Što se tiče određivanja etata i ta je *instrukcija* ostala kod principa, koji je postavljen *instrukcijom od 1883.* Razlika je u tome, što se odustaje od obaveznog premještanja drvene mase iz zadnjeg debljinskog razreda u predzadnji i obrnuto u šumama nepravilne strukture. Osim toga, uzet je u obzir prirast drvene mase zadnjeg i predzadnjeg debljinskog razreda tako, da je za prebirnu šumu, kao i za visoku regularnu šumu, dana ista formula za etat:

$$E = \frac{U_3}{u} + \frac{1}{2} \times U_3 \times t + \frac{1}{q} \times U_2 \times t' \quad (26)^9$$

Prva dva člana formule (26) definiraju etat glavnog prihoda, dok treći član označuje etat međuprihoda.

u = srednja sječiva dob; t = godišnji prirast po jedinici drvene mase (po kubiku) trećeg debljinskog razreda («bois gros»); t' = godišnji prirast po jedinici drvene mase (po kubiku) drugog debljinskog razreda («bois moyens»); $\left(\frac{1}{q}\right)$ = redukциони faktor za realiziranje godišnjeg prirasta drvene mase drugog debljinskog razreda putem proreda.

⁹ Formula (26) je izvedena na temelju dosadanih formula te se može napisati i u ovom obliku:

$$E = \frac{U_3 + U_3 \times t \times \frac{u}{6}}{\frac{u}{3}} + \frac{1}{q} \times U_2 \times t' \quad (26a)$$

Upotreba faktora (t) i (t') mnogo je prikladnija nego li izračunavanje apsolutne veličine poprečnog dobnog prirasta, pogotovu u nejednodobnim šumama, gdje je starost sastojina prilično nesigurna veličina.

Dani su aproksimativni prosječni iznosi za veličine (t) , (t') i $\left(\frac{1}{q}\right)$ za šumu normalne strukture i potpunog obrasta:

$$t = 0.01; \quad t' = 0.03; \quad \frac{1}{q} = \frac{1}{3}$$

Kod određivanja etata odabiru se ti koeficijenti prema stvarnom stanju sastojina.

Kad je etat obračunat po formuli (26), tada se od njega odbijaju drvena masa prošlogodišnjih slučajnih užitaka (vjetrolomi, snjegolomi i t. d.). Kod toga se naravno uzimaju u račun samo stabla iznad taksacione granice. Taksaciona je granica određena prilikom ustanovljivanja etata. Prošlogodišnji slučajni užici se odbijaju od etata glavnog prihoda ili od etata međuprihoda, već prema tome da li oni potječu iz plavog ili bijelog odjeljka.

Francuske metode po drvenoj masi bile su najprije primijenjene u jelovim šumama Jure. Kasnije su te metode s nekim modifikacijama prodrle u hrastove i bukove šume srednje i zapadne Francuske (MANOJLOVIĆ, 1926., str. 17.; DE COINCY, 1926., str. 10.).

b) Kritika francuskih metoda po masi i prirastu.

Razmatrajući uredajne metode po drvenoj masi i prirastu, vidjeli smo, da se sve normalno-zališne metode osnivaju na kvantitativnoj količini normalne drvne zalihe, ispuštajući iz vida njezinu strukturu.

Za razliku od njemačkih metoda, francuske se metode po masi i prirastu baziraju na normalnoj strukturi drvne zalihe. Kasnije je osim normalne strukture uzeta u obzir i kvantitativna količina normalne drvne zalihe, ali ta se ne obračunava na temelju prirasno-prihodnih tabela, nego je određena direktnim mjerenjem na terenu.¹ To je principiijelna razlika između njemačkih i francuskih metoda po masi i prirastu.

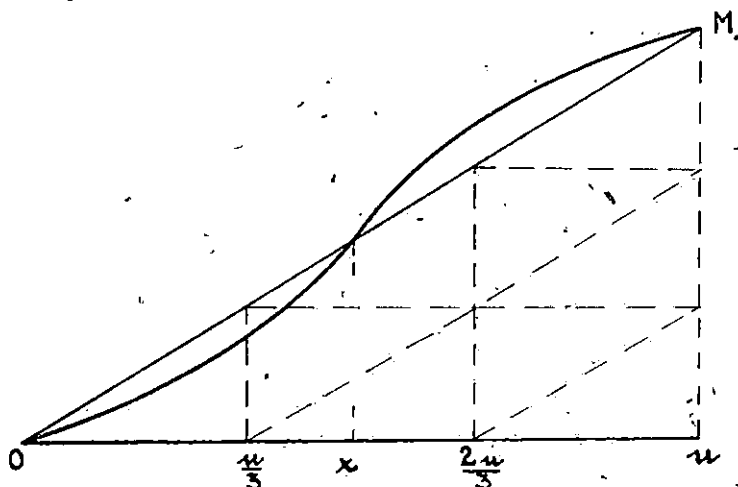
Kako već rekosmo, francuske su metode izvedene na temelju nekoliko pretpostavki. Kod šuma sastojinskog oblika gospodarenja drvne mase dobnih razreda prema prvoj pretpostavci linearno su

¹ Francusko je uređivanje šuma definiralo normalitet visokih regularnih šuma pomoću površine. Normalitet nejednodobnih šuma definirali su Francuzi normalnom strukturom $\left(\frac{5^4}{3}\right)$ i normalnim obrastom, odnosno normalnom drvnom zalihom. Ali normalna drvna zaliha nije definirana prirasno-prihodnim tabelama, nego je ustanovljena induktivno, t. j. direktnim ispitivanjem prirodnih šuma. »Izvršene inventure drvne mase na više od 40.000 ha jelovih sastojina u Vogezima, kao i inventure u okrugu Doubs, pokazale su, da u šumi određenoj za proizvodnju stabala dimenzija od 60 cm prsnog promjera, kao glavnog prihoda, treba da postoji 200 m³ drvne mase stabala prsnog promjera od 40 do 60 cm i 120 m³ drvne mase, stabala prsnog promjera od 20-40 cm. Ako je taj uvjet zadovoljen, šuma se može smatrati normalnom« (HUFFEL, 1926., str. 406.).

proporcionalne sa starošću. Iz te pretpostavke proizlazi, da se drvene mase prvog, drugog i trećeg dobnog razreda među sobom odnose kao 1 : 3 : 5, naravno uz uvjet, da je šuma potpuno obrasla (*Liocourtov trokut*).²

Drvene mase pojedinih dobnih razreda nisu linearno proporcionalne sa starošću te ne predstavljaju pravac OM nego krivulju \widehat{OM} (vidi sl. 1.). Stoga odnos 1 : 3 : 5 ne definira točno strukturu normalne drvene zalihe. Struktura normalne drvene zalihe zavisi od toka krivulje \widehat{OM} i od vremena (x), u kojem ona siječe pravac OM .

Normalna struktura drvene zalihe je funkcija vrste drveća, stajbine, načina gospodarenja, načina i intenziteta prorjeđivanja i ophodnje.



Sl. 1.

Za svaki konkretni slučaj mogao bi se spomenuti odnos $\left(\frac{5}{3}\right)$ korigirati na ispravnu veličinu na temelju prirasno-prihodnih tablica. No takav postupak ne bi imao prave svrhe, imamo li pred očima nedostatke prirasno-prihodnih tablica, o kojima smo prethodno govorili.

Budući da odnos $\left(\frac{5}{3}\right)$ ne predstavlja teoretski ispravnu strukturu normalne drvene zalihe, sve formule, izvedene na temelju tog odnosa, nisu teoretski ispravne s obzirom na normalno stanje šume.

² Dobni razredi su definirani trećinom površine gospodarske jedinice i trećinom ophodnje; debljinski su razredi definirani trećinom prsnog promjera stabla, koji se prosječno postizava u toku sječive dobi (u).

Formula (22) uopće ne uzima u račun prirast. Zbog toga ćemo po toj formuli dobiti u pravilu preniske rezultate za etat. Primjenom formule (22) nagomilat ćemo u šumi drvenu zalihu iznad normale.

Formule (23), (23a) i (24) izgubile su originalni zamisao *instrukcije od 1883.*, jer računaju s kumulativnom drvnom masom drugog i trećeg debljinskog (dobnog) razreda. Prema tome, one imaju onaj isti nedostatak kao i sve *normalno-zališne metode*, da se pomoću njih može izračunati etat glavnog prihoda tamo, gdje ga u stvari nema.

Primjena tih formula također dovodi do nagomilavanja drvene zalihe iznad normale. Formule (23) i (23a) samo su transkripcije formule (22).

U formuli (24) uzet je u obzir samo prirast zadnjeg debljinskog (dobnog) razreda, tako da i ta formula daje preniske rezultate.

Mantel-Massonova formula (25) je identična s formulom (24), iz čega proizlazi, da i ona daje preniske rezultate definirajući samo etat glavnog prihoda.

Modificirana *Massonova formula*, ili takozvana *Masson-Wattierova formula*:

$$E = \frac{3U}{u} \quad (25 \text{ b}),$$

koju d'ALVERNY (1927., str. 222.) preporuča za računanje etata u šumama *oplodne sječe*, iskazuje cjelokupni etat. *Masson-Wattierova formula* se osniva na pretpostavci, da je etat međuprihoda jednak polovini etata glavnog prihoda. To je jedna aproksimacija, koja ne vrijedi uvijek. Etat međuprihoda može biti jednak, veći ili manji od polovice etata glavnog prihoda, kako se to vidi iz tabele br. 1. Kod intenzivnog prorjeđivanja etat međuprihoda može doseći čak etat glavnog prihoda (POSKIN, 1949., str. 326.).

Nedostaci spomenutih formula uklonjeni su formulom (26). Za razliku od formula (23), (23a), (24) i (25), formula (26) daje uvijek realne etate, jer su u njoj zastupljene samo realne veličine.

Instrukcija od 1924. odustala je od obaveznog premještanja drvene mase iz zadnjeg debljinskog razreda u predzadnji i obrnuto. Međutim, takvo premještanje se ipak može izvršiti indirektno, jer

je predviđeno, da se pojedini faktori $\left(u, t, t' \text{ i } \frac{1}{q}\right)$ formule (26)

slobodno izaberu prema konkretnom stanju sastojina. U tome leži velika prednost spomenute formule. No s druge strane, to joj je ujedno nedostatak, jer se slobodnim odabiranjem spomenutih faktora otvaraju vrata subjektivizmu.

Kako smo već naprijed spomenuli, formula (26) je namijenjena u prvom redu šumama nepravilne strukture, zatim prebirmim i konačno regularnim šumama.

Mi ćemo se ovdje ograničiti na to, da ispitamo mogućnost primjene formule (26) na šume *oplodne sječe*.

Želimo li primijeniti formulu (26) na šume sastojinskog oblika gospodarenja, tada treba spomenutu formulu nešto izmijeniti. Debljinske razrede valja zamijeniti odgovarajućim, dobnim razredima, a etat međuprihoda po drvnoj masi etatom međuprihoda po površini.

Upotreba debljinskih razreda za određivanje etata nije u skladu sa sastojinskim oblikom gospodarenja, jer se u toku *oplodne sječe* imaju iskoristiti sva stabla jedne sastojine, počevši od prerasta pa do najdebljih stabala.

Što se tiče etata međuprihoda, stojimo na gledištu, da je kod šuma sastojinskog gospodarenja bolje određivati taj etat po površini nego po drvnoj masi.

Određivanje etata međuprihoda po drvnoj masi je karakteristično za njemačko uređivanje šuma. Ondje se pomoću prirasno-prihodnih tabela, ili okularno, procjenjuje, koliko će međuprihoda dati pojedina sastojina u toku narednih 10 ili 20 godina. Kvocijent između sume tako procijenjenih prihoda proreda i odgovarajućeg vremena daje nam godišnji etat međuprihoda.

Etat međuprihoda prema trećem članu formule (26) vrlo je teško pravilno procijeniti. Iz *instrukcije od 1924.* vidi se, da na etat međuprihoda otpada kod normalnih prilika prosječno $\frac{1}{3}$ prirasta drvene mase srednjeg debljinskog razreda, što iznosi čirca 10% drvene mase tog debljinskog razreda.

Međutim, etat međuprihoda ne zavisi toliko od kumulativne drvene mase srednjeg debljinskog razreda, koliko od obrasta pojedinih sastojina, koje će se prorjeđivati.

Faktori (t) , (t') i $\left(\frac{1}{q}\right)$ podvrgnuti su subjektivnom ocjenjivanju, pa se može dogoditi, da etat međuprihoda bude određen prejako ili preslabo. Posljedica toga bit će, da će sastojine, predviđene za proredu uređajnim elaboratom, biti prorijeđene prije no što je on istekao ili će nakon tog vremena ostati jedan njihov dio neprorijeđen, ma da je bio predviđen za proredu.

Da bi se to izbjeglo, suvremena *francuska instrukcija od 1924.* preporuča, da se odjeli bijelog odjeljka rasporede na pojedine godine, kad će se u njima proreda obavljati. Takvim je postupkom osigurano, da ćemo sve sastojine bijelog odjeljka prorijeđiti, odnosno očistiti, u određenom vremenu. No time godišnji etat međuprihoda po masi gubi svoj smisao, jer je nemoguće odjele tako rasporediti, da bi svake godine mogli realizirati jednaki etat međuprihoda držeci se kod prorjeđivanja suvremenih principa uzgajanja i njege šuma.

Kod površinskog etata međuprihoda otpadaju ti prigovori. Jedina maņa površinskog etata sastoji se u tome, da će godišnji etati po masi divergirati u pojedinim godinama. No držimo, da je važnije, da su za vrijeme trajanja uređajnog elaborata sastojine pravodobno i pravilno prorijeđene, negoli da je postignuta po-trajnost međuprihoda.

Prorede i čišćenje imaju karakter njegovanja sastojina, a vrše se zato, da bi se pospješio prirast i postigle vrednije dimenzije stabala. Tražiti od međuprihoda godišnju jednakost nije u skladu s osnovnim zadatkom prorjeđivanja, kojega intenzitet i tok zavisi od bujnosti vegetacije, od boniteta stojbine, od starosti, od stanja sastojina, od vrste drvca i t. d. Zbog toga je dovoljno, da se odredi pravilan tok i periodicitet prorjeđivanja. A za to je naj-podesniji faktor površina, na što su već prije ukazali mnogi autori, kao na pr. BROILLIARD (1878., str. 124. i 158.), TASSY (1887., str. 285.), MANOJLOVIĆ (1926., str. 27.), HUFFEL (1931., str. 1021.), JERRAM (1945., str. 32.) i drugi.

Prema tome će formula (26) za sastojinski oblik gospodarenja glasiti ovako:

$$E = \frac{U_3}{u} + \frac{1}{2} U_3 \times 0.0p \quad (26b)^3$$

U_3 = drvena masa sastojina starijih od $\frac{u}{3}$ godina;

u = sječiva dob, koja odgovara odabranoj dimenziji zrelosti;

p = postotak prirasta drvene mase U_3 .

Godišnji etat međuprihoda definirat ćemo površinom (f), koja se ima svake godine prorijediti ili očistiti.⁴

³ Mjesto postotka prirasta, odnosno mjesto tečajnog prirasta, možemo se poslužiti poprečnim dobnim prirastom. U tom će slučaju formula (26b) poprimiti jednostavniji oblik (26c).

$$E = \frac{U_3}{\frac{u}{3}} + \frac{1}{2} \frac{U_3}{\frac{5u}{6}}$$

$$E = \frac{3 \cdot 6 U_3}{u} \quad (26c)$$

⁴ Odredivši etat međuprihoda po površini (f), prepušteno je provodiocu uređajnog elaborata, da on izvrši sve faze njege šuma (oslobađanje mladika, čišćenje i prorjeđivanje). Iz njegova rada, koji se temelji na šumsko-uzgojnim principima, rezultira etat međuprihoda po drvenoj masi. Smatramo ipak nužnim, da se u uređajnom zapisniku uređajnog elaborata dadu smjernice, po kojima treba njegovati šume. Nije potrebno isticati, da se ne može propisati jedna generalna metoda za sve vrste drvca, za sve stojbine i za sve prilike. No ipak treba zauzeti principijelno gledište, koje valja istaknuti u uređajnom elaboratu, kojega se provodilac uređajnog elaborata ima pridržavati.

Različite sisteme prorjeđivanja možemo uglavnom svrstati u dvije grupe. Jedna je francuska, drugo je njemačka škola. Francuska je škola karakteri-

Pošto smo tako modificirali formulu (26) u formulu (26b), primijenit ćemo je sada na naš šumski bazen »B«. Razdijelivši taj šumski bazen na *klasične gospodarske jedinice*, moći ćemo u pravilu razlikovati tri tipa gospodarskih jedinica s obzirom na strukturu njihove drvene mase.

U gospodarskim jedinicama prvog tipa bit će drvena masa zadnjeg dobnog razreda (U_3) veća od $\frac{5}{9}$ ukupne drvene mase

$$\left(U_3 > \frac{5}{9} U \text{ ili } U_3 > \frac{5}{8} U_c \right)$$

U gospodarskim jedinicama drugog tipa bit će drvena masa zadnjeg dobnog razreda (U_3) manja od $\left(\frac{5}{9}\right)$ ukupne drvene mase

$$\left(U_3 < \frac{5}{9} U \text{ ili } U_3 < \frac{5}{8} U_c \right)$$

U gospodarskim jedinicama trećeg tipa bit će

$$U_3 = \frac{5}{9} U, \text{ odnosno } U_3 = \frac{5}{8} U_c.$$

Ako ne ćemo premještati sastojine iz zadnjeg dobnog razreda u predzadnji i obrnuto, što je karakteristično za formulu (26b), onda je prema formuli (26b) etat glavnog prihoda svake gospodarske jedinice jednak kvocijentu drvene mase sastojina starijih od dvije trećine sječive dobi s odgovarajućim prirastom i trećine sječive dobi. Etat međuprihoda izražen je površinski. Evidentno je, da je u tom slučaju suma etata svih gospodarskih jedinica

stična po tome, što ona slijedi djelovanje prirodnih zakona, ograničavajući se na to, da rad prirode pomogne i da ga ubrza.

Njemačka škola ide za tim, da djelovanje prirode usmjeri u određenom pravcu prema unaprijed postavljenoj metodi.

Razlikujemo uglavnom tri tipa proreda: *visoku, nisku i kombiniranu*. Prva je francuskog, druga njemačkog, a treća danskog porijekla (POSKIN, 1949., str. 319.).

Danas je u modernom šumarstvu pobijedila BORPOVA (1889) i JOLLYETOVA visoka proreda *éclaircie par le haut*.

Tu je metodu JOLLYET (1916., str. 99.) okarakterizirao s nekoliko riječi: »Il s'agit de venir en aide aux sujets précieux; ceux - là seuls seront notre objectif, et, agissant comme nous l'avons dit à propos des dégagement de semis, nous chercherons du regard, non pas de tiges à abattre, mais de tiges à sauvegarder. Ces dernières sont celles qui, par leur espèce, par leur forme, et par la place qu'elles occupent, présentent le plus d'intérêt pour l'avenir».

Spomenutu metodu prorjeđivanja su uspješno primijenili kod nas CRNDAK i LONČAR (1937). Prvi u hrastovim, drugi u hrastovim i bukovim šumama. Mi smo se opredijelili za *visoke i mješovite* prorede te ih kao takve preporučamo. No kod toga naglašavamo, da se one ipak ne mogu u našim šumama svuda uspješno primijeniti s razloga, što je u mnogim našim šumama niskom *proredom posječena podstojna sastojina, koja je preduvjet za visoke prorede*. Stoga treba u našim šumama na mnogim mjestima najprije osnovati podstojnu sastojinu, a tek onda primijeniti *visoku* proredu.

našeg šumskog bazena jednaka etatu tog šumskog bazena, tretirajući ga kao cjelinu. To znači, da formula (26b) daje za etat iste rezultate, bilo da se računanje etata vrši po toj formuli »iz maloga u veliko« (na bazi *klasičnih gospodarskih jedinica*) bilo »iz velikoga u malo« (na bazi *računskih gospodarskih jedinica*).

Ako se kod gospodarjenja s klasičnim gospodarskim jedinicama drvena masa iz zadnjeg dobnog (debljinskog) razreda premješta u predzadnji i obrnuto, bilo *direktno* na temelju normalne strukture $\left(\frac{5}{3}\right)$ (instrukcije od 1883. i 1894.), bilo *indirektno* (instrukcija od 1924.), onda premještena drvena masa (M_I) u gospodarskim jedinicama prvog tipa može biti veća, manja ili jednaka analognoj drvnoj masi (M_{II}) u gospodarskim jedinicama drugog tipa:

$$M_I \geq M_{II} \quad (10a)$$

Posljedica odnosa (10a) bit će ta, da suma etata svih *klasičnih gospodarskih jedinica* šumskog bazena »B« ne će biti jednaka etatu određenom za taj bazen kao cjelinu, na temelju *računskih gospodarskih jedinica*. Ukoliko se takva jednakost postigne, onda u svakom slučaju takav postupak znači nepotrebne ekonomske žrtve, jer se jednim sastojinama zrelima za sječu (M_I) produžuje sječiva dob, dok se drugima, još nezrelima (M_{II}) ona skraćuje.

Svoju ćemo tvrdnju potkrijepiti jednim primjerom. Radi jednostavnosti razmotrit ćemo mjesto prostranog šumskog bazena »B« jedan manji bazen »C« bukovih šuma *oplodne sječe* sa sječivom dobi od (u) godina.

Bazen »C« je razdijeljen na *dvije klasične gospodarske jedinice*. Gospodarska jedinica I. ima ovu drvenu masu i strukturu: $U_3 = 7.000 \text{ m}^3$; $U_2 = 1.000 \text{ m}^3$; a gospodarska jedinica II. ima: $U_3 = 4.000 \text{ m}^3$ i $U_2 = 4.000 \text{ m}^3$.

Na temelju normalne strukture $\left(\frac{5}{3}\right)$ etat prve gospodarske jedinice (e_I) po formuli (22) iznosi:

$$e_I = \frac{7.000 \text{ m}^3 - 2.000 \text{ m}^3}{\frac{u}{3}}$$

Etat druge gospodarske jedinice (e_{II}) po istoj formuli iznosi:

$$e_{II} = \frac{4.000 \text{ m}^3 + 1.000 \text{ m}^3}{\frac{u}{3}}$$

Tretiramo li šumski bazen »C« kao cjelinu, imat ćemo ovu masu i strukturu: $U_3 = 11.000 \text{ m}^3$; $U_2 = 5.000 \text{ m}^3$. Po formuli (22) etat bazena »C« kao cjeline iznosi:

$$E = \frac{11.000 \text{ m}^3 - 1.000 \text{ m}^3}{\frac{u}{3}}$$

To znači, da je $E = e_I + e_{II}$.

No to je samo matematska jednakost zbog toga, jer smo kod određivanja etata »iz maloga u veliko« predvidjeli za sječju 1.000 m³ nezrelih sastojina, dok smo sječju zrelih sastojina u iznosu od 2.000 m³ odgodili za jednu trećinu ophodnje.

Kod određivanja etata »iz velikoga u malo« nismo uopće predvidjeli sječju nezrelih sastojina, nego smo jedino odgodili sječju zrelih sastojina u iznosu od 1.000 m³ za jednu trećinu ophodnje.

Istakli smo, da formula (22) nije ispravna, jer u njoj nije uzet prirast. Uzmemo li prirast drugog i trećeg dobnog (debljinskog) razreda u račun, onda ne će biti $E = e_I + e_{II}$. Razlog tome je taj, što smo se kod određivanja etata, na bazi klasičnih gospodarskih jedinica, odrekli jednog dijela prirasta drugog dobnog (debljinskog) razreda, jer smo predvidjeli 1.000 m³ tog razreda za sječju, što kod određivanja etata »iz velikoga u malo« nije učinjeno.

Francuske uređajne metode po masi i prirastu (formule 22 i 26), koje predviđaju premještanje drvene mase iz zadnjeg debljinskog (dobnog) razreda u predzadnji i obrnuto, bilo direktno ili indi-

rektno, na temelju normalnog omjera $\left(\frac{5}{3}\right)$ zavisne su od karakteristika klasičnih gospodarskih jedinica. Stoga se primjenom tih metoda mogu izračunati različiti etati za jedan šumski bazen prema tome, kako se formiraju klasične gospodarske jedinice u tom šumskom bazenu.

Naša modifikacija francuske formule (26b) nezavisna je od karakteristika klasičnih gospodarskih jedinica, pa se može upotrijebiti za određivanje etata u šumama sastojinskog oblika gospodarenja, gdje se gospodarenje i određivanje etata mora bazirati na klasičnim gospodarskim jedinicama.

Osim toga, formula (26b) ima još i druge prednosti. Kod primjene formule (26b) nije potrebno prethodno definirati normalitet šume kao kod normalno-zališnih metoda. U formuli (26b) ne figurira ni jedna veličina normalne šume, jer ona nije izvedena s tim ciljem, da bi se njezinom primjenom postiglo u šumi normalno stanje.

Iz dosadanjih smo razmatranja vidjeli, da je za postizanje normaliteta kod sastojinskog oblika gospodarenja potrebno zadovoljiti tri uvjeta. Prvi je uvjet, da granice gospodarskih jedinica budu nepromjenljive. Drugi je uvjet, da oblik gospodarenja, način gospodarenja i njegovanja bude stalan. Treći je pak uvjet, da izabrana ophodnja, odnosno sječiva dob, ostane stalna. U onim šumama, gdje je nemoguće udovoljiti tim uvjetima, bit će iluzorno svako nastojanje, da se postigne normalitet. Stoga u takvim

šumama ne mogu doći u obzir one uređajne metode, koje baziraju na normalnoj šumi. U takvim bi šumama trebalo primijeniti one metode, koje su nezavisne od promjena spomenutih triju faktora.

Modificirana francuska formula (26b) nije zavisna ni od promjena granica gospodarskih jedinica ni od promjena oblika i načina gospodarenja i načina njegovanja šuma. Ona je zavisna jedino od promjena sječive dobi, *samo što te promjene ne uzrokuju nikakve gospodarske žrtve.*

Kod metodâ, koje baziraju na normalitetu, stvar je drugačija. Ondje su promjene zrelosti gotovo redovno skopčane s gospodarskim žrtvama, koje nastaju kao posljedica novog normaliteta (koji je uvjetovan novom ophodnjom).

Osim prednosti formule (26b) istaknut ćemo i njezine nedostatke.

Prvi nedostatak sastoji se u tome, što formula (26b) osigurava potrajnost prihoda samo u prvoj trećini sječive dobi. To znači, da bi u gospodarskim jedinicama, koje nemaju srednjodobnih sastojina, mogao nastupiti etatni vakuum nakon jedne trećine sječive dobi. To bi se dogodilo onda, kad bi spomenuta tri uvjeta normaliteta ostala nepromijenjena, što je vrlo malo vjerojatno. No i kad bi to bilo, smatramo, da normalnu strukturu šuma sastojinskog gospodarenja treba postići pravilnim formiranjem gospodarskih jedinica, u kojima treba da su površinski zastupani svi dobni razredi, a ne premještanjem sastojina.

Drugi nedostatak formule (26b) je onaj, koji je svojstven za sve metode formula. Taj se nedostatak očituje u tome, da se primjenom spomenute formule može poremetiti prostorno uređivanje šuma: mogu se poremetiti sjekoredi, koji su kod *površinskih metoda* tako jasni. Pored toga, bit će također otežana kontrola uživanja šuma.

No kod toga treba imati na umu, da će sjekoredi, kao i pravila o vođenju sječe, s vremenom gubiti svoje značenje postepenim prelazom sastojinskog gospodarenja u stablimično. Stoga, ako zastupamo mišljenje, da sastojinsko gospodarenje treba postepeno zamijeniti stablimičnim gospodarenjem, onda spomenuti prigovor gubi svoje značenje, to više, što formula (26b) kao i sve ostale formule ne uvjetuju određeni oblik gospodarenja.

Na temelju toga, kao i u vezi sa svim onim što smo rekli kod *normalno-zališnih metoda*, smatramo, da bi formula (26b) mogla doći u obzir za naše brdske šume oplodne sječe.

c) Paralela između francuskih formula i Hufnaglove formule

Hufnaglova (1913., str: 63.) formula za određivanje etata (E) u šumama gole i oplodne sječe glasi:

$$E = \frac{M + Z \times \frac{u}{4}}{\frac{u}{2}} \quad (27)$$

M = drvena masa sastojina starijih od polovice ophodnje (u);
 Z = godišnji prirast sastojina starijih od polovice ophodnje (u).
 Koristeći se *Simmonsovom formulom* (25a), *Hufnaglovu formulu* možemo transkribirati u izraz:

$$E = \frac{2 \cdot 66}{u} M \quad (27a)$$

Između *francuskih formula* i *Hufnaglove formule* postoji izvjesna analogija. Ta se analogija sastoji u tome, što i jedne i druge formule računaju sa stvarnim drvnim masama i stvarnim prirastom. Osim toga, formula (27) je, poput formule (26b), nezavisna od razdiobe šuma na gospodarske jedinice; ona je također nezavisna od promjena oblika i načina gospodarenja, kao što je nezavisna i od promjena njegovanja šuma.

Primijenimo li formulu (27) na normalnu šumu, tada *Hufnaglova formula* postaje identična s *Massonovom formulom* (25). To proizlazi odatle, što je u normalnoj šumi drvena zaliha (U) jednaka brojniku formule (27), pretpostavimo li, da je tečajni prirast jednak pōprečnom sječivom prirastu. Iz toga vidimo, da *Hufnaglova formula* daje preniske rezultate za etat. Izrazimo li etat međuprihoda površinski, kako smo to učinili modificirajući formulu (26) u formulu (26b), tada će rezultati formula (26b) i (27) u šumi normalnog stanja biti identični.

U prirodnoj šumi nepravilne strukture, formula (26b) daje realnije rezultate, pa je prema tome i bolja od *Hufnaglove formule*, jer se odnosi samo na sastojine starije od dvije trećine sječive dobi.

Hufnaglova formula (27) može dati nerealne rezultate kod nepravilne gospodarske strukture, kao na pr. onda, kad su u šumi zastupane samo srednjedobne sastojine, koje su tek prešle polovinu sječive dobi.

HUFNAGL ističe, da se njegova formula može primijeniti jedino onda, ako razlika između površine sastojinâ starijih od polovice ophodnje i površine sastojinâ mlađih od polovice ophodnje ne iznosi više od 15%.

Ističemo, da *Hufnaglova formula* može dati nerealne rezultate za etat i u onim šumama, gdje je spomenuta razlika manja od 15%. To će se dogoditi onda, kad je jedna polovica šuma obrasla branjevinama, a druga sastojinama, koje su jedva prešle polovicu ophodnje.

FLURY je (1923) htio dati *Hufnaglovoj formuli* općenitu vrijednost, transformirajući je u ovaj oblik:

$$E = \frac{M}{\frac{u}{2}} + \frac{Z \times \frac{u}{4}}{\frac{u}{2}} + \frac{M - U'}{\frac{u}{2}} \quad (27b)$$

U' = normalna drvena zaliha sastojina starijih od polovice ophodnje. $U' = \frac{3}{4} \times m_u \times \frac{u}{2}$ ili $U' = \frac{3}{4} \times m_u \times c \times u$.

m_u = drvena masa dobnog stepena starosti od (u) godina;
 c = korekcionni faktor.⁴

Formula (27b) je sa trećim *Fluryevim* članom izgubila originalni karakter te je postala *normalno-zališna metoda* i time ujedno neupotrebljiva.

C) KOMBINIRANE METODE

1. Njemačko kombinirano rašestarenje

a) Općenite karakteristike kombiniranog rašestarenja

Kombinaciju rašestarenja po masi i po površini zovemo *kombiniranim rašestarenjem*. Karakteristika te metode sastoji se u tome, da su sve periode ophodnje nadijeljene jednakim površinama, a samo prve dvije ili prve tri periode su nadijeljene jednakim drvnim masama.

Kombiniranim rašestarenjem želile su se iskoristiti pozitivne strane rašestarenja po masi i rašestarenja po površini.

Rašestarenje po masi ide za jednakošću prihoda kako u pojedinim periodama, tako i u pojedinim godinama, zanemarujući prostorni red u šumi.

Rašestarenjem po površini nastoji se, naprotiv, u prvom redu urediti šuma površinski, ne vodeći računa o jednakosti periodičnih prihoda. Ta se jednakost ima postignuti tek u drugoj ophodnji.

Kombinacijom jedne i druge metode iskorišćene su njihove prednosti u cilju, da se istodobno postigne potrajnost prihoda i prostorno uređenje šume.

Prvi predstavnik *kombiniranog rašestarenja* bio je KLIPSTEIN (1823), a posljednji STÖETZER (1908).

Kombinirano rašestarenje je kod nas dobro poznato. Po njemu su se uređivale šume u Hrvatskoj gotovo pola stoljeća. *Borošićev Naputak za sastavak gospodarskih osnova odnosno programa od 1903.* osniva se na *kombiniranom rašestarenju*. Taj je *Naputak* vrijedio za uređivanje šuma pod naročitim javnim nadzorom sve do 1945., te je odigrao *historijsku ulogu* u našem šumarstvu. Samo za bivše zemljišne zajednice izrađeno je po njemu preko stotinu uređajnih elaborata (KOLIBAŠ, 1933.).

$$^4 U' = \frac{3}{4} \times u \times \frac{u}{2} \times z = \frac{3}{4} \times u \times \frac{m_u}{2} = \frac{3}{4} \times m_u \times \frac{u}{2}$$

$$U' = \frac{3}{4} \times m_u \times u \times c$$

b) Kritika kombiniranog rašestarenja

Njemačko kombinirano rašestarenje doživjelo je jaku kritiku kako u našoj (DOJKOVIĆ, 1904. i 1905., MILETIĆ, 1924. i dr.), tako i u stranoj literaturi (HUNDESHAGEN, BAADER, 1924.; WAGNER, 1928.; HAŠA, 1927., ORLOV, 1928., tom. III.).

Spomenuti autori se slažu u tome, da je *njemačko kombinirano rašestarenje* podredilo i ukočilo gospodarenje i uzgajanje šuma, te da je na taj način prouzrokovalo u mnogim šumama golu sječu s umjetnim pošumljivanjem.

Primijenimo li *kombinirano rašestarenje na naš šumski bazen »B«*, moći ćemo za nj izračunati različite etate prema tome, kako smo u njemu formirali *klasične gospodarske jedinice*.

Uvođenjem *računskih* mjesto *klasičnih gospodarskih jedinica* mogli bismo ukloniti spomenuti prigovor, koji je posljedica subjektivnog formiranja *klasičnih gospodarskih jedinica*. No ostali nedostaci *kombiniranog rašestarenja* odrazili bi se i kod *računskih gospodarskih jedinica*. Ti nedostaci izviru iz fiktivnog računanja prirasta za dulje vremenske intervale, iz šablonskog određivanja duljine trajanja posebne osnove sječe, iz zanemarivanja šumsko-uzgojnih momenata i t. d. Stoga nema smisla primjenjivati tu metodu ni kod uređivanja šuma »iz maloga u veliko«, ni kod uređivanja šuma »iz velikog u malo«.

Njemačko kombinirano rašestarenje ima danas samo historijsku vrijednost.

2. Kombinacija šestarskih i normalno-zališnih metoda

a) Heyerova metoda

Metoda uređivanja šuma KARLA i GUSTAVA HEYERA (1862) kombinacija je *normalno-zališnih metoda i rašestarenja po površini*.

Prema toj metodi šumu treba urediti tako, da u prvom redu sve periode ophodnje dobiju jednake površine (*princip rašestarenja*) i drugo, da se godišnje može uživati etat, izračunat po *modificiranoj formuli austrijske kameralne taksë (princip normalno-zališnih metoda)*.

Modificirana formula austrijske kameralne taksë sastoji se u tome, što prvi član te formule predočuje prosječni godišnji sječivi prirast, koji se izračunava za određeni broj godina (x) unaprijed, dok je njezin drugi član identičan s drugim članom formule (6).

Prirast se izračunava tako, da se na temelju opće osnove sječa odredi, koju će drvnu masu i koju će starost imati svaka pojedina sastojina u dobi sječe. Kvocijent obiju veličina daje nam poprečni sječivi prirast. Budući da se obračun prirasta vrši za dulji vremenski interval (x), uzima se u obzir prirast na staroj (postojećoj) i prirast na novoj zalih.

Premještanjem sastojina iz jedne periode u drugu, mogu se izračunati različiti prirasti, tako da se dugotrajnim obračunom može zadovoljiti princip *Heyerove metode*, prema kojemu periode moraju dobiti jednake površine, a godišnji etat mora biti jednak onome, koji smo izračunali pomoću spomenute formule.

No, takav obračun je *fiktivan*, jer se temelji na nesigurnim veličinama, t. j. na onim drvnim masama, koje će sastojine predbežno imati u dobi sječe. Osim toga, takvim su postupkom šumsko-uzgojni i šumsko-gospodarski momenti potpuno zanemareni za volju stroge potrajnosti. Stoga *Heyerova metoda* poput *Hartigove metode* pripada historiji. Ovdje je spomenuta ne toliko zbog historije, koliko zbog toga, što se *Heyerova ideja* održala do danas u njemačkom uređivanju šuma.

Mnogi autori, kao i mnoge suvremene *instrukcije za uređivanje šuma* preporučaju, da se etat kontrolira pomoću *normalno-zališnih metoda* ili pomoću prirasta, ako smo ga izračunali po nekoj drugoj metodi (vidi str. 243.).

Smatramo, da je takva kontrola suvišna, prvo zbog toga, jer *normalno-zališne metode nisu mogle izdržati objektivnu kritiku i, drugo, zbog toga, što ni tečajni ni periodički prirast nije identičan s etatom u prirodnoj šumi. Identificiranje prirasta s etatom dopušteno je jedino u normalnoj šumi, a takve u prirodi nema. U prirodnoj šumi nije prirast direktno mjerodavan za veličinu etata, nego je mjerodavan za prosuđivanje uspjeha gospodarenja.*

b) Tomičeva metoda

ANTE TOMIĆ (1877. i 1883.) osnivač je *racionalne metode uređivanja šumskog gospodarstva*, koja se primjenjivala u šumama bivše Vojne Krajine.

Tomičeva metoda je slična *Heyerovoj metodi*, jer je također kombinacija *rašestarenja po površini* i *normalno-zališnih metoda*. Ona, međutim, daleko nadmašuje *Heyerovu metodu*. Dok je HEYER bazirao svoju metodu na *fiktivnom obračunu prirasta*, dotle se TOMIĆ oslonio na realne veličine – na površinu šume i njezinu drvenu masu. U privremenoj općoj osnovi sječa premješta HEYER sastojine iz jedne periode u drugu toliko dugo, dokle god periode ne dobiju jednake površine i dok godišnji etat ne bude jednak onome, koji smo dobili pomoću formule.

Tomić postupa drugačije. On periodama ophodnje daje jednake površine, ali ne traži, da tako određeni etat po drvnjoj masi bude jednak etatu, koji smo izračunali po *Hundeslagenovoj formuli*. Zbog toga nije potrebno premještati sastojine iz jedne periode u drugu, kako to činimo kod *Heyerove metode*. Prema tome se kod *Tomičeve metode* mogu bolje uvažiti šumsko-gospodarski momenti i momenti prostornog uređivanja šuma.

Budući da je u šumama bivše Vojne Krajine bila nagomilana veća drvena masa od normalne, to je godišnji etat po *Hundes-hagenovoj formuli* bio veći od drvene mase na normalnoj godišnjoj sječini. No ta činjenica TOMIĆA nije smetala; on zbog toga nije produljivao, odnosno skraćivao, sječive dobi pojedinih sastojina, kao HEYER, nego je preporučivao, da se razlika između godišnjeg etata, izračunatog po *Hundes-hagenovoj formuli*, i drvene mase na normalnoj godišnjoj sječini realizira u starim sastojinama. Na taj je način TOMIĆ želio osigurati potrajnost prihoda pomoću *normalno-zalishnih metoda* (*Hundes-hagenova formula*) i uspostaviti normalno stanje pomoću *površinskih metoda*.

»Pa i ako je TOMIĆ etat šume računao na osnovu mase i prirasta,¹ nije iz vida izgubio korist, da etat *veže uz površinu, koja je ipak za naše prilike najsigurnija podloga za uređivanje šuma*. Jednako kao i HEYER oslonio se TOMIĆ na *šestarske metode*, ali izrazitije, jer je na svojoj, t. zv. normalnoj sjećnoj površini koncentrisao svu redovitu sječū. Manjke, koje TOMIĆ nastoji prethvatom sjeći na starim sastojinama – kako bi se taj manjak svrsi shodno razdijelio na sve sastojine – jest osobita značajka njegovog metoda i njena najbolja strana zbog ovih razloga: 1. prethvatom na starim sastojinama pokriva se manjak na etatu, koji se ne nalazi dosta na normalnoj sjećnoj površini, pa se tako postepeno velika zbiljna masa svodi na normalni iznos, a da se granica sječe ne prekorači; 2. u toj prethodnoj sječū leži sredstvo, da se u šumi uvede red, koji nastupa ostvarenjem normalne množine i poredaja dobnih razreda; 3. upotreba prethvata pogođuje financijskom stanovištu, jer omogućuje, da se vade pojedina stabla, koja imaju slab ili nikakav prirast«. (NENADIĆ, 1929.)

Kako vidimo, naš najstariji taksator ANTUN TOMIĆ bio je *šumar-realist*. On nije usvojio *Heyerovu metodu fiktivnog obračuna prirasta*, nego je uređivanje šuma temeljio na realnim veličinama, i to u prvom redu na *površini*, a onda na drvnoj masi.

TOMIĆEVI nasljednici, naši stari uvaženi taksatori, BARIŠIĆ (1896), PARTAŠ (1896 i 1897) i DOJKOVIĆ (1904 i 1905) *bili su također istog mišljenja i smatrali su, da je površina najbolja i najsigurnija podloga za uređivanje šuma*.

3. Metoda dobnih razreda

a) Općenito

• Iz *Cottine šestarske metode* razvila se u Saskoj u polovini devetnaestog vijeka *metoda dobnih razreda*.

¹ Prirast nije uzet u račun direktno, jer se TOMIĆ služi *metodom užitnog faktora*.

Pod utjecajem *Presslerove* teorije čistog zemljišnog prihoda napušten je princip *šestarskih metoda*. Mjesto *rašestarenja* prešlo se na slobodno dodjeljivanje sastojina prvoj poluperiodi dužine od 10 godina. Dok se kod *šestarskih metoda* etat određuje na temelju opće osnove sječa, t. j. podjelom ophodnje na periode i podjelom šume na »*Fachove*« ili »*afektacije*«, dotle se kod *metode dobnih razreda* etat određuje na temelju komparacije konkretnog i normalnog razmjera dobnih razreda i na temelju gospodarskih momenata.

JUDEICH (1871) je *metodu dobnih razreda* uskladio sa »*sastojinskim gospodarenjem*« i *Presslerovom teorijom* u jedan gospodarski sistem, koji zovemo *Judeichovo sastojinsko gospodarenje*.

Metoda dobnih razreda sa sastojinskim gospodarenjem brzo se širila u Njemačkoj i Austriji te je prodrla i k nama.

Najpoznatija instrukcija za uređivanje šuma po *metodi dobnih razreda* je *austrijska instrukcija* »Instrucktion für die Begrenzung, Vermessung und Betriebseinrichtung der österreichischen Staats- und Fondsforste, Wien 1901.«. Po toj su se instrukciji uređivale šume u Sloveniji.

Naša *instrukcija za uređivanje državnih šuma od 1931.* također je uglavnom usvojila princip *metode dobnih razreda*.

b) Kritika metode dobnih razreda

a) Općenito

Metoda dobnih razreda ima isti cilj kao i *normalno-zališne metode*. Taj se cilj sastoji u tome, da se u šumi postigne normalno stanje. Razlika je u tome, što *normalno-zališne metode nastoje* postignuti taj cilj pomoću normalne drvene zalihe, dok se *metodom dobnih razreda* želi postići taj cilj pomoću normalne strukture.

Kod sastojinskog oblika gospodarenja prošudujemo strukturu šume po dobnim stepenima ili po dobnim razredima.

Kod šuma gole sječe smatramo, da je struktura normalna onda, kad se šuma sastoji od (*u*) jednodobnih sastojina (dobnih stepena) jednakih površina iste produktivnosti i svih starosti od prve do *u*-te godine.

Kod šuma *oplodne sječe* ne postoje dobni stepeni. Pojam dobnog stepena je zamijenjen pojmom dobnog razreda. Prema tome je kod šuma *oplodne sječe* normalna struktura definirana jednim potpunim nizom dobnih razreda, od kojih svaki zauzima jednaku površinu iste produktivnosti.

Normalna struktura je teoretski sigurno sredstvo, kojim se postiže normalitet šume. Posijećemo li svake godine (odnosno svake periode od {*n*} godina) *u*-ti dio površine šume (odnosno $u \times n$ -ti dio šume), onda ćemo nakon (*u*) godina sigurno postignuti normalno stanje uz uvjete: 1) da se sječine odmah prirodno ili umjetno pošume; 2) da površina gospodarske jedinice, ophodnja

i oblik gospodarenja ostanu nepromijenjeni u tom vremenu; 3), da se ne dogode u tom vremenu nikakvi kalamiteti.

S obzirom na to ima *metoda dobnih razreda* prednost pred *normalno-zališnim metodama*, jer se primjenom ovih posljednjih ne može postignuti normalitet ni tako brzo ni tako sigurno kao *metodom dobnih razreda*. Posjećemo li u šumi svake godine (odnosno svake periode) normalni godišnji prirast (odnosno normalan periodički prirast), onda nakon (*u*) godina ne ćemo postignuti normalno stanje u šumi, ma da su zadovoljeni naprijed spomenuti uvjeti. Razlog za to leži u tome, što se normalni godišnji prirast (odnosno normalni periodički prirast) ne će moći realizirati u konkretnoj šumi na onoj površini, koja bi odgovarala površini normalnog dobnog stepena (odnosno normalnog dobnog razreda).

Metoda dobnih razreda ima pred *normalno-zališnim i prirasnim metodama* i tu prednost, što se primjenom površinskog etata sigurno postiže normalna struktura, ma bio on i pogrešno određen, što kod etata po drvnoj masi nije slučaj (HUFFEL, 1926., str. 66.).

Sa šumsko-uzgojnog gledišta *metoda dobnih razreda* ima veliki nedostatak, a to je kratkoća periode, koja traje samo 10 godina (JUDEICH, 1904., str. 434.). Evidentno je, da se sastojine posebne osnove sječa ne će moći *uvijek* prirodno pomladiti u tako kratkom vremenskom intervalu. Zbog toga će *metoda dobnih razreda* uzrokovati u mnogim slučajevima golu sječū sa umjetnim pošumljavanjem, što je u ostalom u skladu s njemačkim *sastojinskim gospodarenjem*. Po principima tog gospodarenja čista sječa s umjetnim pošumljavanjem pomoću sadnica, uzgojenih u šumskim rasadnicima, smatra se povoljnijom od *oplodne sječe*, jer se kod provedbe posebne osnove sječa ne mora čekati na prirodno pomlađivanje, koje gdjekad dugo traje, pa prema tome produžuje sječivu dob već zrelih sastojina. Kod čiste sječe se, naprotiv, svaka sastojina siječe u dobi njezine zrelosti, a sječine se umjetno pošumljuju nekoliko godina starim sadnicama. Tako se u šumskoj proizvodnji dobiva na vremenu, što djeluje na povećanje rentabiliteta.

Ne možemo se složiti s principom njemačkog *sastojinskog gospodarenja*, jer je ono ispustilo iz vida biološke momente te je za volju većeg rentabiliteta stvorilo jednodobne monokulture, koje danas masovno stradaju.

Metoda dobnih razreda je jednostavna, no njezina je primjena ipak vezana uz izvjesne teškoće. Te poteškoće proizlaze odatle, što se proučavanje strukture šume po dobnim razredima mora obaviti za svaki tip šume i za svaku stobjinu posebno.

Prvobitna *metoda dobnih razreda* operira s konkretnim površinama, zbog čega prouzrokuje nejednakost prihoda.

Zbog toga je MIKLLTZ (1916) predložio, da se konkretne površine sastojina svedu na zajednički srednji stobjinski bonitet pomoću poprečnog sječivog prirasta.

Kasnije je GÜDE (1936) odustao od takvog postupka, prvo, jer je kompliciran, i drugo, jer ne omogućuje usporedbu strukture po dobnim razredima između gospodarskih jedinica s različitim op-hodnjama. On je uzeo kao jedinstvenu bazu za godišnji prosječni prirast 10 m³ po ha. Redukcija konkretnih površina na idealnu površinu vrši se tako, da se za svaku sastojinu produkt njezine površine i odgovarajućeg poprečnog sječivog prirasta podijeli sa 10.

Spomenuta redukcija na zajednički stojbinski bonitet – bilo konkretni ili idealni – ima teoretsko značenje. Kod praktične primjene takva redukcija postaje subjektivna, jer se poprečni sječivi prirast određuje ili okularno, ili pomoću prirasno-prihodnih tabela, ili pomoću poprečnog dobnog prirasta.

Taj je problem francusko uređivanje šuma riješilo jednostavnije i praktičnije. Mjesto kompliciranog i subjektivnog reduciranja na zajednički stojbinski bonitet mnogo je jednostavnije podijeliti šumu na serije istih stojbinskih prilika. Ukoliko se u samoj seriji ne da postići jedinstvo stojbinskih prilika, francusko uređivanje preporuča povećanje ili smanjenje afektacija ili odoka ili pomoću direktne izmjere, ali ne pomoću prihodnih tablica, jer je takav postupak subjektivan i kompliciran (TASSY, 1887., str. 212. i 255.; PUTON, 1894., str. 33. i 57., HUFFEL, 1926., str. 370.; PARDÉ, 1930., str. 130.).

Radi bolje ilustracije navodimo ovdje TASSYEOVO (1887., str. 257.) mišljenje o reduciranju na zajednički stojbinski bonitet: »U svakom se slučaju radi o predviđanju za kraće ili dulje vrijeme, koliki će prihod dati pojedina sastojina u vrijeme njezine sječe. U tome leži glavna teškoća! Ona se može prikrivati, ali se ne može izbjeći te ostaje uvijek jednako velika, bez obzira na stručnjake, koji je rješavaju«.

Primijenimo li *metodu dobnih razreda* na francuske serije ili *na računске gospodarske jedinice*, postupak se pojednostavljuje, jer je dovoljno reducirati sastojine nepotpunog obrasta na potpun obrast, da bi površina mogla poslužiti kao regulator uživanja šuma.

Naše *računske gospodarske jedinice* u tom su pogledu pogodnije od francuskih serija, jer se u okviru prvih može postići isti stojbinski bonitet, što u okviru drugih nije uvijek moguće.

β) *Primjena metode dobnih razreda na šumski bazen »B«*

Podijelimo li naš šumski bazen »B« na *klasične gospodarske jedinice*, moći ćemo u njemu u principu razlikovati tri tipa gospodarskih jedinica, analogno kao kod *normalno-zališnih metoda*.

Prvo su gospodarske jedinice, u kojima prevladavaju stariji dobnj razredi. Drugo su gospodarske jedinice, u kojima prevladavaju mlađi dobnj razredi, a treće su gospodarske jedinice, u kojima postoji normalan razmjer dobnih razreda.

Kod *metode dobnih razreda* vrijeme izjednačenja nije izraženo direktno nego indirektno. To proizlazi iz principa *metode dobnih razreda* (NENADIĆ, 1929., str. 247.), prema kojima će konkretni periodički etat gospodarskih jedinica prvog tipa biti veći od normalnog periodičkog etata; u gospodarskim jedinicama drugog tipa bit će on manji od normalnog periodičkog etata, dok će u gospodarskim jedinicama trećeg tipa biti oba etata jednaka.

Razlika između normalnog periodičkog i konkretnog periodičkog etata zavisi uglavnom od gospodarske strukture gospodarskih jedinica drugog tipa, no razlika između konkretnog i normalnog periodičkog etata zavisi još i od gospodarskih i šumsko-uzgojnih momenata gospodarskih jedinica prvog tipa.

Zbog toga vrijeme izjednačenja može poprimiti i kod primjene *metode dobnih razreda* odnos. (17), koji može imati slične posljedice, kao i kod *normalno-zališnih metoda*.

Na taj se način primjenom *metode dobnih razreda* mogu izračunati različiti etati za naš šumski bazen, već prema tome, kako se formiraju *klasične gospodarske jedinice*.

Metodom dobnih razreda na bazi klasičnih gospodarskih jedinica može se postojeća normalna struktura šumskog bazena (područja ili oblasti) narušiti, jer se traži, da se u svakoj gospodarskoj jedinici postigne normalni razmjer dobnih razreda, ne vodeći računa o šumskom bazenu (području ili oblasti) kao cjelini.

Kao primjer za to navodimo jedan manji šumski bazen »D« hrastovih šuma *oplodne sječe* s ophodnjom od 120 godina. Taj bazen je razdijeljen na dvije gospodarske jedinice jednake površine. U prvoj gospodarskoj jedinici je šesti dobní razred dva puta jače zastupljen nego što bi morao biti. Trećeg dobnog razreda nema, dok su ostali dobní razredi normalno zastupljeni.

U drugoj gospodarskoj jedinici nemamo šesti dobní razred, ali je treći dobní razred zastupljen dva puta jače, nego što bi trebalo da bude; ostali dobní razredi su normalno zastupljeni.

Određujemo li etat po principu »iz maloga u veliko«, tada u drugoj gospodarskoj jedinici ne ćemo imati u toku prve periode glavnog prihoda. »Prelazna perioda« ili »perioda mirovanja« traje 20 godina!

U prvoj gospodarskoj jedinici bit će periodički etat glavnog prihoda veći od normalne površine dobnog razreda te gospodarske jedinice. Uživanje u pojedinim periodama bit će raspoređeno tako, kako bi se u toj gospodarskoj jedinici što prije uspostavila normalna struktura po dobnim razredima.

Očito je, da ćemo takvim postupkom poremetiti normalnu strukturu spomenutog bazena kao cjeline.

Odaberemo li u prvoj gospodarskoj jedinici prelaznu ophodnju sa 60 godina, tada ćemo za šumski bazen »D« izračunati isti etat po principu »iz maloga u veliko«, kao i po principu »iz velikoga u malo«. I u jednom i u drugom slučaju periodički etat glavnog

prihoda bit će jednak svim sastojinama šestog dobnog razreda, samo što ćemo kod uređivanja šuma po principu »iz maloga u veliko« poremetiti postojeću pravilnu gospodarsku strukturu bazena »D« i prouzrokovati gospodarske žrtve, jer ćemo sastojinama prve gospodarske jedinice prelaznom ophodnjom skratiti sječivu dob. Kod uređivanja šuma »iz velikoga u malo« pravilna gospodarska struktura bazena »D« ostaje neporemećena, bez gospodarskih žrtava.

Zbog toga ne možemo preporučiti *metodu dobnih razreda* na bazi *klasičnih gospodarskih jedinica*. Izuzetak bi bile one šume, odnosno one gospodarske jedinice, u kojima je već postignut normalan razmjer dobnih razreda.

Naša *uputstva za uređivanje državnih šuma od 1931.* nastojala su riješiti eventualne negativne posljedice *metode dobnih razreda* izravnavanjem etata među pojedinim gospodarskim jedinicama (1931., str. 331.). To isto preporučuju *privremena uputstva za uređivanje šuma FNRJ od 1946. i opća uputstva za uređivanje šuma FNRJ od 1948.*

Takvo izravnavanje etata među gospodarskim jedinicama moglo bi se izvršiti tako, da se pojedine gospodarske jedinice tretiraju s prekidnim gospodarenjem. Na taj bi se način sadanji ili budući etatni vakuum jedne gospodarske jedinice kompenzirao s viškom etata u drugoj gospodarskoj jedinici. No takvim postupkom će gospodarske jedinice izgubiti karakter *klasičnih gospodarskih jedinica*, jer se u njihovu okviru ne će postići normalna struktura. Okvir za postizavanje normalne strukture postaje šumarija, ili direkcija, ili šumski bazen, ili šumsko-privredno područje, ili šumsko-privredna oblast. *U takvom slučaju više nema smisla izravnavanje etata među klasičnim gospodarskim jedinicama. Obratun etata može se uspješnije obaviti na bazi računskih gospodarskih jedinica tako, da dosadanje gospodarske jedinice uz neke manje ili veće modifikacije preuzmu funkciju šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica.*

Izdvajanje posebnih gospodarskih jedinica zbog različitih sječivih dobi u istoj računskoj gospodarskoj jedinici nije nužno. Na računске gospodarske jedinice s različitim sječivim dobima može se primijeniti ili princip *Trebeljahrovih* (1922) *pokretnih gospodarskih jedinica* ili princip *metode jedne jedine afektacije*.

Primijenimo li *metodu dobnih razreda* na računске gospodarske jedinice, uklonit ćemo subjektivni momenat kod određivanja etata u našem šumskom bazenu.

Osim toga razlučit ćemo vremensko uređivanje od prostornoga. Etat ćemo određivati na bazi računskih gospodarskih jedinica nezavisno od prostornog uređivanja, što se pripisivalo dosad jedino *normalno-zališnim i prirasnim metodama* (WAGNER, 1928.; RÖHRL, 1927.; BAADER, 1945.).

Pa ipak unatoč svemu tome, smatramo, da *metoda dobnih razreda* nije prikladna za uređivanje šumskog bazena »B« ni na bazi računskih gospodarskih jedinica.

Princip *metode dobnih razreda* je – kako rekosmo – identičan s principom *normalno-zališnih metoda*. Taj se princip sastoji u ovom: postignuti u šumi normalno stanje, jer će na taj način biti najbolje osiguran princip potrajnosti! Razlika je samo u tome, što *normalno-zališne metode* baziraju na normalitetu po drvenoj masi, dok *metoda dobnih razreda* bazira na normalitetu po površini.

Sigurno je, da je princip potrajnosti *teoretski* najbolje osiguran, ako je u šumi postignut normalitet, no uz pretpostavku: 1) da je ophodnja, odnosno sječiva dob, stalna i nepromjenljiva; 2) da su granice gospodarskih jedinica stalne; 3) da je oblik gospodarenja stalan.

Iz dosadanih smo izlaganja vidjeli, da je nemoguće zadovoljiti prvu točku spomenute pretpostavke u duljem vremenskom intervalu (vidi str. 256.), premda naša *uputstva za uređivanje šuma od 1931.* (str. 324.) insistiraju na prvoj točki spomenute pretpostavke.

Mi smo se trudili, da bi zadovoljili drugu točku rečene pretpostavke, ali ni osnivanjem *računskih gospodarskih jedinica* nismo uspjeli to postignuti. I granice *računskih gospodarskih jedinica* su promjenljive, prvo, zbog promjene granica šuma i drugo, zbog promjene gospodarskih tipova. Omjer smjese vrsta drveća stalno se mijenja; sastojine, koje danas pripadaju ovoj *računskoj gospodarskoj jedinici*, pripast će kod iduće revizije drugoj *računskoj gospodarskoj jedinici* i t. d.

Što se tiče treće točke spomenute pretpostavke, smatramo, da ćemo od sastojinskog oblika gospodarenja postepeno prijeći na stabilnično, izuzevši naše šume u ravninama i na brežuljcima, za koje je do danas sastojinski oblik gospodarenja najpovoljniji.

Što to znači?

Normalitet šume i normalna struktura po dobnim razredima, koju smo postavili danas, ne će sutra više značiti normalitet, promijeni li se samo jedan od uvjeta normaliteta.

Kako postupamo kod *metode dobnih razreda*? Oslanjajući se na postavljeni normalitet po dobnim razredima, određujemo onoliku sječu, odnosno onoliki etat, da bismo za nekoliko decenija postigli postavljeni normalitet šume. A što će biti za nekoliko decenija? Na temelju naših dosadašnjih razmatranja možemo sigurno reći, da će se u toku nekoliko decenija promijeniti barem jedan od uvjeta normaliteta, pa će se naravno izmijeniti i normalitet. Iz toga proizlazi, *da mi etat određujemo kod metode dobnih razreda na jednoj nesigurnoj bazi, jer želimo postignuti u budućnosti nešto, za što unaprijed znamo, da ne će postojati!*

Zbog toga smatramo *metodu dobnih razreda* za naše prilike nepotrebljivom.

Princip potrajnosti, koji propisuje *Zakon o šumama FNRJ* (1947., čl. 33.), možemo riješiti i na drugi način. Princip normalne gospodarske strukture i princip periodičkog površinskog etata ne ćemo zabaciti, nego ćemo ga primijeniti na naše *računske gospodarske jedinice*, no kod toga ne ćemo propisivati nikakve gospodarske žrtve, da bismo postigli normalitet u svakoj pojedinoj *računskoj gospodarskoj jedinici*.

4. Francuske kombinirane metode

a) Metoda stalnih afektacija

a) Opis metode

LORENZ i PARADE su prenijeli *Cottinu metodu* u Francusku u toku prve polovice prošlog stoljeća (PUTON, 1894., str. 15.).

Jednostavna i praktična *Cottina metoda* našla je u Francuskoj brzo mnogo pristaša. To je razumljivo, jer se u francuskim nizinskim šumama od davnine primjenjivala površinska metoda *tire et aire*.

No u toku vremena *Cottina* je *metoda* doživjela u Francuskoj neke modifikacije, pretvorivši se u *metodu stalnih afektacija*.

*Metoda stalnih afektacija*¹ osniva se na definitivnoj i nepromjenljivoj podjeli ophodnje na jednake periode i na analognoj podjeli serije u afektacije jednake površine.

Periode su višekratnici ophodnje, a određuju se za svaku seriju posebno. One moraju biti toliko duge, da se u jednoj periodi mogu prirodno pomladiti sve sastojine afektacije, koja je na redu da se siječe.

Podijelimo li ophodnju u pet perioda, prvaj ćemo periodi dodijeliti toliko odjela najurgentnijih za sječu, da im ukupna površina iznosi 1/5 površine serije. Tako izabrani odjeli činit će prvu afektaciju. Na analogan način formira se druga afektacija, pa onda treća i t. d. Odjeli se grupiraju u afektacije prema njihovoj starosti, prema njihovu stanju, prema pravilima o sječnom redu i ostalim momentima. Tako formirane afektacije treba da zadovolje ova četiri uvjeta: 1) one moraju biti suvisle; 2) granice im moraju biti fiksne (nepromjenljive); 3) treba da su prirodno ograničene; 4) treba da su pravilno nanizane u smjeru sjekoreda (prva afektacija treba da se pruža sjeveroistočno od druge, a druga sjeveroistočno od treće i t. d.). Ukoliko je nemoguće istodobno zadovoljiti sva četiri uvjeta, odustaje se od trećeg i četvrtog. Tada se afektacije ograničavaju umjetnim linijama (*»lignes d'affectations«*).

Kod *metode stalnih afektacija* sastavlja se opća i posebna osnova sječa.

¹ HUFFEL je definirao afektaciju kao skup sastojina, koje su određene da budu realizirane za vrijeme trajanja jedne periode (HUFFEL, 1926., str. 314.).

Opća osnova sječa sastavlja se za cijelu ophodnju i ima permanentni karakter. Ona iskazuje površine odjela razvrstane u pojedine afektacije, koje su dodijeljene pojedinim periodama.

Posebna se osnova sječa odnosi samo na jednu periodu i na jednu afektaciju, koja je na redu za sječū. Takva osnova sječa iskazuje pored površina odjela i odsjeka tekuće afektacije još i njihove drvne mase. Zato se klupiraju sva stabla u odjelima one afektacije, koja je na redu da se siječe. Drvna masa (U) te afektacije određuje se pomoću jednoulaznih drvno-gromadnih tabela (*«tarif d'aménagement»*).

Ukoliko je ta drvna masa inertna, godišnji će etat biti jednak kvocijentu mase (U) i duljine periode (n).

Ako možemo očekivati, da će masa (U) još prirašćivati, odredit ćemo njezin postotak prirasta (p) i izračunati godišnji etat po formuli (28).

$$E = \frac{U}{n} + \frac{U \times 0,0p}{2} \quad (28)$$

To je etat glavnog prihoda.

Provodioću uređajnog elaborata prepušteno je, da on sam odredi mjesto i intenzitet sječe kod realizacije godišnjeg etata — naravno u okviru tekuće afektacije. Pri realizaciji etata glavnog prihoda uzimaju se u račun slučajni prihodi. Prije nego što počne doznaka, etata glavnog prihoda, odbijaju se od njega svi prošlogodišnji slučajni prihodi, koji su se dogodili u afektaciji, koja je na redu za sječū.

Na koncu periode sve sastojine dotične afektacije imaju biti *posječene i prirodno pomlađene*.

Posebna osnova sječa sadržava, pored plana *oplodnih sječa*, također i plan njegovanja. Za svaku afektaciju utvrđuje se posebna ophodnjica prorjeđivanja na temelju starosti sastojina. Ta ophodnjica mora biti višekratnik periode.

Kvocijent površine afektacije i pripadajuće joj ophodnjice prorjeđivanja daje nam površinski etat međuprihoda. Pojedini odjeli, odnosno odsjeci, grupiraju se tako, da čine godišnji površinski etat međuprihoda.

Njegovanje šuma se obavlja svake godine u svakoj afektaciji (osim u prvoj). U nekim afektacijama prorijedit će se sve sastojine dvaput, a u nekim tri i više puta. Intenzitet prorjeđivanja je prepušten provodioću uređajnog elaborata.

Glavne se revizije obavljaju na koncu svake periode. Tada se ponovo sastavlja posebna osnova sječa za narednu periodu. Unutar periode vrše se obično svake desete godine male revizije. One se sastoje u ponovnom obračunu godišnjeg etata glavnog prihoda. To se čini zbog toga, što obračun etata, odnosno bolje reći obračun prirasta, nije potpuno egzaktni.

1. Prednosti metode stalnih afektacija

Specifičnost *metode stalnih afektacija* očituje se u tome, što su afektacije prirodno ograničeni, suvisli i fiksni dijelovi gospodarske jedinice (serije), i što su periode toliko dugačke, da se za vrijeme jedne periode mogu prirodno pomladiti sve sastojine posebne osnove sječa.

Iz toga proizlazi, da je *metoda stalnih afektacija* vezana jedino uz *oplodnu sječ*, što je uopće karakteristično za sve *francuske kombinirane metode*.

Njemačko uređivanje je prvo počelo dijeliti ophodnju na periode (HENNERT, 1791.; HARTIG, 1795.; COTTA 1804.). HARTIG i COTTA su u prvo vrijeme uzimali periode različitih dužina. Prvi ih je određivao prema vrsti drveća i uzgojnom tipu šume, a drugi ih je uzimao prema duljini ophodnje. Kasnije obojica dijele ophodnju visokih šuma na jednako duge periode od 20 godina. Takva podjela ophodnje na dvadesetogodišnje periode održala se do danas u njemačkom uređivanju, bez obzira na to, da li se u jednoj periodi od 20 godina mogu pojedine sastojine prirodno pomladiti ili ne.

U francuskom je uređivanju šuma princip *oplodne sječe* došao do izražaja već u XVI. i XVII. vijeku kod *površinske metode tire et aire* (POTEL, 1925., str. 250.). Stoga je razumljivo, da Francuzi nisu periode šablonizirali, nego su ih određivali za svaku seriju posebno, prema vrsti drveća, prema stojbini i prema ostalim momentima. Ukoliko bi periode bile dulje od $\frac{1}{3}$ ophodnje, odnosno, ako je pomladno razdoblje duže od 30 godina, francusko uređivanje preporuča, da se sastojinski oblik gospodarenja zamijeni štabilimičnim i primijene druge uređajne metode (*Francuska instrukcija za uređivanje šuma od 1883.*; HUFFEL, 1926., str. 315.).

Metoda stalnih afektacija daje provodiocu uređajnog elaborata slobodne ruke, da on kod realizacije godišnjeg etata odredi sam mjesto i vrijeme sječe u okviru sastojina tekuće afektacije, oslanjajući se u prvom redu na uspjeh prirodnog pomlađivanja (TASSY, 1887., str. 290.; PUTON, 1894., str. 60.).

Oploidna sječa ne da se spojiti s posebnom osnovom sječa, u kojoj bi godišnji etat bio unaprijed točno fiksiran vremenski i površinski. U tom duhu TASSY (1887., str. 273.) ispravno kaže: *«Il y a deux choses qui ne sauraient, en général, être prévues longtemps à l'avance et avec précision, dans l'application de la méthode du réensemencement naturel: c'est d'abord l'assiette des coupes principales; c'est ensuite le nombre d'arbres à enlever dans chacune de ces coupes».*

Prema tome vidimo, da *metoda stalnih afektacija* omogućuje prirodno pomlađivanje šuma, prvo zbog toga, što su periode pri-

lagodne pomladnom razdoblju, i drugo, zbog toga, što sječa pojedinih odjela nije vremenski točno fiksirana u posebnoj osnovi sječa.

To je najbolji dokaz protiv općenite tvrdnje mnogih autora, da *šestarske metode* prouzrokuju голу sječū i umjetno pošumljivanje. Ta tvrdnja nije potpuno ispravna čak ni za metodu podjele šuma na godišnje sječine, jer je metodom *tire et aire* dokazano protivno.

Šumsko-uzgojni momenat *metode stalnih afektacija* došao je do izražaja i kod njegovanja šuma. Spomenuli smo, da se kod te metode sastojine svake afektacije njeguju na poseban način posebnom ophodnjicom. To je moguće, doduše, i kod ostalih metoda, ali nije tako jasno i imperativno određeno kao kod *metode stalnih afektacija*. Kod ostalih se metoda mogu razlikovati u stvari samo dvije afektacije, prva, u kojoj se realizira glavni prihod, i druga, u kojoj se vrši njegovanje šuma.

Druga specifičnost *metode stalnih afektacija* ili, bolje reći, uopće specifičnost francuskog uređivanja šuma jesu konvencionalne jednoulazne drvno-gromadne tabele (»tarif d'aménagement«). To su jednoulazne skrižaljke izrađene na bazi prsnih promjera. One ne daju točne rezultate za drvnu masu pojedinih stabala na panju. No one omogućuju točnu kontrolu uživanja šuma i kontrolu prirasta, jer se oslanjaju samo na fiksne elemente (prsne promjere), koji se mogu uvijek gotovo istom točnošću izmjeriti. To je gledište zastupao BROILLIARD (1878., str. 156.) još prije sedamdeset godina: »Il n'est pas nécessaire d'obtenir bien exactement les volumes réeles, mais il est indispensable d'opérer le cubage des arbres à l'aide d'éléments fixes. C'est le seul moyen d'avoir des résultats comparables, condition indispensable pour l'assiette da coupes et utile lors des vérifications de possibilité«.

Izračunavanje godišnjeg etata je jednostavno, izuzevši određivanje postotka prirasta, što je uvijek skopčano s većim ili manjim netočnostima. Te netočnosti se paraliziraju dekadnim revizijama posebne osnove sječa. Ili se prirast uopće ne uzima u obzir na račun rezerve (BROILLIARD, 1878, str. 164.).

Metoda *stalnih afektacija* ima za nas veliko teoretsko značenje, jer je njome postavljen *normalitet šuma oplodne sječe* za razliku od njemačkog normaliteta, koji se osniva na čistoj sječi. Usporedimo li oba normaliteta, doći ćemo do interesantnih zaključaka.

Najprije ćemo razmotriti *idealnu šumu gole i oplodne sječe*, kakve u prirodi nema, ali koja je specifična za *njemačko uređivanje šuma*.

Pretpostavimo, da imamo jednu visoku šumu, koja se sastoji od stotinu jednodobnih sastojina (odjela) jednake površine. Cilj gospodarenja određen je u toj šumi *ophodnjom* od 100 godina. Mjesto čiste sječe i umjetnog pomlađivanja prijeći ćemo na *oplodnu sječū*. Neka pomladno razdoblje *oplodne sječe* traje 10 godina. Radi jednostavnosti ćemo pretpostaviti, da će prirodno

pomlađivanje uspjeti u dva sijeka (oplodni i dovršni). Dužina periode neka je 20 godina. Kod čiste sječe sjekli smo svake godine stogodišnju sastojinu. Kod *oplodne sječe* sjeći ćemo prve godine oko 50% drvene mase 100-godišnje sastojine i oko 50% drvene mase 99-godišnje sastojine. Druge godine ćemo posjeći oko 50% drvene mase 99-godišnje sastojine i oko 50% drvene mase 98-godišnje sastojine. Na isti ćemo način postupati dalje tako, da ćemo u toku 10 godina provesti oplodni sijek u dvadeset odjela. U toku narednih 10 godina izvršiti ćemo u tim istim odjelima dovršni sijek. To znači, da ćemo u periodu od 20 godina posjeći i prirodno pomladiti prvih 20 odjela. U idućoj periodu posjeći ćemo i pomladiti idućih 20 odjela i tako redom. Za vrijeme jedne ophodnje od 100 godina posjeći ćemo sve sastojine cijele šume i vratit ćemo se *oplodnom sječom* na isto mjesto, samo što ćemo mjesto umjetno podignutih jednodobnih sastojina stvoriti prirodne, više ili manje nejednodobne sastojine. Ophodnja je ostala ista. Sve sastojine iste šume posjekli smo i vratili se sječom na isto mjesto u toku iste ophodnje, samo prvi put čistom sječom, a drugi put *oplodnom sječom*. Razlika je tek u tome, što se kod čiste sječe *ophodnja* apsolutno poklapa sa sječivom dobi, što kod *oplodne sječe* nije slučaj, no *prosječna dob* sastojina, koje se sijeku *oplodnom sječom* u jednoj periodu, jednaka je 100 godina. Produžimo li *ophodnju* kod *oplodne sječe*, kako to GUTTENBERG (1911., str. 67.), NENADIĆ (1919., str. 64.) i drugi preporučaju, *tada ćemo produljiti prosječnu sječivu dob i time promijeniti cilj gospodarenja*.

Takvo razmatranje je sasvim teoretsko i ima jedino tu svrhu da pokaže, da se ophodnja ne mora produljiti, ako pređemo od čiste sječe na *oplodnu*, držeći se istog cilja gospodarenja.

Razmotrivši *idealnu šumu*, preći ćemo sada na jednu *realnu šumu oplodne sječe*, kod koje je također cilj gospodarenja izražen *ophodnjom od 100 godina*. Pomladno razdoblje traje također 10 godina. Ta je šuma uređena po *metodi stalnih afektacija*, te se sastoji od 5 suvsilih afektacija (dobnih razreda) širine od 20 godina. Svaki dobni razred zauzima u seriji jednaku površinu, t. j. $\frac{1}{5}$ površine serije. Srednje starosti pojedinih dobnih razreda jesu: prvog 10 god., drugog 30 god., trećeg 50 god., četvrtog 70 god. i petog 90 god. Perioda od 20 godina je dovoljno duga, da za njezina trajanja mogu biti sastojine odgovarajuće afektacije (odgovarajućeg dobnog razreda) posječene i prirodno pomlađene. Zadnja afektacija, t. j. peti dobni razred, dodijeljen je za sječju prvoj periodu, te ulazi u posebnu osnovu sječa. Kod provedbe posebne osnove sječa posjeći ćemo neka stabla u prvoj godini periode, a neka će još rasti 20 godina, tako, da će *prosječna sječiva dob* tog dobnog razreda biti jednaka 100 godina. Toliko upravo iznosi ono vrijeme, nakon kojega će peti dobni razred opet doći do sječe. *Ophodnja* je prema tome po broju godina *identična s prosječnom sječivom dobi zadnjeg (petog) dobnog razreda*.

Došavši tako do zaključka, da se kod istog cilja gospodarenja ophodnja ne mora promijeniti; predemo li od čiste sječe na *oplodnu*, postavlja se pitanje, kolika je onda *normalna drvena zaliha šume oplodne sječe*? Ona je jednaka jednostavnoj sumi *drvnih masa svih dobnih razreda pod uvjetom, da su oni potpuno obrasli, odnosno da se njihov obrast podudara sa unaprijed definiranim obrastom ili s obrastom sastojina, koje smatramo normalnima.*

Iz toga vidimo, da se normalna drvena zaliha *šume oplodne sječe* ne može računati na bazi šume gole sječe s produženom ophodnjom za polovinu pomladnog razdoblja, kako to preporučuju mnogi autori (JUDEICH, 1904., str. 127.; GUTTENBERG, 1911., str. 104.; ŠENŠIN, 1934., str. 84.; i drugi)².

2. Nedostaci metode stalnih afektacija

Glavni nedostaci *metode stalnih afektacija* sastoje se u tome, što se ona osniva na pretpostavci, da su granice serije stalne, da su afektacije fiksne, da je ophodnja jedinstvena³ i nepromjenljiva, da je oblik gospodarenja isti i da će tok vegetacije biti pravilan i neporemećen.

Kad bi ta pretpostavka bila ostvarena, primjenom *metode stalnih afektacija* mogli bismo postignuti normalno stanje, kako u pojedinim gospodarskim jedinicama, tako i u cijelom šumskom bazenu. No mi smo već u ranijim razmatranjima vidjeli, da je spomenuta pretpostavka neostvarljiva. Stoga opća osnova sječa ne može imati permanentni karakter. Ona će biti često poremećena bilo zbog kalamiteta, bilo zbog povećanja ili smanjenja šumske površine, bilo zbog ostalih faktora, na što je već ukazala francuska službena *instrukcija za uređivanje šuma od 1924.*

U prethodnoj smo točki spomenuli prednosti rečene metode sa šumsko-uzgojnog gledišta. Treba da istaknemo i nedostatke. Ti se nedostaci sastoje u tome, što *metoda stalnih afektacija zahtijeva*, da dobnih razredi (t. j. afektacije) budu suvisle cjeline. Taj zahtjev je nepovoljan sa šumsko-uzgojnog i sa šumsko-gospodarskog gledišta, jer su sastojine podjednake starosti grupirane na istom

² Interesantno je napomenuti, da SCHLICH (1895., str. 236.) nije usvojio JUDEICHOVU formulu za obračun normalne drvene zalihe šume *oplodne sječe* (formula 11), premda je svoje uređivanje napisao uglavnom pod njegovim utjecajem.

Noviji njemački i engleski autori (WAGNER, 1928.; BAADER, 1945.; JERRAM, 1945.) nisu također usvojili JUDEICHOV i GUTTENBERGOV obračun normalne zalihe za šumu *oplodne sječe*, nego su ostali i dalje kod visoke šume gole sječe.

³ *Metoda stalnih afektacija* principiijelno poznaje samo jednu jedinu ophodnju unutar serije. Međutim, kod praktične primjene može se dogoditi, da se u jednoj seriji nalazi niska šuma s ophodnjom od 20 godina, dok je ophodnja ostalog dijela serije 100 godina. Ako je perioda duga 20 godina, onda će niska šuma biti obuhvaćena u svakoj periodi te bi morala figurirati u svakoj afektaciji (TASSY, 1887., str. 242.).

mjestu jače izvrgnute elementarnim i ostalim nepogodama i jer je takvo formiranje dobnih razreda skopčano s velikim gospodarskim žrtvama.

Metodom stalnih afektacija želilo je francusko uređivanje šuma polučiti jednake periodičke i jednake godišnje prihode. No to je teško postići, i to uglavnom iz dva razloga. Prvi je razlog u tome, što se u francuskoj gospodarskoj jedinici (seriji) ne da u cijelosti postignuti jedinstvo stojbinskih prilika, jer ona ima karakter *klasične gospodarske jedinice*. Pored kriterija jedinstva stojbinskih prilika postoje još dva kriterija za formiranje-serija kod sastojinskog oblika gospodarenja. To su pravilna unutarnja gospodarska struktura šume (pravilan razmjer dobnih razreda) i suvislost serije. Kako kod sastojinskog oblika gospodarenja nije uvijek moguće zadovoljiti sva tri kriterija, obraća se veća pažnja ovom ili onom kriteriju, iz čega proizlazi, da serija ili ne će obuhvatiti istu stojbinu ili ne će imati pravilnu gospodarsku strukturu.

Drugi razlog se sastoji u tome, što se u afektacijama, koje nisu na redu za sječu, dešavaju slučajni prihodi. To se naročito odrazilo u planinskim šumama. Zbog toga se tražilo, da se godišnji etat umanji za sve prošlogodišnje slučajne prihode, realizirane u bilo kojoj afektaciji («*précomtage*»). U onim šumama, gdje su vjetrolomi bili veliki, događalo se, da se u toku periode nije iskoristila drvna masa afektacije, koja je bila na redu za sječu, nego se sjeklo po cijeloj šumi, t. j. u svim afektacijama. To je dovelo do toga, da je *metoda stalnih afektacija* izgubila svoje opravdanje, pa je napuštena u planinskim šumama, kako smo to već prije istakli.

3. Primjena metode stalnih afektacija na šumski bazen »B«

Zbog svoje specifičnosti *metoda stalnih afektacija* ne može se primijeniti na *računske gospodarske jedinice* nego samo na serije.

Primijenimo li tu metodu na naš šumski bazen »B«, tada ćemo u njemu u principu razlikovati tri tipa serija s obzirom na njihovu unutarnju gospodarsku strukturu. Prvo su serije, u kojima prevladavaju sastojine zrele za sječu. Drugo su serije, u kojima prevladavaju mlade i srednjodobne sastojine. Treće su serije pravilne unutarnje gospodarske strukture.

U francuskom uređivanju šuma preporučaju se različiti sistemi, da bi se postigao normalitet u serijama prvog i drugog tipa. Ti se sistemi sastoje ili u primjeni prelazne ophodnje, ili u primjeni »pripravne« ophodnje⁴, ili u iskorišćivanju sastojina prve i zadnje afektacije u istoj periodi, ili u privremenom premještanju sastojina iz jedne afektacije u drugu i sl., što su detaljno opisali HUFFEL (1926., str. 372.) i PARDE (1930., str. 360.).

⁴ Izraz »*pripravna*« ophodnja nije ispravan, pa bi mjesto njega trebalo naći drugi izraz, kao na pr. »*prethodna perioda*« ili »*perioda mirovanja*« i sl. (PARDE, 1923., 1930., str. 253.).

No svi se ti sistemi svode na isto. *Za volju normaliziranja šumè unutar umjetno stvorenih okvira – serija i afektacija – toleriraju se gospodarske žrtve: s jedne strane sijeku se sastojine, koje još nisu zrele, a s druge strane zrelim se sastojinama produljuje sječiva dob.*

Do osobitih bi zapreka i velikih gospodarskih žrtava došlo onda, kad bi unutarnja gospodarska struktura našeg bazena bila takva, da bi afektacije morale obuhvatiti sastojine, kojih se starosti razlikuju za polovicu ophodnje.

Primjenom metode stalnih afektacija na naš šumski bazen moglo bi se dogoditi, da ćemo pravilnu postojeću unutarnju gospodarsku strukturu toga bazena narušiti, da bi nakon stotinu i više godina postigli pravilnu unutarnju gospodarsku strukturu u svakoj seriji.

No malo je vjerojatno, da ćemo *metodom stalnih afektacija* postignuti pravilnu unutarnju gospodarsku strukturu u svakoj seriji našeg bazena »B«, jer će se u toliko dugom vremenskom razdoblju izmijeniti ili površina pojedinih serija ili ophodnja ili oblik gošpodarenja.

Pored toga ističemo, da po *metodi stalnih afektacija* možemo za naš šumski bazen »B« izračunati različite etate, jer je ta metoda zavisna od karakteristika *klasičnih gospodarskih jedinica*.

4. *Zaključne napomene*

U onim šumama, gdje je već uspostavljena pravilna unutarnja gospodarska struktura dugotrajnom primjenom te metode, u blagim klimatima i kod onih vrsta drveća, koje rađaju sjemenom često i obilno, opravdano je zadržati *metodu stalnih afektacija* i dalje. Samo tako se može opravdati činjenica, da *metoda stalnih afektacija* ima još uvijek oficijelni karakter u Francuskoj (*Instrukcija od 1924.*) i da u novijoj literaturi ima ipak još uvijek pristaša (PARDÉ, 1931., str. 285. i BUFFAULT, 1931., str. 941.).

Premda je *metoda stalnih afektacija* za naše šumsko gospodarstvo u neku ruku anahronizam (MANOJLOVIĆ, 1926., str. 28.), a za francusko šumarstvo »Une méthode d'aménagement bien démodée« (SCHAEFFER, 1950.), ipak je njezino značenje veliko u teoretskom i didaktičkom smislu.

b) *Metoda promjenljivih afektacija*

a) *Opis metode*

Metoda promjenljivih afektacija razvila se iz *metode stalnih afektacija*.

Kao i kod prethodne metode i tu je ophodnja podijeljena na periode, koje su zadržale prvobitno značenje.

Afektacije se formiraju na temelju sječive dobi sastojina, na temelju stanja sastojina i na temelju principa potrajnosti, no s tom razlikom, što one nisu više ni suvisle, ni permanentne cjeline.

Opća osnova sječa nema permanentni karakter.

Revizija uređajnog elaborata obavlja se na koncu svake periode. Tada se ponovo formiraju sve afektacije tako, da u stvari postoji samo prva afektacija, dok ostale imaju računski karakter⁵.

Godišnji se etat glavnog prihoda i međuprihoda računa na potpuno analogan način kao i kod prethodne metode.

Danas je *metoda promjenljivih afektacija* najraširenija metoda u francuskim nizinskim šumama (*Francuska instrukcija od 1924.*).

β) Kritika metode promjenljivih afektacija

1. Općenito

Kod *metode promjenljivih afektacija* ne postoji jedinstvena ophodnja unutar serije, i to zato, što se prilikom svake revizije ponovo stvaraju nove afektacije. Može se stoga dogoditi, da neki odjeli iste gospodarske jedinice budu u toku jedne ophodnje posječeni više puta, a neki ni jedamput⁶. Na taj se način može ta metoda mnogo lakše prilagoditi postojećoj gospodarskoj strukturi prirodnih šuma, to više, što afektacije ne moraju biti ni suvisle, ni trajne. Zbog toga je *metoda promjenljivih afektacija* skopčana s mnogo manjim gospodarskim žrtvama nego li prethodna metoda.

Metoda stalnih afektacija ide za tim, da u šumi u prvom redu uspostavi normalno stanje. *Metodi promjenljivih afektacija* je naprotiv primarna svrha uspostaviti u šumi potrajnost prihoda, a tek nakon toga postignuti normalitet.

Metoda promjenljivih afektacija ima svoj nedostatak u tome, što ona ne uzimlje dovoljno u obzir moment ekonomičnosti zbog strogog principa potrajnosti.

2. Primjena metode promjenljivih afektacija na šumski bazen »B«

Primijenimo li *metodu promjenljivih afektacija na šumski bazen »B« na bazi serija, izračunat ćemo za nj različite etate, već prema tome kako smo formirali serije.*

Subjektivno izračunavanje etata za naš šumski bazen »B« mogli bismo ukloniti, ako mjesto serijâ uvedemo *računske i šumsko-uzgojne gospodarske jedinice*. Radi toga bi trebalo za svaku račun-

⁵ MANOJLOVIĆ (1926., str. 25) smatra, da *metoda promjenljivih afektacija* nije *šestarska metoda*, jer opća osnova sječa ima samo računski karakter, te »naznačuje samo najverovatnije dodeljivanje sastojina ostalim periodama, ali nikako ne propisuje«.

Isti princip proveden je i kod našeg *Naputka od 1903*. I ondje opća osnova sječa ima istu svrhu, kao i kod *metode promjenljivih afektacija*. Po *Naputku* se također prilikom svake revizije sastavlja nova opća i posebna osnova sječa, pa je ipak *Naputak šestarska metoda*.

⁶ Isti princip vidimo i kod starog *njemačkog rašestarenja po površini* (»Flächenfachwerk«). Razlika je samo u terminologiji, jer su neki njemački autori (na pr. JUDEICH, 1904., str. 338.) zamijenili pojam ophodnje (»Umtrieb«) s uređajnim vremenom (»Einrichtungszeitraum«), a pojam sječive dobi (»Abtriebsalter«) ophodnjom.

sku gospodarsku jedinicu odrediti posebnu periodu, u kojoj bi se pojedine sastojine dotične *računske gospodarske jedinice* mogle prirodno pomladiti. Moglo bi se postupiti i na taj način, da se najdulja perioda uzme kao osnovica za sve *računske gospodarske jedinice*.

Ukoliko bi u *jednoj računskoj gospodarskoj jedinici* postojalo više ophodnja, odnosno više sječivih dobi, ne treba takvu *računsku jedinicu* cijepati u manje dijelove, koji bi obuhvatali sastojine jedinstvene ophodnje. To nije potrebno kod *metode promjenljivih afektacija*, jer se ondje afektacije mijenjaju prilikom periodičkih revizija uređajnog elaborata tako, da u *računskim gospodarskim jedinicama* mogu postojati različite sječive dobi. Navest ćemo za to jedan primjer. U *jednoj računskoj gospodarskoj jedinici* odabrali smo ophodnju od 120 godina. Ako perioda traje 30 godina, tada neke sastojine te računске jedinice mogu biti posječene u sječivoj dobi od 90 godina, druge u sječivoj dobi od 120 godina, a treće u sječivoj dobi od 150 godina. Prilikom svake revizije formirat će se afektacija od onih sastojina, koje se imaju posjeći s obzirom na odgovarajuće stanje i odgovarajuću sječivu dob.

Metoda promjenljivih afektacija zahtijeva, da sve sastojine tekuće afektacije budu prirodno pomladene u toku jedne periode tako, da bi na početku svake periode imali samo potpuno obrasle sastojine. Zbog toga se kod *metode promjenljivih afektacija* ne vrši redukcija sastojina na potpun obrast.

No želimo li primijeniti tu metodu na naš šumski bazen, mi bismo morali takvu redukciju izvršiti zbog toga, što ćemo gotovo redovito imati posla sa sastojinama nepotpunog obrasta, bilo zbog već započete *oplodne sječe*, bilo zbog kalamiteta.

Redukcija na zajednički stojbinski bonitet nije potrebna ni kod serija, ni kod *računskih gospodarskih jedinica*, jer i jedne i druge obuhvataju iste stojbinske prilike unutar svojih granica.

c) Metoda jedne jedine afektacije

a) Opis metode

Metoda jedne jedine afektacije razvila se iz *metode promjenljivih afektacija*.

Ta metoda operira samo s jednom afektacijom i odgovarajućom periodom, koja mora biti toliko duga, da se za vrijeme njezina trajanja mogu prirodno pomladiti sve sastojine tekuće afektacije.

Površina afektacije (s) određuje se formulom (29).

$$s = \frac{n}{a} \times P \quad (29)$$

P = površina serije; a = sječiva dob; n = dužina periode.

Afektacija se formira od sastojina rasutih po cijeloj seriji. Kod odabiranja sastojina, koje će činiti afektaciju, pazi se na njihovu starost, odnosno na zrelost, kao i na njihovo stanje. Najprije se uzimlju u obzir one sastojine, u kojima je već počela *oplodna sječa*. To su sastojine nepotpunog obrasta. Zbog toga se njihova površina mora reducirati na potpun obrast.

Prema *instrukciji za uređivanje šuma od 1924.* ta redukcija ima se obaviti ovako: označimo li sa (f_1) površinu sastojina zrelih za sječju nepotpunog obrasta, sa (g_1) njihovu temeljnicu, a sa (g) temeljnicu, koju bi imale te sastojine, da su potpuno obrasle, onda je reducirana površina (f_r) spomenutih sastojina jednaka:

$$f_r = \frac{g_1}{g} \times f_1 \quad (30)$$

Reducirana površina sastojina (f_r) uzima se u obzir kod računanja površine afektacije po formuli (29).

Kad je afektacija određena, onda se određuje njezina drvena masa i odgovarajući prirast za polovinu periode onako kao kod *metode stalnih afektacija*.

Godišnji etat glavnog prihoda izračunava se po formuli (28).

Etat međuprihoda određuje se samo po površini.

Opće osnove sječa nema.

Sastavlja se samo posebna osnova sječa, koja važi za jednu periodu.

Na koncu svake periode obavlja se glavna revizija. Tom prilikom se izrađuje nova posebna osnova sječa.

β) Kritika metode jedne jedine afektacije

1. Općenito

Metoda jedne jedine afektacije ne operira sa ophodnjom. To je razumljivo, jer se ne sastavlja opća osnova sječa, pa prema tome ophodnja gubi svoj smisao. Mjesto ophodnje primijenjuje se sječiva dob, što je potpuno opravdano.

Metoda jedne jedine afektacije ima tu prednost, što se može primijeniti na serije s različitim vrstama drveća i sa različitim sječivim dobima. U takvim je serijama, površina afektacije (s) definirana jednadžbom (31).

$$s = \frac{n}{a_1} \times P_1 + \frac{n}{a_2} \times P_2 + \dots + \frac{n}{a_x} \times P_x \quad (31)$$

a_1, a_2, \dots, a_x ... sječive dobi pojedinih sastojina;

P_1, P_2, \dots, P_x ... ukupne površine sastojina sa sječivim dobima a_1, a_2, \dots, a_x ;

$P_1 + P_2 + \dots + P_x$... ukupna površina serije.

Redukcija zrelih sastojina nepotpunog obrasta na potpuni obrast pomoću temeljnica vrlo je prikladna prvo stoga, što je temeljnica najstalniji elemenat odraslih sastojina, i drugo, što se spomenuta redukcija obavlja unutar serijâ, t. j. kod istog stojbinskog boniteta. Kod onih gospodarskih jedinica, u kojima su obuhvaćeni različiti stojbinski boniteti, bilo bi ispravnije vršiti redukciju na temelju drvene mase, kako je to predložio LUNEAU (1928., str. 645.).

Zbog navedenih karakteristika *metoda jedne jedine afektacije* nema više obilježje *šestarske metode*, nego je slična *njemačkoj metodi dobnih razreda*.

Glavna razlika između *metode dobnih razreda* i *metode jedne jedine afektacije* jest u tome, što se kod prve etat određuje na temelju uspoređivanja konkretnog razmjera dobnih razreda s normalim, kao i na temelju gospodarskih momenata, dok se kod druge etat određuje samo po formuli (31).

Metoda jedne jedine afektacije je elastičnija od prethodnih francuskih kombiniranih metoda.

U toku vremena se uvidjelo, da uređivanje šuma ne možemo bazirati na nepromjenljivoj ophodnji i na seriji stalnih (nepromjenljivih) granica. Modifikacijama *metode stalnih afektacija* to je pitanje riješeno. *Metoda promjenljivih afektacija*, a pogotovu *metoda jedne jedine afektacije* ne traži, da ophodnja bude fiksna i da granice serija budu nepromjenljive; to je razumljivo, uzmemo li u obzir, da te metode ne idu za tim, da se postigne normalitet, nego da se osigura princip potrajnosti.

Unatoč svojoj jednostavnosti i elastičnosti, *metoda jedne jedine afektacije* može se uspješno primijeniti samo u serijama pravilne unutrašnje gospodarske strukture šuma, t. j. ondje, gdje je dugotrajnim uređivanjem šuma postignut normalan razmjer dobnih razreda. U serijama nepravilne gospodarske strukture ta metoda nije prikladna, jer ne uzima u račun ostale periode te u njima može prouzrokovati etatni vakuum. Zato je HUFFEL (1926., str. 390.) preporučio, da se obračun etata protegne barem na dvije periode. Sličnog je mišljenja i JERRAM (1945., str. 38.).

2. Primjena metode jedne jedine afektacije na šumski bazen »B«

Kod uređivanja našeg šumskog bazena spomenuta metoda dala bi kud i kamo bolje rezultate, primijenimo li je na bazi *računskih gospodarskih jedinica* nego na bazi serija. Pomoću *računskih gospodarskih jedinica* tretirat ćemo unutarnju gospodarsku strukturu našeg bazena kao cjelinu i ujedno ukloniti subjektivni moment kod obračuna etata. Redukcija zrelih sastojina nepotpunog obrasta na potpuni obrast može se provoditi u *računskim gospodarskim jedinicama*, kao i u serijama, pomoću temeljnica.

No HUFFELOVA napomena vrijedila bi i za *računske gospodarske jedinice*, ako im je unutarnja gospodarska struktura nepravilna.

d) Duchaufourova metoda

a) Opis metode

DUCHAUFOUR (1903) je zamislio *novu kombiniranu metodu* uređivanja šuma, koju je primijenio na šumu *Compiègne* nedaleko od Pariza.

Uređujući neku šumu prema toj metodi, raspoređujemo sve sastojine jedne serije u dvije grupe. Prva grupa obuhvata sastojine, u kojima smo već započeli *oplodnu sječu*, kao i one sastojine, u kojima bi takvu sječu trebalo naskoro obaviti, imajući pred očima šumsko-uzgojne i šumsko-gospodarske momente. Druga se grupa odnosi na sve ostale sastojine.

Prva se grupa uređuje po *kombiniranoj*, a druga grupa po *površinskoj metodi*.

Kad je ustanovljena površina i drvena masa sastojina prve grupe, tada se po formuli (32a) izračunava duljina intervala (X), u kojem bi se imale te sastojine posjeći.

$$s : c = r : X \quad (32)$$

$$X = \frac{c \times r}{s} \quad (32a)$$

s = površina serije; c = reducirana površina sastojina prve grupe na potpuni obrast; r = ophodnja.

Redukcija sastojina prve grupe na potpuni obrast vrši se na jednostavan način. U potpunoj obrasloj sastojini površine (f) isklupiramo sva stabla. Nakon toga odredimo prsni promjer (D) srednjeg stabla za tu sastojinu. Iznosi li ukupni broj stabala u toj sastojini (n), tada možemo napisati jednadžbu (33).

$$K^2 \times D^2 \times n = f \quad (33)$$

$$K^2 = \frac{f}{D^2 \times n} \quad (33a)$$

Pomoću formule (33a) možemo izračunati faktor (K^2) na temelju podataka (f), (D^2) i (n). Faktor (K^2) služi nam za reduciranje sastojina nepotpunog obrasta na potpuni obrast.

Ako drvena masa sastojina prve grupe iznosi (v), onda je godišnji etat glavnog prihoda (e) definiran formulom (34).

$$e = \frac{v}{X} = \frac{v}{c} \times \frac{s}{r} \quad (34)$$

$$e = \frac{v}{c \times r} \times s \quad (34a)$$

Godišnji etat međuprihoda definiran je kvocijentom površine sastojina druge grupe i ophodnjice prorjeđivanja.

Uredajni elaborat se sastavlja za interval od 10–20 god., koji je obično kraći od (X), a koji ne mora biti višekratnik ophodnje, no ophodnjica prorjeđivanja mora biti višekratnik spomenutog intervala.

Po isteku uređajnog elaborata sastavlja se novi uređajni elaborat, tako da se opisani postupak u cijelosti ponovi.

1. Općenito

β) Kritika Duchaufourove metode

PARDE (1930., str. 168.) je ubrojio *Duchaufourovu metodu* u *metodu jedne jedine afektacije*. Međutim, između *Duchaufourove metode* i *francuskih kombiniranih metoda*, koje smo prikazali pod točkama (a), (b) i (c), postoji principiijelna razlika. Ta se razlika očituje u ovom: Kod dosadanih *kombiniranih francuskih metoda* perioda je višekratnik ophodnje, a određuje se toliko duga, da se za njezina trajanja mogu prirodno pomladiti sve sastojine posebne osnove sječa. Kad smo odredili duljinu periode, tada izračunavamo površinu tekuće (prve) afektacije, bilo pomoću opće osnove sječa, bilo pomoću formula (29) i (31). Sve sastojine tekuće afektacije imaju se u toku jedne periode posjeći i prirodno pomladiti.

Kod *Duchaufourove metode*, kao i kod *metode plavog odjeljka*, površinu afektacije ne izračunavamo. Sve sastojine, koje bi trebalo posjeći, bilo s obzirom na šumsko-uzgojne, bilo s obzirom na šumsko-gospodarske momente, raspoređujemo u jednu grupu, bez obzira na to, kako će ona biti velika. Na temelju površine sastojina te grupe izračunavamo zatim vremenski interval (X), u kojem se imaju te sastojine posjeći. Naravno, da tako izračunati vremenski interval (X) ne će biti u pravilu višekratnik ophodnje.

Duchaufourova metoda je jedna od najelastičnijih *kombiniranih francuskih metoda* s obzirom na uzgajanje šuma i gospodarenje. Ta elastičnost proizlazi odatle, što posebna osnova sječa te metode pruža provodiocu uređajnog elaborata mnogo širi okvir za realizaciju godišnjeg etata negoli posebna osnova sječa dosadanih *kombiniranih metoda*. Sve sastojine, predviđene posebnom osnovom sječa po *Duchaufourovom metodi*, ne moraju, pa i ne smiju biti iskorišćene za vrijeme trajanja uređajnog elaborata. Kod realizacije godišnjeg etata, prema tome, postoji veća mogućnost, da se uzmu u obzir šumsko-uzgojni i šumsko gospodarski momenti.

Po isteku uređajnog elaborata sastavlja se novi uređajni elaborat. Taj elaborat nema nikakve veze s prvobitnim intervalom (X), jer se taj ponovo izračunava. Na taj način mogu se šumsko-uzgojni i gospodarski momenti bolje zadovoljiti nego kod dosadanih *kombiniranih metoda*.

Isti ćemo, da prednosti *Duchaufourove metode* nemaju generalno značenje, te nema smisla primjenjivati tu metodu na onim stajbinama i kod onih vrsta drveća (hrast lužnjak), gdje se prirodno pomlađivanje vrši lako i obilno. Mi smo mišljenja, da će na ta-

kvim stojbinama biti ipak prikladnija i sigurnija *metoda promjenljivih afektacija*, jer ona traži, da se sve sastojine tekuće afektacije iskoriste i prirodno pomlade u toku jedne periode.

Duchaufourovoj metodi treba dati prednost na onim stojbinama, gdje je prirodno pomlađivanje teže. No i tu ima granica. Tako na pr. na vrlo lošim stojbinama i kod onih vrsta drveća, koje rijetko rađaju sjemenom (bukva), ne će ni *Duchaufourova metoda* uvijek zadovoljiti. U takvim se prilikama može dogoditi, da se etat izračunat po *Duchaufourovoj metodi* ne će moći realizirati sa šumsko-uzgojnog gledišta ili zbog slabog uroda sjemena ili zbog nedostatka pomlatka i sličnih momenata. Stoga će u takvim okolnostima biti povoljnija *metoda plavog odjeljka*. Kod te se metode ne može dogoditi takav slučaj, jer se ondje obračunava cjelokupni etat globalno, a realizira se i u *plavom* i u *bijelom odjeljku* ili samo u jednom.

Duchaufourovoj metodi možemo prigovoriti sa šumsko-uzgojnog gledišta još i ovo: Imamo li u gospodarskoj jedinici vrlo malo sastojina zrelih za sječu, tada će i, odgovarajući interval (X) biti kratak, pa se može dogoditi, da on bude kraći od pomladnog razdoblja, koje je potrebno za prirodno pomlađenje odnosnih šuma.

Kod izračunavanja intervala (X) dobit ćemo isti (X) za seriju, u kojoj je prva grupa sastavljena od potpuno obraslih sastojina površine (f), kao i za drugu seriju s istom površinom i s istom ophodnjom, u kojoj je I. grupa sastavljena od slabo obraslih ali dobro pomlađenih sastojina s reduciranom površinom (f). S gledišta principa potrajnosti to je ispravno, ali nije ispravno s gledišta uzgajanja šuma. Grupa I. druge gospodarske jedinice zahtijeva brži tempo sječe negoli I. grupa prve gospodarske jedinice.

Duchaufourova metoda je slična francuskim *metodama po masi i prirastu*. Ako površina I. grupe šuma iznosi jednu trećinu serije, formula (34b) postaje identična s formulom (22).

$$e = \frac{v}{\frac{1}{3}s \times r} \times s \quad (34b)$$

Iz naših prijašnjih razmatranja znamo, da formula (22) daje nešto preniske rezultate, jer ne vodi računa o prirastu drvene mase. Zato smatramo, da bi formulu (34) trebalo ispraviti, dodavši joj pripadajući prirast tako, da bi njezin popravljani oblik bio ovaj:

$$e = \frac{v}{c} \times \frac{s}{r} + \frac{v \times 0,0p}{2} \quad (34c)$$

p = postotak prirasta drvene mase (v).

Ovu modifikaciju *Duchaufourove formule* opravdamo time, što prva grupa sastojina, koja ulazi u posebnu osnovu sječa, nema karakter afektacije u smislu dosadanih *kombiniranih francuskih metoda*. Kod tih metoda nije baš nužno računati s prirastom sa-

stojina, koje su uvrštene u posebnu osnovu sječa (t. j. koje čine tekuću afektaciju), jer one i onako moraju biti posječene zajedno s njihovim prirastom do konca periode.

Kod *Duchaufourove metode nije tako*. Zbog toga treba godišnji etat točno obračunati. Ne uzmemo li u obzir prirast, nagomilat će se u seriji veća drvena zaliha nego što je potrebno.

Takvo rezoniranje je opravdano za normalnu šumu, na temelju koje je *Duchaufourova metoda* izvedena. U tom pogledu *Duchaufourova metoda* analogna je svim metodama, koje su izgrađene na principu normalne šume. One daju dobre rezultate za šumu približno normalnog stanja, no za šume nepravilnog stanja, one su manje ili više neupotrebljive.

Što se tiče principa potrajnosti, PARDÉ (1930., str. 170.) navodi, da *Duchaufourova metoda* osigurava taj princip. To nije sasvim ispravno. Ako je gospodarska jedinica sastavljena od većeg dijela mladih sastojina, a samo od neznatnog dijela starih sastojina, onda ćemo stare sastojine užiti u odgovarajućem intervalu (X) određenom po formuli (32a), a nakon toga će nastati etatni vakuum glavnog prihoda.

2. Primjena *Duchaufourove metode* na šumski bazen »B«

Uređivanje šuma našeg šumskog bazena »B« po *Duchaufourovoj metodi*, na bazi *klasičnih gospodarskih jedinica*, nije prikladno s dva razloga. Prvo, što bi u *klasičnim gospodarskim jedinicama*, izuzevši serije, trebalo izvršiti dvije redukcije, jednu na zajednički stojbinski bonitet i drugu na potpuni obrast, da bismo mogli ispravno primijeniti spomenutu metodu. Drugo, što *Duchaufourova metoda* vrijedi uglavnom za gospodarske jedinice približno normalne gospodarske strukture. To uviđa i sam autor te kaže, da se mogu desiti dva slučaja, kad treba korigirati etat glavnog prihoda. Prvi je slučaj onaj, kad prevladavaju sastojine prve grupe. Tada će biti potrebno povisiti etat, da bi se spriječilo propadanje pojedinih sastojina, koje su postigle svoju zrelost. Drugi je pak slučaj onaj, kad su sastojine prve grupe slabo zastupljene. Tada je poželjno, da se etat nešto snizi. To kaže sam autor. No time *Duchaufourova metoda* postaje zavisna od formiranja *klasičnih gospodarskih jedinica* te može izazvati različite anomalije, kako smo to već pokazali kod normalno-zališnih metoda.

Primijenimo li *Duchaufourovu metodu* na računске i šumsko-uzgojne gospodarske jedinice našeg bazena, ne moramo vršiti redukciju na isti stojbinski bonitet. Osim toga, tretirajući šumu kao cjelinu na bazi računskih gospodarskih jedinica, izbjeci ćemo anomalijama, koje mogu nastati kod primjene *klasičnih gospodarskih jedinica*.

Sa šumsko-uzgojnog gledišta također je bolje *Duchaufourovu metodu* protegnuti na računске i šumsko-uzgojne jedinice, jer tada postoji manja vjerojatnost, da se etat, izračunat po toj me-

todi, ne bi mogao realizirati s obzirom na šumsko-uzgojne momente. Godišnji etat ćemo obračunati za pojedine računске gospodarske jedinice, koje se protežu preko mnogih šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica; a ostvarit ćemo ga ondje, t. j. u onoj šumsko-uzgojnoj gospodarskoj jedinici, gdje postoje svi preduvjeti za njegovo pravilno ostvarenje s obzirom na urod sjemena, stanje pomlatka i sl. Šumsko-uzgojnim gospodarskim jedinicama stvorili smo jedan široki okvir, u kojemu može provodilac uređajnog elaborata (sastavljenog za šumski bazen kao cjelinu) naći sastojine za sječu s obzirom na šumsko-uzgojne momente.

5. Karakteristika francuskih kombiniranih metoda sa šumsko-uzgojnog gledišta

Princip onih kombiniranih metoda, koje traže, da se sve sastojine tekuće afektacije (posebne osnove sječa) posijeku i prirodno pomlade u toku jedne periode, u skladu je s oplodnom sječom naših nizinskih šuma hrasta lužnjaka.

Oplodna sječa naših lužnjakovih šuma karakteristična je po tome, što je prvi sijek te sječe jakog intenziteta. Prvim sijekom sijećemo 30–40% drvene mase glavne sastojine, kao i svu podstojnu sastojinu i sve grmlje. Time stvaramo preduvjet za iskorišćenje potpunog uroda žira, iz kojega će odjednom niknuti jednako star pomladak. Drugi, a eventualno treći sijek, sastoji se u uklanjanju preostalih sjemenjaka.

U mnogim lužnjakovim šumama slabog obrasta može pripravni sijek otpasti tako, da ćemo prirodno pomlađenje postići dovršnim sijekom s petogodišnjom predzabranom ili takozvanim »pomlađivanjem pod zastorom uz jednokratnu (potpunu) sječom« (PETRAČIĆ, 1931., str. 190. i 207.; SMILAJ, 1939.).

Takav način oplodne sječe poznat je i u Francuskoj, gdje je dao u lužnjakovim šumama pokrajine »Adour« odlične rezultate (JOLYET, 1916., str. 74.). Stoga Švajcarac ENGLER (1905., str. 24.), iako je pristaša oplodne sječe u okruzima (»Femelschlag«), daje prednost pomlađivanju pod zastorom stabala u lužnjakovim šumama blagih klimata, gdje žir rađa djelomično svake 2. do 3. godine, a potpuno svake 5. do 10 godine (francuske pokrajine: Gascogne, Sarthe, Orléanais, Perche i t. d.).

Naše nizinske šume hrasta lužnjaka nalaze se još u povoljnijoj klimi, a žir rodi češće (PETRAČIĆ, 1931., str. 207.) tako, da je do danas prirodno pomlađivanje pod zastorom stabala uz jednokratnu ili dvokratnu sječom najbolji način gospodarenja za te šume.

Pored toga, takvo pomlađivanje lužnjakovih šuma djeluje povoljno i na proizvodnju tehničkog drva. Deblovina iz takvih šuma je dulja, punodrvnija i čišća od deblvine iz šuma, koje su pomlađene u dugom pomladnom razdoblju.

Zbog tih razloga smatramo, da su *francuske kombinirane metode*, izuzevši *metodu stalnih afektacija* i *Duchaufourovu metodu*, prikladne za uređivanje naših šuma hrasta lužnjaka sa šumsko-uzgojnog gledišta.

Što se tiče hrasta kitnjaka, stvar je nešto drugačija zbog različitih ekoloških karakteristika tih dvaju hrastova (GUINIER, 1950.). Dok je za lužnjakove šume najpovoljniji način *oplodne sječe* pomlađivanje pod zastorom uz jednokratnu ili dvokratnu sječú, dotle je u kitnjakovim šumama na lošim stojbinama mnogo povoljnija *oplodna sječa u okruzima*. Zbog toga *francuske kombinirane metode* nemaju za kitnjakove šume ono isto značenje, kao za šume hrasta lužnjaka.

Za bukove šume *oplodne sječe* nisu tako podesne *francuske kombinirane metode*, koje traže, da se u toku periode iskoriste i prirodno pomlade sve sastojine posebne osnove sječa.

Oploidna je sječa u bukovim šumama drugačija nego u šumama hrasta lužnjaka. Dok je kod *oploidne sječe* lužnjakovih šuma pravilo, da se postigne i iskoristi potpuni urod žira, dotle je to kod bukve nemoguće postići. Kod *oploidne sječe* u bukovim šumama iskorišćujemo djelomične urode sjemena tako, da će tlo biti obraslo još prije pripravnog sijeka pomlatkom, koji će djelomično činiti buduću sastojinu.

Prvi sijek (pripravni) u bukovim je šumama uvijek slabijeg intenziteta nego u lužnjakovim šumama, a naknadnih sjekova ima nekoliko. Buduća će se sastojina u pravilu sastojati od individua različitih starosti. Iskorišćujući djelomične urode bukvice, a uzimajući u obzir osjetljivost mladika na žegu i na mraz, pomladno je razdoblje dugo u usporedbi s onim kod hrasta lužnjaka. Stoga je teško udovoljiti zahtjevu, da u toku jedne periode budu sve sastojine posebne osnove sječa pomladene, premda ima kod nas autora (LONČAR, 1946.), koji zagovaraju *oploidnu sječú* bukovih šuma samo sa dva sijeka.¹

Na temelju toga, kao i svega onoga, što smo rekli kod *metoda po masi i prirastu*, vidimo, da su za bukove šume povoljnije one metode, kod kojih sastojine posebne osnove sječa ne definiraju etat (*Metode po masi i prirastu i Duchaufourova metoda*).

¹ *Oploidna sječa* sa dva sijeka u bukovim šumama može se obaviti na različite načine. Međutim, karakteristična su dva ekstremna slučaja.

Prvi se sastoji u tome, da se pripravnim sijekom posiječe 50% drvene mase među najslabijim i potištenim stablima, a da se dovršnim sijekom posijeku preostala najjača stabla.

Drugi slučaj imamo onda, kad se pripravnim sijekom vadi 50% drvene mase tako, da se sijeku najjača i krošnjata stabla. Dvršni sijek se odnosi na ostalu drvenu masu, koja se sastoji od tanjih stabala.

Ni prvi ni drugi ekstrem ne daje dobre rezultate. Svakako, da je prvi štetniji, ali i drugi može imati također velikih mana, prvo stoga, što dovodi do velike množine izbojaka iz panjeva, i drugo, što smanjuje mogućnost osjeme-

Za jelovè šume su *kombinirane metode* još nepodesnije nego za bukove šume, jer *oplodna sječa* u jelovim šumama ima posve drugačiji karakter nego u hrastovim i bukovim šumama. Pripravni sijek u jelovim šumama nema svrhu osjemenjivanja, nego se on obavlja tek onda, kad je tlo dovoljno obraslo pomlatkom, što naravno produžuje pomladno razdoblje, koje znade biti i dulje od jedne trećine sječive dobi. Stoga je za jelove šume vrlo povoljna *grupimična oplodna sječa* ili *oplodna sječa u okruzima*, odnosno *Gayerov Femelschlag* (GAYER, 1898., str. 140.), koji je teško uskladiti s principima *francuskih kombiniranih metoda* (ENGLER, 1905., str. 6.).²

6. Paralela između francuskih kombiniranih metoda i naših instrukcija za uređivanje šuma od 1903. i 1931.

a) Ophodnja¹ i gospodarska jedinica

Francuske kombinirane metode, izuzevši *metodu stalnih afektacija* i *Duchaufourovu metodu*, dopuštaju različite sječive dobi unutar serije.

Naš *Naputak od 1903.* (str. 36.), kao i *Instrukcija od 1931.* (str. 292. i str. 324.) traže, da svaka gospodarska jedinica ima svoju ophodnju, odnosno svoju sječivu dob.

Francuske metode omogućuju uzgajanje sastojina različitih zrelosti u istoj seriji. Prema *našim instrukcijama* to je u pravilu

njivanje. Stoga je najpovoljnije, da se pripravnim sijekom »najprije posijeku – u koliko ih ima – sva bolesna i nalomljena stabla, a osim toga se preporuča posjeći najjača i najslabija stabla. Za sjemenjake neka se ostave po cijeloj sječini po prilici podjednako porazmjčštena srednja jaka stabla s lijepo razvatom krošnjom« (PETRAČIĆ, 1931., str. 191.). Između pripravnog i dovršnog sijeka treba ubaciti još i naplodni sijek, a na mjestima, gdje je to potrebno, uvesti poslije naplodnoga i naknadni sijek.

² Kod ovog razmatranja opisali smo *tipične oblike oplodne sječe*, koji su karakteristični za naše glavne vrste drveća – *hrast lužnjak*, *hrast kitnjak*, *bukvu* i *jelu*. Ističemo, da opisani oblici *opladne sječe* nemaju općenito i šablonsko značenje, nego ih treba akomodirati prema *klimatskim, topografskim, edafskim* i *genetskim* prilikama svake pojedine šume, odnosno svake pojedine stobjine. Uzgred spominjemo, da se to može postići u okviru naših *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica*.

¹ Danas postoje uglavnom dva različita pojma ophodnje.

Jedni pod ophodnjom razumijevaju vremensko razdoblje, u kojem se sve sastojine jedne šume (gospodarske jedinice) posijeku, nakon čega se sječa ponovi na istom mjestu.

Drugi smatraju pod ophodnjom vrijeme, koje prođe od osnivanja sastojine do njezine sječe.

Prvo shvaćanje je karakteristično za francusko uređivanje šuma (BROILLIARD, 1878., str. 24.; TASSY, 1887., str. 10.; HUFFEL, 1926., str. 14.; PARDÉ, 1930., str. 31. i 253.; SCHAEFFER, 1947., str. 331.).

U njemačkom uređivanju postoji odvojeno mišljenje. Stariji autori zastupaju prvo gledište (COTTA, 1835., str. 25.; GREBE, 1867., str. 186.; STOETZER,

nemogućće, jer je za sve sastojine jedne gospodarske jedinice određena ista sječiva dob.

No time, što *francuske metode* predviđaju u istoj seriji različite zrelosti, bilo bi za trajno dobivanje prihoda potrebno, da serija bude sastavljena od toliko nizova dobnih razreda, koliko različitih zrelosti imade.

Naša ili bolje reći njemačka gospodarska jedinica sastoji se u principu samo od jednog niza dobnih razreda, jer postoji samo jedna zrelost u gospodarskoj jedinici.

Nije potrebno posebno dokazivati, da je lakše postignuti pravilnu unutarnju gospodarsku strukturu u našoj gospodarskoj jedinici nego u francuskoj seriji.

Sa šumsko-uzgojnoj gledišta francuske su serije povoljnije od naših gospodarskih jedinica, jer su serije manje i jer obuhvataju podjednake stajbinske prilike, pa se uzgajanje šuma može uspješnije prilagoditi ekološkim momentima.

Ni francuske, ni naše instrukcije ne odgovaraju našem suvremenom uređivanju šuma, jer i francuske serije i naše gospodarske jedinice imaju karakteristike klasičnih gospodarskih jedinica; one istodobno služe kao baza za određivanje etata i kao baza za gospodarenje, uzgajanje i njegovanje šuma (KLEPAC, 1949., str. 154.).

Osnivanjem posebnih računskih i šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica odvojit ćemo različite funkcije uređivanja šuma i tako ukloniti nedostatke, koji su vezani uz klasične gospodarske jedinice.

1898., str. 181.; SCHILLING, 1924., str. 1.; GUTTENBERG, 1911., str. 66. i drugi). Noviji autori su prihvatili drugo gledište (JUDEICH, 1904., str. 72.; WAGNER, 1928., str. 15.; BAADER, 1945., str. 155.).

U našem uređivanju je analogno. PARTAŠ (1897., str. 51.) i NENADIĆ (1929., str. 63.) zastupaju prvo, a ŠENŠIN (1934., str. 30.) i ostali drugo shvaćanje.

Engleski autori su prihvatili drugo gledište (SCHLICH, 1895., str. 200.; JERRAM, 1945., str. 12.).

Naše je mišljenje, da je prvo shvaćanje ispravnije i prikladnije. Pojam ophodnje nije identičan s pojmom sječive dobi, kako to smatraju pristaše drugog shvaćanja. Ophodnja i sječiva dob dva su različita pojma. Ophodnja je vremenski interval, u kom se sve sastojine jedne gospodarske jedinice posijeku i sječa se u tom vremenu ponovi na istom mjestu. To je u skladu i s etimologijom same riječi ophodnja, na što je već ukazao NENADIĆ (1932., str. 9.). Sječiva dob sastojine je starost, u kojoj je sastojina postigla svoju zrelost, dakle vrijeme, koje protječe do osnivanja sastojine do njezine sječe.

Ophodnja može koincidirati sa sječivom dobi, što se teoretski događa nakon prve ophodnje. U visokim šumama to je rjeđi slučaj, jer su ophodnje dugačke, pa se valjanost uređajnog elaborata ne može održati za cijelu ophodnju. No kod niskih šuma to se redovno postizava. Kod prvobitnog uređivanja niske šume obično ophodnja i sječiva dob ne koincidiraju, ali nakon prve ophodnje, ta se koincidencija postizava, t. j. sijeku se sastojine, kojih je sječiva dob po broju godina jednaka ophodnji.

U visokim šumama danas ima ophodnja samo teoretsko značenje, jer se uređajni elaborati ne sastavljaju više za cijelu ophodnju, nego za kraću periodu. Zbog toga treba *bazirati nove uređajne elaborate na sječivoj dobi, ali koju zato ne treba identificirati s ophodnjom.*

Računske gospodarske jedinice imaju svrhu, da posluže kao baza za određivanje etata, kao baza za planiranje i kao baza za kontrolu sječe i gospodarenja.

Šumsko-uzgojne gospodarske jedinice služe kao baza za gospodarenje, njegovanje i upravu šuma. Njihova je prvenstvena svrha, da uzgajanje šuma, gospodarenje i njegovanje postave na ekološku osnovicu prema učenju CAJANDERA (1926), TOUMEYA (1928), DENGLERA (1930), GUINIERA (1949, 1950), POSKINA (1949) i drugih modernih uzgajivača. Taj cilj modernog uzgajanja šuma možemo postići pomoću šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica, jer ih formiramo na temelju ekoloških (stojbinskih) elemenata bez obzira na ophodnju, bez obzira na unutarnju gospodarsku strukturu (razmjer dobnih razreda), bez obzira na princip potrajnosti u njihovu okviru i bez obzira na ostale momente, koji se uzimaju u obzir kod formiranja klasičnih gospodarskih jedinica.

b) Duljina periode

Francuske kombinirane metode duljinu su periode prilagodile šumsko-uzgojnim momentima. Prema tim metodama perioda mora biti toliko duga, da sve sastojine posebne osnove sječa mogu biti posječene i prirodno pomlađene za vrijeme njezina trajanja.

Naš Naputak (1903., str. 33.) propisuje za visoke šume gole ili oplodne sječe dvadesetogodišnje, odnosno desetogodišnje periode, bez obzira na stojbinu i vrstu drveća. Kod istog principa ostala je i novija Instrukcija (1931., str. 317.), koja također šablonski propisuje dvadesetogodišnje periode.

Uzmemo li u obzir, da Naputak traži desetogodišnje revizije, prilikom kojih se ima ponovo sastaviti i opća i posebna osnova sječa, dolazimo do zaključka, da periodu po Naputku traje samo 10 godina².

Dok francuske metode idu za tim, da se šume prirodno pomlađuju, naše instrukcije pod utjecajem njemačkog uređivanja šuma ne paze dovoljno na pomlađivanje šuma oplodnom sječom.

Želimo li iskoristiti prednosti francuskih metoda, tada nam se nameće pitanje: kako se duljina periode odnosi prema pomladnom razdoblju?

Evidentno je, da perioda ne smije biti kraća od pomladnog razdoblja. Bude li ona identična s pomladnim razdobljem, tada bismo morali provesti pripralni sijek istodobno u svim sastojinama posebne osnove sječa, želimo li ih prirodno pomladiti u toku periode. To je teško provesti, pogotovu ondje, gdje posebna osnova sječa obuhvata mnogo sastojina. Zbog toga, kao i zbog neredovitog uroda sjemena, treba da je perioda dulja od pomladnog razdoblja.

² Kod moderne njemačke metode dobnih razreda također je perioda duga samo 10 godina. Ističemo, da i najnoviji njemački autori zastupaju mišljenje, da perioda bude duga samo 10 godina (BAADER, 1945., str. 156.).

TASSY (1887., str. 229.) preporuča, da perioda bude dva puta dulja od pomladnog razdoblja.

Prema POSKINU (1934., str. 125.) periode (25–30 godina) su također po prilici dva puta dulje od pomladnog razdoblja (12–15 ili 15–18 godina) u hrastovim šumama.

Razmotrimo li *Huffelovu površinsku metodu* (vidi str. 235.), vidjet ćemo, da je kod nje perioda za 5 godina dulja od pomladnog razdoblja.

Što je perioda dulja od pomladnog razdoblja, to postoji veća mogućnost za prirodno pomlađivanje sastojina posebne osnove sječa. No preduge periode nisu povoljne, jer kod predugih perioda izlažemo provodioca uređajnog elaborata opasnosti, da pokvari prostorni red u šumi, da posegne za nezrelim sastojinama i da razvuče *oplodnu sječicu*. Za šume hrasta lužnjaka to je nepovoljno. Zbog toga perioda ne smije biti ni preduga ni prekratka; donja granica je definirana pomladnim razdobljem, a gornja granica vremenskim intervalom od 30 godina.

c) Dobni razredi

Naše instrukcije prosuđuju unutrašnju gospodarsku strukturu šumâ *oplodne sječe* pomoću razmjera dobnih razreda. To se vrši i u francuskom uređivanju šuma. Ali i tu postoji razlika.

Kako širina dobnih razreda odgovara duljini periode, to su naši dobní razredi jednako široki (20 god.) za sve šume *oplodne sječe*, dok su dobní razredi po francuskim metodama različiti³.

I jedan i drugi sistem imaju svoje prednosti i nedostatke.

Sistem *naših instrukcija* ima prednost pred *francuskim sistemom*, jer omogućuje prosuđivanje unutarne gospodarske strukture za velika šumska područja, pa čak i za cijelu državu; uspoređivanje gospodarske strukture među gospodarskim jedinicama također je lako. Kod francuskog je sistema to teško i komplicirano.

Francuski sistem ima prednost pred *našim instrukcijama* u šumsko-uzgojnom i šumsko-tehničkom smislu.

Prednost sa šumsko-uzgojnog gledišta već smo istaknuli.

Sa šumsko-tehničke strane prednost leži u ovom: budući da je perioda uvijek toliko duga, da za vrijeme njezina trajanja mogu biti pomlađene sve sastojine zadnjeg dobnog razreda, onda će po svršetku periode zadnji dobní razred preći kompletno u prvi dobní razred.

Kod jedinstvenih dobnih razreda širine od 20 godina pomladni razred uvijek ne koincidira s dobnim razredom. Zbog toga razmjer dobnih razreda postaje kompliciran i nepregledan te ne može pružiti pravilnu sliku o unutaršnjoj gospodarskoj strukturi šume.

³ U njemačkoj literaturi jedino je HEYER (1883., str. 33.) prilagodio širinu dobnih razreda pomladnom razdoblju. No njegov postupak se nije održao u njemačkom uređivanju šuma.

Prednosti jednog i drugog sistema treba iskoristiti. To bi se moglo učiniti na ovaj način. Kod uređivanja većeg šumskog bazena, odnosno šumsko-gospodarske oblasti, razdijelit ćemo šume na temelju dužine pomladnog razdoblja na nekoliko zona. Prva zona neka obuhvata sve šume s pomladnim razdobljem kraćim od 15 god.; druga zona neka se odnosi na šume s pomladnim razdobljem od 15 do 30 godina; treća zona neka obuhvata šume, u kojima je pomladno razdoblje dulje od 30 godina. Na prvu zonu možemo primijeniti dvadesetogodišnje, a na drugu tridesetogodišnje dobne razrede, dok ćemo u trećoj zoni dobne razrede zamijeniti debljinskim razredima.

Može se postupiti i tako, da se samo na prvu zonu primijene dvadesetogodišnji dobni razredi, a na sve ostale zone debljinski razredi, t. j. da se na prvu zonu primijeni saštojinsko, a na drugu stablimično gospodarenje.

d) Opća osnova sječa

Kod *metode stalnih*, kao i kod *metode promjenljivih afektacija*, opća osnova sječa sastavlja se tako, da svaka perioda ophodnje dobije jednaku površinu šume bez obzira na drvenu masu. S obzirom na to francusko je uređivanje ostalo vjerno *Cottinoy metodi*.

Opća osnova sječa po našem *Naputku* sastavlja se tako, da svaka perioda ophodnje dobije jednaku površinu, a pored toga, da zadnje tri periode dobiju jednake drvene mase.

Po *Instrukciji od 1931.* sastavlja se opća osnova sječa samo za dvije periode. Osim površine uzima se u račun i drvena masa za obje periode.

Na temelju toga moglo bi se zaključiti, da *naše instrukcije* bolje osiguravaju princip potrajnosti nego *francuska metoda promjenljivih afektacija*. No to je samo prividno. Razlog za to leži u tome, što su drvene mase druge, a pogotovu treće periode fiktivne. One su jednake sumi postojeće drvene mase i tridesetogodišnjeg, odnosno pedesetogodišnjeg budućeg prirasta.

Na fikciju takvog obračuna prirasta ukazao je kod nas Dojković (1904., str. 73.) već prije 50 godina.

Međutim moramo istaknuti, da se princip *metode promjenljivih afektacija* ne bi mogao uspješno primijeniti na naše gospodarske jedinice.

Francuske serije nisu identične s našim gospodarskim jedinicama. Serija obuhvata dijelove šuma podjednakih stojbinskih prilika. Zbog toga kod serija otpada potreba reduciranja na zajednički stojbinski bonitet. Baš zbog toga, što naše gospodarske jedinice obuhvataju različite stojbinske bonitete, morale su *naše instrukcije* posegnuti ili za prirastom ili za reduciranim površinama.

Ni jedan ni drugi postupak nije se do danas uspio povoljno riješiti, jer je procjenjivanje drvne mase za 30 ili 50 godina unaprijed nesigurno, kao što je nesigurno i reduciranje površina na zajednički stojbinski bonitet pomoću prirasno-prihodnih tabela.

e) Posebna osnova sječa

Kod *francuskih kombiniranih metoda* (izuzevši *Duchaufourovu metodu*) posebna se osnova sječa sastavlja za jednu cijelu periodu, što je u skladu sa zahtjevom, da se sve sastojine, predviđene posebnom osnovom sječa, imaju posjeći i *prirodno pomladiti* za vrijeme njezina trajanja.

Posebna se osnova sječa sastavlja po *Naputku* samo za 10 godina, a jer se osim toga propisuje »godina uporabe« unutar desetgodišta, jasno je, da je *Naputak* uzrokovao u mnogim šumama *golu sječu i umjetno pošumljenje*. To se moralo dogoditi svuda, gdje je pomladno razdoblje bilo dulje od 10 godina, ma da *Naputak* kaže: »kod oplodne sječe može se više sječina stegnuti u jednu periodičku sječinu, te godišnji prihod crpiti na ukupnoj površini« (1903., str. 44.).

Instrukcija od 1931. što se toga tiče nešto je elastičnija od *Naputka*, ali ona je stala na gledište, da se posebna osnova sječa sastavlja samo za prvi decenij prve periode, t. j. za 10 godina. Doduše, u *Instrukciji* se (1931., str. 333.) kaže: »... kod oplodne sječe ne sme se cela drvena masa jednog otseka dodeliti prvom deceniju već izvestan deo treba ostaviti i za drugi decenij (do 50% mase)«.

No takav postupak nije nikako u skladu s principima oplodne sječe, jer se ne može unaprijed propisati, kolika će se drvena masa jednog odjela, odnosno odsjeka, posjeći i prirodno pomladiti u prvom, a kolika u drugoj poluperiodi, na što je već pred šezdesetak godina ukazao Tassy (vidi str. 295.).

U *Instrukciji* (1931., str. 333.) kaže se još i ovo: »Kod prirodnog pomlađenja s razmjerno dugačkim pomladnim razdobljem (do 20 godina) bolje je, ako se otseci uopšte ne dodeljuju pojedinim decenijama, već se samo određuje sumarni prihod celog prvog razdoblja. Izbor secišta prepušta se šumskoj upravi, ali u toj osnovi treba navesti otseke, u koje treba prvenstveno zavesti prirodno pomlađenje«.

No time nije riješen problem pomlađivanja šume s pomladnim razdobljem duljim od 20 godina.

Prema *francuskim kombiniranim metodama* određuje se drvena masa samo onih sastojina, koje ulaze u posebnu osnovu sječa. U tim sastojinama klupiraju se sva stabla iznad određene taksacione granice, a masa im se izračunava po jednoulaznim drvno-gromadnim tabelama (»tarif d'aménagement«):

Po *Naputku* se određuje drvena masa svih sastojina. Drvena masa sastojina, koje ulaze u četvrtu i dalje periode, određuje se po prirasno-prihodnim tablicama. Za sastojine, koje su raspoređene u I.-III. periodu, ustanovljuje se drvena masa pomoću »pokusnih ploha«. Izbrajanje svih stabala je izuzetak, koji može doći u obzir kod »posve nejednolično obraštenih starih sastojinah, zatim kod starog drveća, zaostalog na sječinah, kao i u osobito vrijednih sastojinah« (1903., str. 27.).

Po *Instrukciji od 1931.* (str. 313.) određuju se drvene mase svih sastojina, osim onih, koje pripadaju prvom dobnom razredu. Izbrajanje stabala je predviđeno samo kod intenzivnog gospodarenja, i to u sastojinama; koje su starije od polovice ophodnje.

Kako vidimo, *francuske* su *metode* jednostavnije i jeftinije od *naših*, ali imaju taj nedostatak, što ne omogućuju *kontrolu uspjeha gospodarenja* i kretanja šumskog fonda.

Francuske kombinirane metode računaju s postotkom prirasta, koji se direktno određuje. Izračunavanje prirasta, ima samo tu svrhu, da se iz periodičkog etata izračuna godišnji etat. Periodičke revizije reguliraju pogreške kod računanja prirasta.

Naše instrukcije izračunavaju prirast radi sastava opće osnove sječa.

U tom pogledu je *Naputak* praktičniji i sigurniji od *Instrukcije*, jer operira s konkretnim poprečnim prirastom u dobi sječe, dok *Instrukcija* (1931., str. 312.) preporuča tečajni prirast izračunat po prirasno-prihodnim tabelama ili ustanovljen direktnim mjerenjem.

Prema *našim instrukcijama* godišnji se etat glavnog prihoda dobiva općom i posebnom osnovom sječa. No ipak te *instrukcije* preporučaju, da se tako dobiveni godišnji etat kontrolira po kojoj formuli *normalno-zališnih metoda* (*Naputak od 1903.*, str. 38.) ili pomoću sveukupnog prirasta u dobi sječe (*Instrukcija od 1931.*, str. 331.).

Francuske metode ne poznaju takve kontrole.

Mi mislimo, da je takva kontrola suvišna i nepotrebna. Etat dobiven po bilo kojoj *normalno-zališnoj formuli* ili po *sveukupnom poprečnom sječivom prirastu* ne može biti mjerodavniji od etata, koji je izračunat na temelju faktičnog stanja sastojina i na temelju unutarnje gospodarske strukture šume. To je utoliko opravdanije, kad znamo, da *normalno-zališne metode* ne uzimaju u račun stanje i strukturu sastojina, te vrijede samo za normalno stanje. *No ni onda, kad bi prirodna šuma bila blizu normalnoj, nema takva kontrola smisla, jer je kod normalne unutrašnje gospodarske strukture periodički etat jednak najstarijem dobnom razredu.*

Što se tiče etata međuprihoda, *francuske kombinirane metode* određuju ga samo po površini. *Naše ga instrukcije* određuju i po površini i po masi. Dok su *francuske metode* obratile veću pažnju njezi šuma, *naše su instrukcije* stavile težište na princip potrajnosti,

f) Revizija uređajnog elaborata

Kod francuskih kombiniranih metoda dekadne se revizije odnose samo na ponovni obračun godišnjeg etata, no posebna se osnova sječa ne mijenja.

Kod *Naputka* se svake desete godine ponovo sastavlja i opća i posebna osnova sječa.

Po *Instrukciji od 1931.* svake se desete godine izrađuju nove osnove »prethodnih prihoda«, a svake se dvadesete godine izrađuje novi uređajni elaborat.

g) Kontrola sječe

I naše i francuske instrukcije propisuju kontrolu uživanja šuma, t. j. kontrolu sječe.

Naša posebna osnova sječa ima s lijeve strane »Propis«, a s desne strane »Provedbu«. U ovu posljednju se unosi posebno za svaki odjel, odnosno odsjek, realizirana drvna masa s naznakom godine, vrste drveća, vrste prihoda i t. d.

Slično je i kod francuske instrukcije (1894., str. 27.). No u tom pogledu postoji bitna razlika. Francusko uređivanje služi se jednoulaznim drvno-gromadnim tabelama ili takozvanim »uređajnim tabelama« (»tarif d'aménagement«). Služeći se takvim tabelama, istu jediničnu mjeru upotrebljavamo kod obračuna etata, kao i kod njegove realizacije, jer u oba slučaja mjerimo samo prsne promjere stabla. A to mjerenje možemo obaviti u oba navrata gotovo istom točnošću (BROILLIARD, 1878, str. 156.).⁴

Upotrebimo li dvoulazne drvno-gromadne tabele, kako je to kod nas uobičajeno⁵, tada kod obračuna etata i kod njegove realizacije mjerimo i prsne promjere i visine. Ovaj posljednji element nismo kadri u oba navrata izmjeriti jednakom točnošću, te je zbog toga kontrola sječe s dvoulaznim tabelama netočna.

Želimo li kontrolu sječe izvršiti na temelju posječene drvne mase, tada je moramo izraziti u kubnim metrima. »Pri tom se ne smije iz vida ispustiti to, da se izrađeno drvo mjerilo bez kore, te se zbog toga mora tako pronađena masa povisiti za izvjesni iznos, a osim toga valja uzeti u obzir i na gubitak kod rušenja i izrade stabala« (NENADIĆ, 1929., str. 294.).

No ni takva kontrola nije ispravna, jer kubni metar, koji iskazuju drvno-gromadne tablice, nije identičan s realnim kubnim metrom drvne mase. Ukoliko bi momentano ta jednakost i postojala, t. j. ukoliko bi drvno-gromadne tablice iskazivale egzaktno podatke o realnoj drvnoj masi jedne sastojine, to ne može biti

⁴ I mnoga novija istraživanja (OUDIN, 1930.; SCHAEFFER, 1939.) pokazala su, da pogreške kod klupiranja ne prelaze 1%, ako se ono obavlja točno.

⁵ Ovdje moramo istaknuti, da se u našim prebirmim šumama upotrebljavaju lokalne jednoulazne drvno-gromadne tabele, koje imaju karakter francuskih uređajnih tabeļa. U mnogim gospodarskim osnovama sastavljenim za prebirne šume *Gorskog Kotara* i *Like* nalazimo takve tabele. Za naše nizinske šume na području *Lipovljana* sastavio je MARKOVIĆ (1931.) jednoulazne tabele.

trajno. Razlog za to leži u tome, što se s oblikom i načinom gospodarenja mijenja kvaliteta sastojine, t. j. oblični broj stabala, što će neminovno dovesti do razlike između kubnog metra po drvno-gromadnim tabelama i realnog kubnog metra. Stoga će drvno-gromadne tabele, koje danas smatramo egzaktnima, postati sutra konvencionalne.

Osim toga vrlo je teško i gotovo nemoguće točno odrediti otpadak drveta kod sječe, obaranja i izrade tako, da je kontrola pomoću posječene drvene mase neispravna.

Kontrolu sječe treba bazirati na jedinstvenoj i nepromjenljivoj jediničnoj mjeri.

Budući da realni kubni metar (t. j. kubni metar posječene drvene mase) ne može služiti kao jedinična mjera za kontrolu drvene mase na panju, treba posegnuti za jednom konvencionalnom jediničnom mjerom. To se može postignuti na različite načine.

Švajcarci BIOLLEY, JOBEZ i BLONAY su 1891. izradili jedinstvene (generalne), jednoulazne drvno-gromadne tabele za sve vrste drveća i za sve stojbine (vidi tabelu br. 2). Za razliku od realnog kubnog metra, konvencionalna jedinična mjera tih tabela nazvana je *silva*, koja služi kao jedinična mjera za knjigovodstvo drvene mase na panju, dok realni kubni metar služi kao jedinica za knjigovodstvo posječene drvene mase.

	Generalne uređajne tabele						Tabela 2	
Prsni promjer u cm	10	15	20	25	30	35	40	45
Drvena masa u silvama	0,047	0,136	0,270	0,452	0,686	1,016	1,429	1,898
Prsni promjer u cm	50	55	60	65	70	75	80	85
Drvena masa u silvama	2,419	2,989	3,603	4,259	4,953	5,681	6,440	7,225
Prsni promjer u cm	90	95	100	105	110	115	120	125
Drvena masa u silvama	8,030	8,860	9,704	10,560	11,421	12,293	13,163	14,031

(Vade-Mecum du Forestier, 1946.)

Silve se mogu preračunati u realne kubne metre pomoću korekcionog faktora. To se vrši na ovaj način: uzmimo, da godišnji etat našeg šumskog bazena iznosi (A) *silva*. Najprije ćemo tu drvenu masu doznačiti, a onda posjeći. Posječena drvena masa iznosi (B) m³. Želimo li *silve* pretvoriti u realne kubike, treba ih pomnožiti s korekcionim faktorom $\frac{Bm_3}{Asv}$. Taj se faktor može izračunati za svaki debljinski razred posebno, a njegovo kretanje u pojedinim vremenskim intervalima može nam poslužiti kao indeks za kontrolu gospodarenja.

Mnogo je povoljnije, da konvencionalni kubni metar što više odgovara realnom kubnom metru. Zbog toga je švajcarska praksa zamijenila generalne uređajne tabele lokalnima.

Tabela 3

Alganove uredajne tabele

Prsni promjer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
cm	m ³					m ³					m ³					m ³				
20	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
25	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
30	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1
35	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6
40	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
45	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
50	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6
55	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0	4,2	4,4	4,5
60	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6
65	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,8	5,0	5,3	5,5	5,8	6,0	6,2	6,5	6,7
70	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,1	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,3	7,6	7,9
75	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,6	5,9	6,2	6,5	6,9	7,2	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	9,2
80	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	6,0	6,4	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7	9,1	9,4	9,8	10,1	10,5
85	3,8	4,2	4,7	5,1	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,1	8,5	9,0	9,4	9,9	10,3	10,7	11,1	11,5	12,0
90	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,2	7,7	8,1	8,6	9,1	9,6	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,5	13,0	13,5
95	4,8	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,7	10,2	10,8	11,3	11,9	12,4	13,0	13,5	14,0	14,6	15,1
100	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	8,4	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0	12,6	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,2	16,8

Algan (1901)

II. JEDNA NOVA METODA UREĐIVANJA ŠUMA OPLODNE SJEČE

U ovom dijelu naše rasprave opisat ćemo jednu *novu metodu uređivanja naših šuma u ravninama i na brežuljcima*, imajući pred očima, da je *oplodna sječa* do danas najpovoljniji način gospodarenja za te šume.

A. IZRADA UREĐAJNOG ELABORATA

1. Unutarnja razdioba šume

U našim nizinskim šumama već je izvršena unutarnja razdioba na odjele i odsjke. Mi ćemo *zadržati* tu razdiobu, jer za to postoje opravdani razlozi, to više, što za veći dio naših nizinskih šuma već imamo »*Iskaze površina*« (Obrazac 2. Naputka od 1903. ili Obrazac 1. Instrukcije od 1931.).

U onim šumama, gdje takve razdiobe nema, ili gdje je ona pogrešno izvedena, razdijelit ćemo šume na odjele i odsjke *kombinacijom analitičke i gospodarske razdiobe*.

Analitička razdioba vrši se na temelju faktora šumske proizvodnje (klima, tlo i sastojina), dok se *gospodarska razdioba* osniva na šumsko-gospodarskim momentima (doznaka, sječa, izvoz, komunikacije i t. d.).

2. Opis stojbinâ i sastojinâ

Stojbine i sastojine opisivat ćemo prema obrascu (2), pridržavajući se pritom ovih točaka:

a) Ne ćemo upotrebljavati strane prirasno-prihodne tabele niti ćemo sastavljati nove.

b) Za pojedine gospodarske tipove šumâ sastavit ćemo jednoulazne drvno-gromadne skrižaljke, koje će nam služiti kao *uredajne tabele*.

c) Bonitet stojbine određivat ćemo posebno za svaki gospodarski tip šume po odjelima, odnosno odsjecima, na temelju odgovarajućih *uredajnih tabela* pomoću srednje sastojinske visine i srednjeg prsnog promjera.

Pored relativnog bonitiranja po visini upotrijebit ćemo i apsolutno bonitiranje pomoću *klimatskih i topografskih (fiziografskih) faktora*¹. Osim toga ćemo za svaki odjel, odnosno odsjek, odrediti *fitocenološki tip*.

¹ *Klimatski faktori* su atmosferskog, odnosno meteorološkog karaktera. To su: temperatura, vlaga, svjetlo, vjetar, oborine i t. d.

Topografski faktori jesu: nadmorska visina, ekspozicija, inklinacija i konfiguracija terena.

Edafski faktori jesu: sastav tla, fizikalna, kemijska, biološka svojstva tla i tip tla.

d) Drvnu masu ćemo određivati klupiranjem svih stabala iznad određene taksacione granice. Obračun drvne mase vršit ćemo po odjelima, odnosno odsjecima, za svaku vrstu drveća posebno, na temelju odgovarajućih *uredajnih tabela*.

e) Obrast ćemo izraziti *numerički* samo za one sastojine, koje ćemo predvidjeti za sječu u prvoj i drugoj periodi. Za ostale sastojine naznačit ćemo obrast samo *deskriptivno* (slab, dobar i vrlo dobar). Obrast ne ćemo određivati pomoću prirasno-prihodnih tabela, nego na temelju potpuno obraslih sastojina istog tipa šume i iste stojbine, t. j. iste *računske gospodarske jedinice*.

3. Formiranje računskih gospodarskih jedinica

Računske gospodarske jedinice formirat ćemo na temelju »Opisa stojbinā i sastojinā«. U tabeli »Opis stojbinā i sastojinā« naznačen je za svaki odjel, odnosno odsjek, bonitet stojbine i omjer smjese vrsta drveća.

Prema našoj definiciji *računska gospodarska jedinica* obuhvata sve sastojine iste vrste drveća ili iste smjese na jednakoj stojbini (KLEPAC, 1949., str. 167.).

Kod čistih sastojina je jednostavno. Ondje bonitet stojbine definira *računsku gospodarsku jedinicu*. U tu svrhu se služimo relativnim bonitetom, koji ćemo odrediti pomoću odgovarajućih *uredajnih tabela*.

Kod mješovitih sastojina je formiranje *računskih gospodarskih jedinica* kompliciranije, jer se ondje susrećemo s bezbroj različitih smjesa vrsta drveća. Sve smjese se ne mogu uzeti u obzir. To nije ni potrebno, jer se smjese mijenjaju i nemaju trajan karakter. Stoga bi bilo posve iluzorno tražiti, da u jednoj *računskoj gospodarskoj jedinici* imamo apsolutno isti omjer smjese. Mjesto apsolutno iste smjese izabrat ćemo među mješovitim sastojinama nekoliko karakterističnih gospodarskih tipova šuma, koji će uz stojbinu definirati *računske gospodarske jedinice*.

Površina *računskih gospodarskih jedinica* zavisi od toga, koliko je velika šuma, za koju sastavljamo uredajni elaborat.

Minimalna površina računске gospodarske jedinice određena je minimalnom površinom *klasične gospodarske jedinice* (oko 100 ha), dok se njezina maksimalna površina približava površini šumsko-gospodarske oblasti.

Radi boljeg pregleda obojit ćemo na gospodarskom nacrtu šume, koja se uređuje, jednakom bojom, sve odjele (odsjeke) iste *računske gospodarske jedinice*. Tako ćemo kartirati prirodne gospodarske tipove šuma, koji »ne će biti, doduše, suviše kompleksni, nego će to najčešće biti povezani ili nepovezani pojasevi, lanci, krpe, krpice i sl., no oni će uvijek predstavljati prirodnu šumu, prirodnu zajednicu čistih ili mješovitih šuma« (KLEPAC, 1949., str. 167.).

Takve prirodne jedinice imaju računski karakter, te nam služe kao baza za promatranje unutrašnje gospodarske strukture šumâ, kao baza za određivanje etata i planiranje i konačno kao baza za kontrolu gospodarenja.

4. Formiranje šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica

Šumsko-uzgojna gospodarska jedinica obuhvata dijelove šume istih ili sličnih stojbinskih prilika, bez obzira na ophodnju i princip potrajnosti u njima. Iz toga proizlazi, da se kod formiranja šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica ne možemo osloniti samo na relativno bonitiranje. Relativno bonitiranje po visini i po fitocenološkim tipovima potrebno je nadopuniti apsolutnim bonitiranjem, koje se vrši kod opisa stojbinâ. Radi toga se izrađuju, pored fitocenološke, također i pedološka, geološka, meteorološka i hidrografska karta s konfiguracijom terena, izraženom pomoću izohipsa. Na temelju takvih karata, koje nam predočuju fiksne faktore šumske proizvodnje, kao i pomoću relativnih boniteta, grupirat ćemo odjele istih, odnosno sličnih stojbinskih prilika, u šumsko-uzgojne gospodarske jedinice.

Kod takvog grupiranja odjela u šumsko-uzgojne gospodarske jedinice imat ćemo pred očima, da te jedinice moraju zadovoljiti i gospodarske momente. Stoga ćemo im dati što pravilniju formu; njihove granice ćemo prilagoditi konfiguraciji terena i postojećim saobraćajnim sredstvima; pazit ćemo na to, da ni jedna šumsko-uzgojna gospodarska jedinica ne padne u dva gravitaciona područja i t. d. Tim gospodarskim momentima moći ćemo udovoljiti, jer je konfiguracijom terena i gravitacijom djelomično uvjetovan bonitet stojbine.

U onim nizinskim šumama, gdje se stojbinske prilike nadaleko ne mijenjaju, oslonit ćemo se više na gospodarske i organizacione momente.

Formiranje šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica počiva na sličnim principima kao i analitička razdioba šuma, s tom razlikom, što su šumsko-uzgojne gospodarske jedinice širi pojam, dok je odjel uži pojam. Kod malenih šuma s intenzivnim gospodarenjem, pojam šumsko-uzgojne gospodarske jedinice bit će identičan s pojmom odjela. U takvim šumama ne ćemo imati šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica. Njihovu će funkciju preuzeti odjeli.

Kod prostranih šuma s bilo koliko intenzivnim gospodarenjem, morat ćemo formirati šumsko-uzgojne gospodarske jedinice, jer one imaju ondje osim gospodarskog i administrativno značenje.

Površina šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica ne može se općenito odrediti. Ona zavisi od površine šume, koja se uređuje i od intenziteta gospodarenja. U malenim šumama s intenzivnim gospodarenjem njezina površina je definirana površinom odjela, dok u prostranim šumama ta površina iznosi nekoliko tisuća hektara.

Šumsko-uzgojne gospodarske jedinice ograničit ćemo na terenu, kao i na nacrtu, jer su one čvrsta osnovica kako za gospodarenje i njegovanje, tako i za upravu šuma.

5. Utvrđivanje zrelosti za pojedine računsku gospodarske jedinice

Budući da svaka računsku gospodarska jedinica obuhvata drugi gospodarski tip šume na drugoj stobini, odredit ćemo zrelost za svaku pojedinu računsku gospodarsku jedinicu posebno.

Suvremena šumarska ekonomika usvojila je danas tehničku zrelost, t. j. zrelost, koja se osniva na društvenim potrebama. Ali i ta zrelost, premda se temelji na društvenim potrebama, ne smije oscilirati u širokim granicama.

Donju granicu tehničke zrelosti određuje apsolutna zrelost, koja nastupa onda, kad kulminira sveukupni poprečni dobni prirast.

Gornju granicu tehničke zrelosti određuje ekonomska zrelost. Ta zrelost odgovara kulminaciji novčane proizvodnje (gornja granica).

Kad smo utvrdili dimenziju zrelosti za svaku pojedinu računsku gospodarsku jedinicu, tada određujemo za nju sječivu dob, pod kojom razumijevamo starost sastojine, u kojoj ona prosječno postizava izabranu dimenziju zrelosti.

6. Unutarnja gospodarska struktura šume

Unutarnju gospodarsku strukturu šume, t. j. razmjer dobnih razreda, ispitujemo na bazi računskih, a ne na bazi šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica.

Za svaku računsku gospodarsku jedinicu sastavit ćemo Tabelu dobnih razreda po obrascu (3), na temelju Opisa sastojinâ.

Konkretno i reducirane površine sastojina upisat ćemo u obrascu (3) u obliku razlomka tako, da je u brojniku konkretna (crno), a u nazivniku reducirana (crveno) površina sastojine.

7. Izračunavanje periodičkog etata

Periodički etat određujemo pomoću Opće osnove sječa, koju sastavljamo prema obrascu (4) za dvije periode unaprijed.

Prva i druga perioda će dobiti jednake površine (reducirane na potpuni obrast) tako, da će periodički površinski etat (e_t) svake računsku gospodarske jedinice biti u pravilu jednak formuli:

$$e_t = \frac{F}{a} \times n \quad (36)$$

F = površina računsku gospodarske jedinice; a = sječiva dob, koja odgovara odabranoj dimenziji zrelosti; n = duljina periode.

Za naše šume u *ravnicama* i na *brežuljcima* može (n) biti 20 godina, jer u tim šumama traje pomladno razdoblje 6–15 godina.

Ukoliko bi takav postupak izazvao gospodarske žrtve, koje bi se sastojale u snižavanju ili u produljivanju *sječive dobi* u pojedinim *računskim gospodarskim jedinicama*, izvršit ćemo kompenzaciju *etata* između *računskih gospodarskih jedinica* istog tipa šume, ali različite stajbine.

Ta se kompenzacija vrši ovako:

U jednoj *R. G. J. (računskoj gospodarskoj jedinici)* čistog hrasta lužnjaka na I. bonitetu odredili smo sječivu dob od 140 godina. *Tabela dobnih razreda* pokazuje nam, da je unutarnja gospodarska struktura te jedinice nepravilna. Sedmi dobní razred ima normalnu površinu, no šesti je slabije zastupljen od normalnoga.

U *R. G. J.* čistog hrasta lužnjaka na III. bonitetu odredili smo sječivu dob od 160 godina. Osmi dobní razred ima normalnu površinu, no sedmi dobní razred mnogo je više zastupljen, nego što bi trebalo biti po principima normalne gospodarske strukture.

Prva perioda *Opće osnove sječa* obuhvatit će cijeli sedmi dobní razred *R. G. J.* čistog hrasta lužnjaka na I. bonitetu i cijeli osmi dobní razred *R. G. J.* čistog hrasta lužnjaka na III. bonitetu. Druga perioda *Opće osnove sječa* sadržavat će istu površinu sastojina, samo što ćemo nedostatak sastojina šestog dobnog razreda *R. G. J.* čistog hrasta lužnjaka na I. bonitetu pokriti sastojinama sedmog dobnog razreda *R. G. J.* čistog hrasta lužnjaka na III. bonitetu.

Takva kompenzacija se može provoditi u istim ili sličnim tipovima šuma. Ona se u pravilu ne bi smjela vršiti između posve različitih tipova šuma. No ako je unutarnja gospodarska struktura šumskog bazena, koji se uređuje, toliko nepravilna, da prve dvije periode ne mogu dobiti jednake površine sličnih tipova šuma bez gospodarskih žrtava, onda se može provoditi kompenzacija *etata* i u različitim tipovima šuma. Ali kod toga treba postupati tako, da prva i druga perioda dobiju jednaku ukupnu površinu sastojina – naravno – reduciranu na potpuni obrast. Tu površinu određuje formula (37).

$$E_f = \left(\frac{F_1}{a_1} + \frac{F_2}{a_2} + \dots + \frac{F_x}{a_x} \right) \times n \quad (37)$$

$F_1, F_2 \dots F_x$ = površine pojedinih *računskih gospodarskih jedinica*;
 $a_1, a_2 \dots a_x$ = *sječive dobi* u pojedinim *računskim gospodarskim jedinicama*;

n = trajanje periode (20 godina).

Pojedini članovi formule (37) mogu se među sobom nadopunjavati, no *sumarni periodički površinski etat* mora biti jednak (E_f) hektara, kako u prvij, tako i u drugoj periodi.

Izuzetno može *sumarni periodički površinski etat* biti veći od (E_t) ha, ako je unutarnja gospodarska struktura šuma jako nepravilna s velikom količinom starih sastojina zrelih za sječū. *Periodički bi etat* trebalo tada povećati, kako produljivanje sječive dobi ne bi izazvalo gospodarske žrtve. No takvo povećavanje *periodičkog etata* moglo bi se dopustiti samo pod uvjetom, da druga perioda dobije jednaku površinu sastojina kao i prva.

Sumarni periodički površinski etat morat će nužno biti manji od (E_t) ha, ako u dotičnim šumama ne bude dovoljno sastojina zrelih za sječū.

Izradom Opće osnove sječā (obrazac 4) za šumsko-gospodarsku oblast kao cjelinu dobit ćemo periodički površinski etat za svaku računsku gospodarsku jedinicu posebno.

Iz *površinskog etata* rezultira *etat po drvnjoj masi*.

8. Sastav osnove gospodarenja

a) Osnova za glavne prihode

Kad smo odredili *periodički površinski etat* za svaku računsku gospodarsku jedinicu, tada izabiremo iz *Opisa sastojina* one sastojine (odjele, odsjeke), koje su najurgentnije za sječū; površina tih sastojina (naravno reducirana na potpuni obrast) treba da je jednaka *periodičkom površinskom etatu* dotične računске gospodarske jedinice. Tako izabrane sastojine unosimo u *Generalnu osnovu gospodarenja (obrazac 5)* s njihovom površinom i drvnom masom.

Postupimo li tako kod svake računске gospodarske jedinice, dobit ćemo na kraju *periodički etat po drvnjoj masi* razlučen na pojedine vrste drveća.

Kvocijent *periodičkog etata* i duljine periode daje nam *godišnji etat* glavnog prihoda.

Sve sastojine, uvrštene u *Generalnu osnovu gospodarenja*, imaju se u toku periode od 20 godina iskoristiti i prirodnim putem pomladiti. Ne tražeći strogu godišnju potrajnost, koja nije u skladu ni sa šumsko-uzgojnim ni s ekonomskim momentima, nije potrebno *godišnji etat* precizno određivati i sadanjoj drvnjoj masi sastojina, uvrštenih u *Generalnu osnovu*, dodavati prirast za polovinu periode.

Godišnji etat glavnog prihoda, kako smo ga gore definirali, dovoljan je indikator za godišnje uživanje šuma, koje će biti u pravilu veće ili manje od godišnjeg etata.

Budući da *godišnje uživanje* obično ne će koincidirati s *godišnjim etatom*, vršit ćemo kontrolu uživanja (*sječē*), t. j. obavljat ćemo periodičke revizije godišnjeg etata u vremenskim intervalima od (X) godina. Tada ćemo nanovo odrediti *godišnji etat*,

koji će biti jednak kvocijentu preostale drvne mase sastojina iz *Generalne osnove gospodarenja* i vremena (20-X).

Uremenski interval (X) se kreće od 5-10 godina te je identičan s kontrolnom periodom kontrole gospodarenja.

Naše periodičke revizije ne mijenjaju *Generalnu osnovu gospodarenja*, izuzevši neznatne izmjene, jer ona vrijedi za cijelu periodu od 20 godina. Ukoliko bi se u toku periode pokazala izvanredna potreba za izmjenom *Generalne osnove gospodarenja*, ne ćemo to učiniti revizijom, nego izradom novog uređajnog elaborata.

Na temelju *Generalne osnove gospodarenja* sastavljamo *Specijalne osnove gospodarenja* za svaku šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu posebno, prema obrascu (5a).

Specijalna osnova gospodarenja analogna je *Generalnoj osnovi*. Razlika je u tome: prvo, što *Specijalna osnova gospodarenja* obuhvata samo odjele one šumsko-uzgojne gospodarske jedinice, za koju se sastavlja, i drugo, što ona pored osnove glavnih prihoda sadržava i osnovu međuprihoda.

b) Osnova za međuprihode

Etat međuprihoda određuje se samo po površini, i to za svaku šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu posebno.

Sve sastojine jedne šumsko-uzgojne gospodarske jedinice, koje nisu uvrštene u *Generalnu osnovu gospodarenja*, čine *odjeljak za njegovanje*. Radi boljeg pregleda, obojit ćemo na gospodarskom nacrtu svake šumsko-uzgojne gospodarske jedinice taj odjeljak posebnom bojom, za razliku od *odjeljka za pomlađivanje (odjeljak oplodnih sječa)*.

Nakon toga određujemo periodicitet proreda, t. j. ophodnjicu prorjeđivanja. Ta može biti jedna jedina u cijelom *odjeljku za njegovanje*, no svakako mora biti uvijek višekratnik periode. U tom je slučaju godišnji *etat međuprihoda* jednak kvocijentu površine *odjeljka za njegovanje* i ophodnjice prorjeđivanja.

Kad smo odredili godišnju površinu šume, na kojoj treba provesti njegovanje, onda grupiramo pojedine odjele, odnosno odsjeke, u sječine. Ako smo odredili petogodišnju ophodnjicu prorjeđivanja, onda će svaka sječina u jednoj periodi od 20 godina biti prorijeđena četiri puta.

Specijalna osnova gospodarenja iskazuje sječine, koje su poručane prema potrebi njege u jedan red, kojega se kod njegovanja šuma valja pridržavati (Vidi obrazac 5a).

Ophodnjica prorjeđivanja može biti različita u pojedinim dijelovima *odjeljka za njegovanje*. Odaberemo li dvije ophodnjice prorjeđivanja, tada ćemo spomenuti *odjeljak* podijeliti u dva pododjeljka s posebnim ophodnjicama, a za svaki od njih ćemo sastaviti posebni red njegovanja.

Etat međuprihoda po drvnoj masi nije unaprijed određen. Taj je etat posljedica površinskog etata međuprihoda, načina i intenziteta prorjeđivanja, koji su propisani u uređajnom zapisniku za svaku šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu posebno.

9. Kontrola sječe i gospodarenja

Za kontrolu sječe i proučavanja uspjeha gospodarenja vodit ćemo materijalno knjigovodstvo prema obrascima (6) i (6a).

Na početku uređajne periode klupirat ćemo za vrijeme mirovanja vegetacije sva stabla iznad određene taksacione granice odvojeno po vrstama drveća, odjelima i odsjecima.

Inventura nosi onaj datum, kad je vegetacija završena. Ako smo klupiranje obavili 25. veljače 1950., onda se ta inventura zove *inventura 1949.*, jer ona sadržava prirast od 1949. god.

Drvnu masu računamo na temelju *uređajnih tabela* za svaki odjel, odnosno odsjek, posebno, i odvojeno po vrstama drveća.

Tako obračunatu drvnu masu unosimo s brojem stabala (n) u rubriku M_p (početna drvna masa) *obrasca (6a)*.

Drvnu masu doznačenih stabala računat ćemo *na isti način* i po *istim uređajnim tabelama*, ukoliko se ona odnosi na stabla iznad iste taksacione granice. Tu drvnu masu, kao i njezin broj stabala, unosimo u rubriku N (posječena drvna masa) spomenutog obrasca s naznakom godine, kad je sječa izvršena.

Nakon (X) godina obaviti ćemo novu inventuru. Za vrijeme mirovanja vegetacije klupirat ćemo opet sva stabla iznad iste taksacione granice. Obračun drvene mase obaviti ćemo *na isti način* i po *istim uređajnim tabelama*. Tako izračunatu drvnu masu zatim unosimo s brojem stabala u rubriku M_k (konačna drvna masa) istog obrasca.

Poslije toga dolazi obračun sveukupnog periodičkog prirasta (A) po formuli (38).

$$A = M_k + N - M_p \quad (38)$$

Taj prirast izračunavamo odvojeno po vrstama drveća; i to za svaku *računsku gospodarsku jedinicu* posebno (obrazac 6).

Formula (38) izražava nam razliku između konačne drvene mase (M_k) uvećane za posječena stabla (N) i početne drvene mase (M_p). To je sveukupni periodički prirast. On sadržava također i priliv stabala u glavnu sastojinu – to će reći drvnu masu stabala, koja su u prvoj inventuri bila ispod taksacione granice, pa zbog toga pri prvoj inventuri nisu uračunata. No kod druge inventure, prešavši taksacionu granicu, jedan je dio tih stabala klupiran i uzet u račun.

Za ispitivanje *uspjeha gospodarenja* nije mjerodavan sveukupni periodički prirast (A). Od toga prirasta treba odbiti drvnu masu (M_B), koja otpada na priliv stabala u glavnu sastojinu. Taj priliv

stabala (B) izračunavamo po formuli (38a), u kojoj pojedini članovi ne iskazuju kubike, kao u formuli (38), nego broj stabala.

$$B = M_k' + N' - M_p' \quad (38a)$$

Drvnu masu (M_B) stabala, koja su prešla taksacionu granicu, određujemo tako, da njihov broj (B) pomnožimo s drvnom masom onog debljinskog stepena (odnosno debljinskog razreda) odgovarajućih *uredajnih tabela*, koji se nalazi neposredno iznad taksacione granice. Zbog toga kontrolna perioda (x) mora biti kraća od prosječnog vremena, koje je potrebno, da stabla debljinskog stepena (debljinskog razreda), koji se nalazi odmah ispod taksacione granice, pređu taksacionu granicu. Tako utvrđena *kontrolna perioda za računsku gospodarsku jedinicu* s najbujnijim prirastom poslužit će nam kao zajednička *kontrolna perioda* (X) za cijeli šumski bazen, odnosno šumsko-gospodarsku oblast.²

Priliv stabala (B) i njihovu drvnu masu (M_B) mogli bismo odrediti i na drugi način, t. j. tako, da kod klupiranja bilježimo u posebnu rubriku stabla, koja kod prethodne inventure nisu bila klupirana. Zato bi trebalo klupirana stabla označiti zadiračem.

Odbijemo li drvnu masu stabala, koja su prešla taksacionu granicu (M_B) od sveukupnog periodičkog prirasta (A), dobivamo čisti periodički prirast (P). *Taj prirast (P) je mjerodavan za prosuđivanje uspjeha gospodarenja inventarizirane drvene mase, ali ga treba kod šuma oplodne sječe promatrati na bazi računskih gospodarskih jedinica prema obrascu (6). Pritom nam šumsko-uzgojne-gospodarske jedinice služe kao osnovica za izvršenje materijalnog knjigovodstva po obrascu (6a).*

Obrasci (6) i (6a) mogu se dalje raščlaniti tako, da rubrika »vrsta drveća« sadržava i debljinske, odnosno sortimentne razrede. U tom ćemo slučaju moći pratiti, pored kvantitativnog, također kvalitativni prirast.

10. Zaključne napomene

Razlikujemo dvije vrste uredajnih elaborata. Jedno je *generalni uredajni elaborat*, drugo su *specijalni uredajni elaborati*.

Generalni uredajni elaborat sastavlja se za šumu kao cjelinu i ostaje u centralnoj upravi, odnosno direkciji dotične šume.

Specijalni uredajni elaborati sastavljaju se za svaku šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu posebno i nalaze se na terenu pri terenskim upravama šuma.

² Naglašujemo, da duljina *kontrolne periode* zavisi od širine debljinskih stepenova, odnosno debljinskih razreda. Stoga, ako bismo htjeli uvesti *kontrolnu periodu* od 5 godina, morali bismo tako formirati debljinske stepene, odnosno razrede, da bi stabla iz debljinskog stepena (razreda), koji se nalazi odmah ispod taksacione granice, trebala prosječno najviše 5 godina, da pređu taksacionu granicu, t. j. da pređu u naredni viši debljinski stepen (razred) — naravno — u *računskoj gospodarskoj jedinici* s najbujnijim prirastom.

Generalni uredajni elaborat sastoji se od ovih 7 dijelova:

1. Uredajni zapisnik.
2. Iskaz površina (obrazac 1).³
3. Opis stojbinâ i sastojinâ (obrazac 2).
4. Tabela dobnih razreda (obrazac 3).
5. Izračunavanje periodičkog etata (obrazac 4).
6. Generalna osnova gospodarenja za periodu od 20 godina (obrazac 5).
7. Kontrola sječe i gospodarenja (obrazac 6).

Specijalni uredajni elaborat sastoji se od ovih 5 dijelova:

1. Uredajni zapisnik.
2. Iskaz površina (obrazac 1).⁴
3. Opis stojbinâ i sastojinâ. (Potpuno analogno obrascu (2), samo što se odnosi na odnosnu šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu).
4. Specijalna osnova gospodarenja za periodu od 20 godina (obrazac 5a).
5. Kontrola sječe i gospodarenja (obrazac 6a).

B. PROVEDBA UREĐAJNOG ELABORATA

U šumama *oplodne sječe* gospodarenje čine dvije prostorno i vremenski odijeljene operacije. Jedna operacija je *njegovanje šuma*, a druga operacija je *sječa i pomlađivanje šuma*.

Njegovanje šuma (oslobađanje mladika, čišćenje i prorjeđivanje) provodi se za svaku šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu posebno, na temelju *Specijalne osnove gospodarenja (obrazac 5a)*. Svake se godine ima prorijediti, odnosno očistiti, godišnja površina, koja je određena za njegu šume u dotičnoj šumsko-uzgojnoj gospodarskoj jedinici. *Etat međuprihoda po drvenoj masi* bit će posljedica šumsko-uzgojnih radova, koji su u pravilu *specifični* za svaku šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu.

Oploidna sječa, t. j. *sječa i pomlađivanje šuma*, vrši se ne samo na temelju *specijalnih uredajnih elaborata*, nego i na temelju *generalnog uredajnog elaborata*.

Specijalnim uredajnim elaboratima propisani su različiti *oblici oplodne sječe* i njihovi *modaliteti* s obzirom na različite *ekološke i šumsko-gospodarske prilike* u pojedinim šumsko-uzgojnim gospodarskim jedinicama.

³ Obrazac (1) ne donosimo, jer je on analogan Obrascu (2) *Naputka od 1903.*, odnosno Obrascu (1) *Instrukcije od 1931.*

⁴ Kao pod 3.

Generalnim uređajnim elaboratom odnosno *Generalnom osnovom* gospodarenja propisana je drvena masa sastojina, koje se imaju u narednoj periodu od 20 godina užiti i prirodno pomladiti. *Godišnji etat* u kubnim metrima jednak je jednoj dvadesetini *periodičkog etata*.

Teoretski bi trebalo tako izračunatom *godišnjem etatu* dodati odgovarajući prirast, ali je to nepotrebno, kad se ne traži stroga godišnja potrajnost.

Godišnji etat, definiran kao jedna dvadesetina periodičkog etata, služi nam kao indikator za godišnje uživanje šuma, koje je odraz šumsko-uzgojnih i ekonomskih momenata

Šumsko-uzgojni moment doći će do izražaja planiranjem s terena, koje vrše upravitelji šumarija. Oni će svake godine sastaviti drvosječni prijedlog za svaku pojedinu *šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu* prema *Specijalnoj osnovi gospodarenja*, na temelju stanja sastojina, na temelju uspjeha pomlađivanja, na temelju zrelosti sastojina i t. d., *imajući pred očima specifični način gospodarenja (specifičnu oplodnu sječu) u svakoj pojedinoj šumsko-uzgojnoj gospodarskoj jedinici. Sastavljaču drvosječnog prijedloga nije poznat godišnji etat glavnog prihoda, što je potpuno opravdano, jer taj nije izračunat za svaku šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu, nego za šumsko-gospodarsku oblast kao cjelinu. Za sastavljača drvosječnog prijedloga mjerodavna je Specijalna osnova gospodarenja, zrelost sastojina, njihovo stanje, stanje pomlatka, urod sjemena i t. d. Prema tome maksimum drvene mase, koji se može prelimitirati godišnjim drvosječnim prijedlogom, određuje specijalna osnova gospodarenja, dok je minimum te drvene mase jednak nuli.*

Tako sastavljeni drvosječni prijedlozi, za svaku *šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu* posebno, doći će u centralnu upravu šuma, odnosno u direkciju šuma. Na taj način direkcija šuma dobiva podatke o drvanoj masi, koja bi se te godine mogla posjeći sa *šumsko-uzgojnog gledišta. Ta drvena masa može biti veća, manja ili jednaka godišnjem etatu.*

Ekonomski moment dolazi do izražaja planiranjem »Proizvodnih planova«, koji su odraz državnih potreba, te su dijelovi općedržavnog plana, jer je šumsko gospodarstvo dio općeg narodnog gospodarstva.

Usklađujući šumsko-uzgojno i ekonomsko planiranje, određujemo godišnje uživanje šuma, uzimajući pritom kao osnovicu generalni uređajni elaborat u duhu člana 34. Zakona o šumama FNRJ od 1947.

Kad smo odredili drvenu masu (razlučenu po vrstama drveća i sortimentima), koja se ima dotične godine posjeći, tada je *raspoređujemo* na pojedine *šumsko-uzgojne gospodarske jedinice*, uva-

žujući pored šumsko-uzgojnih, također i eksploatacione i ostale momente. Ovi posljednji nisu mogli doći do izražaja kod stavljanja drvosječnih prijedloga, jer se oni mogu pravilno ocijeniti tek onda, kad se imaju pred očima svi drvosječni prijedlozi svih *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica* sa svim momentima i svim okolnostima, *tretirajući šumu kao cjelinu, a šumsko gospodarstvo kao dio općeg narodnog gospodarstva.*

Korigirani drvosječni prijedlozi vraćaju se natrag terenskim upravama šuma. Na temelju tako ispravljenih drvosječnih prijedloga sastavit će upravitelj šuma detaljne *»godišnje planove sječa«* za svaku *šumsko-uzgojnu gospodarsku jedinicu posebno.*

Ti *planovi sječa* moraju sadržavati za svaki odjel, odnosno odsjek, drvnu masu doznačenih stabala, razlučenu po vrstama drveća i izračunatu prema odgovarajućim *uredajnim tabelama.* To je nužno radi *kontrole uživanja (sječe)* i radi prosuđivanja *uspjeha gospodarenja.*

No za samo gospodarenje, a naročito za sastav godišnjeg *proizvodnog i financijskog plana,* godišnji *planovi sječa* moraju iskazati upotrebljivu drvnu masu po sortimentima, koju ćemo odrediti primjenom konkretnih oblično-primjernih stabala ili kojom drugom dendrometrijskom metodom.

U vremenskim intervalima od 5–10 godina klupiraju se ponovo sva stabla iznad *iste taksacione granice, a masa im se određuje na isti način i po istim uredajnim tabelama,* kao i kod izrade uredajnog elaborata. Tako ćemo s jedne strane *kontrolirati uživanje (sječu) šume,* prateći kretanje drvene mase uvrštene u *Generalnu osnovu gospodarenja,* a s druge strane ćemo *pratiti uspjeh našeg gospodarenja,* promatrajući kretanje sveukupne drvene zalihe.

C. MODIFIKACIJE OPISANE METODE

Naprijed opisanu metodu možemo primijeniti u prostranim i u malenim šumama *oplodne sječe,* u krajevima intenzivnog i u krajevima ekstenzivnog gospodarenja. Razumljivo je, da će u različitim prilikama naša metoda poprimiti neke *modifikacije, jer se ista metoda uređivanja šuma sa istim detaljima ne može primijeniti u svim krajevima.*

U malenim šumama s površinom od nekoliko stotina hektara, u kojima se mora gospodariti po principu potrajnosti, spomenuta metoda će se nešto *modificirati.* Ta se *modifikacija* sastoji u tome, što će odjeli preuzeti funkciju *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica,* kojih u tako malenim šumama ne će biti. Prema tome će se uređivanje šuma ondje sastojati u izradi *generalnog uredajnog*

elaborata sa svih 7 dijelova, samo s tom razlikom, što će *Generalna osnova gospodarenja* sadržavati i *Osnovu međuprihoda. Specijalnih uređajnih elaborata* ne će biti, no princip metode ostat će isti.

U prostranim šumama s površinom od nekoliko desetaka tisuća hektara, pa i više (na pr. u šumama jedne šumsko-gospodarske oblasti), doći će u cijelosti do izražaja naša metoda s *jednim generalnim uređajnim elaboratom* i s više *specijalnih uređajnih elaborata*.

Bude li gospodarenje intenzivnije, uređajni će elaborati biti detaljniji; oni će obuhvatiti više *računskih* i više *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica*. Kod ekstenzivnijeg gospodarenja imat ćemo za iste šumsko-gospodarske prilike manji broj *računskih* i *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica*.

U izvjesnim slučajevima moglo bi se štaviše postupiti i na taj način, da *računske gospodarske jedinice* obuhvate samo sastojine istog gospodarskog tipa (ista vrsta drveća ili isti omjer smjese) bez obzira na stojbinski bonitet. To bi još više pojednostavnilo našu metodu, a njezin se princip ne bi promijenio. U šumama nepravilne gospodarske strukture s ekstenzivnim gospodarenjem *računske gospodarske jedinice* s različitim stojbinama bile bi još pogodnije od *računskih gospodarskih jedinica*, koje obuhvataju iste stojbinske prilike. No tada ćemo mjesto temeljnice upotrijebiti drvenu masu potpuno obraslih sastojina za reduciranje na potpuni obrast.

Kod intenzivnog gospodarenje moći ćemo provesti *kontrolu uživanja šume (kontrolu sječe)* i ujedno pratiti *uspjeh gospodarenja*.

Kod vrlo intenzivnog gospodarenja možemo pratiti *uspjeh gospodarenja* ne samo po vrstama drveća, nego i po sortimentima.

Taksaciona granica bit će kod intenzivnog gospodarenja niža (10 cm), a kod ekstenzivnog gospodarenja bit će ona viša (20 cm). Analogno tome, odabrat ćemo kod intenzivnijeg gospodarenja uže debljinske razrede ili čak debljinske stepene, dok ćemo kod ekstenzivnijeg gospodarenja imati šire debljinske razrede. Zbog toga će u prvom slučaju biti *kontrolne periode (X)* i revizije kraće, a u drugom slučaju dulje. Gdje god je moguće preporučamo, da se uzme što kraća *kontrolna perioda* (5–6 godina), jer će time biti sigurnija *kontrola uživanja (sječe)* i *kontrola gospodarenja*.

Kod vrlo ekstenzivnog gospodarenja može se također upotrebiti naša metoda, samo što ćemo klupiranje stabala ograničiti na sastojine, koje su uvrštene u »*Generalnu osnovu gospodarenja*« tako, da ćemo *kontrolu sječe i gospodarenja* ograničiti samo na *kontrolu uživanja šume*.

III. OPĆENITI ZAKLJUČAK

1. *Hartigova metoda, francuska metoda stalnih afektacija, Tomičeva metoda i njemačko kombinirano rašestarenje* imaju danas historijsko značenje za naše šume, koje pomlađujemo *oplodnom sječom*.

2. Površinske metode: *tire et aire, Broilliardova i Huffelova metoda* ne odgovaraju našem uređivanju šuma s *oplodnom sječom*.

3. *Normalno-zališne metode* nisu upotrebljive za uređivanje naših šuma *oplodne sječe* ni na bazi *klasičnih* ni na bazi *računskih gospodarskih jedinica*. Primjenom *privasnih metoda* na neki šumski bazen (područje ili oblast) može se kod *klasičnih gospodarskih jedinica* dogoditi jedna *anomalija za normalno-zališne metode*, da se postojeća drvna zaliha toga bazena (područja ili oblasti) smanjuje onda, kad je ona jednaka normalnoj zalihi, pa čak i onda, kad je manja od nje.

4. *Francuska metoda plavog odjeljka* može se upotrijebiti za uređivanje naših brdskih šuma *oplodne sječe*, računamo li etat glavnog prihoda po formuli (26 b) ili (26 c), a etat međuprihoda po površini. Naše modifikacije *francuske formule* (26 b) i (26 c) nezavisne su od karakteristika *klasičnih gospodarskih jedinica*, pa se mogu upotrijebiti za računanje etata bilo na bazi *klasičnih* bilo na bazi *računskih gospodarskih jedinica*.

Hufnaglova formula (27) i njezina modifikacija (27a) također su nezavisne od karakteristika *klasičnih gospodarskih jedinica*, ali su kod šuma nepravilne gospodarske strukture neupotrebljive.

5. *Francuska metoda pokretnih afektacija* može se uspješno primijeniti za uređivanje naših nizinskih šuma *oplodne sječe* na bazi *računskih* i *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica* pod uvjetom, da se površina sastojina nepotpunog obrasta reducira na potpuni obrast.

6. *Francuska metoda jedne jedine afektacije i njemačka metoda dobnih razreda* mogu doći u obzir jedino u onim šumama, u kojima već postoji normalan razmjer dobnih razreda.

7. *Duchaufourova metoda* može poslužiti za uređivanje naših prostranih brdskih šuma *oplodne sječe* na bazi *računskih* i *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica* uz uvjet, da se *Duchaufourova formula* (34) za etat glavnog prihoda modificira u formulu (34 c).

8. *Nova uređajna metoda* za visoke regularne šume s prirodnim pomlađivanjem izrađena je na bazi *računskih* i *šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica za naše specifične prilike*.

Tabela dobnih razreda

Obrazac 3

Šumsko-gospodarska oblast.....															
Računska gospodarska jedinica	Šumsko- uzgojna gospodarska jedinica	Odjel	Odsjek	Površina ha	Starost	Čistine i progaline	Dobni razredi po 20 godina							Ukupno	Opaska
							I	II	III	IV	V	VI	VII		

Generalna osnova gospodarenja za periodu od 20 godina

Obrazac 5

Šumsko-gospodarska oblast.....															
Određeno za oplodnu sječu u toku periode 1950.--1970.															
Računska gospodarska jedinica:															
Šumsko-uzgojna gospodarska jedinica	Odjel	Odsjek	Površina (konk. i red.) ha	Drvena masa				Odjel	Odsjek	Površina (konk. i red.) ha	Drvena masa				Opaska
				Vrsta drveća		Svega	Vrsta drveća				Svega				
				m ³							m ³				

Kontrola sječe i gospodarenja

Obrazac 6a

Računska gospodarska jedinica Odjel Odsjek		Sumsko-uzgojna gospodarska jedinica.....																															
		Uredajne tablice.....																															
		M_p godine.....						N						M_k godine.....						$A=M_k+N-M_p$			$B=M'_k+N'-M'_p$						$P=A-M_B$				
		Vrsta drveća			Svega			Vrsta drveća			Svega			Vrsta drveća			Svega			Vrsta drveća			Svega			Vrsta drveća			Svega				
n	m ³	n	m ³	n	m ³	Godina	n	m ³	n	m ³	n	m ³	n	m ³	n	m ³	n	m ³	m ³	B	$\frac{M_B}{n}$	B	$\frac{M_B}{m^3}$	B	$\frac{M_B}{n}$	B	$\frac{M_B}{m^3}$	m ³					

IV. LITERATURA

- Abetz K.*, Zur Frage der Bildung von Betriebsklassen, Forstarchiv, 1935.
- Abetz K.*, Forsteinrichtung und Waldbau in den neuen Preuss. Erlassen und Verfügungen, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1938.
- Algan H.*, Tarifs de cubage, Bulletin trimestriel de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort, Besançon 1901.
- D'Alverny*, Contre la Note 1883, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1927.
- D'Alverny*, Après la Note 1883, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1929.
- Anić M.*, Šume u Hrvatskoj. Zemlj. Hrvatske, Zagreb 1942.
- Anučin H. P.*, Osnovi lesnoj taksaciji, Lenjingrad 1940.
- Anučin H. P.*, Ob eskize proekta lesoustroitelnoj instrukciji, Lesnaja promišlenost, Moskva 1947.
- Anweisung zur Ausführung der Betriebsregelungen in den Preussischen Staatsforsten vom 1. April 1929.*
- Baader G.*, Das Fachwerk und seine Beziehungen zum Waldbau, Giessen 1914.
- Baader G.*, Die Forsteinrichtung als nachhaltige Betriebsführung und Betriebsplanung, Frankfurt; erste Auflage 1942, zweite Auflage 1945.
- Barišić P.*, Načrt za reviziju gospodarstvenih osnova petrovaradinske imovne občine, Šumarski List, Zagreb 1896.
- Biolley H. E.*, L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle, Paris 1922.
- Boppe L.*, Traité de Sylviculture, Paris 1889.
- Borošić A.*, Odgovor na pripomenke g. Dojkovića k naredbi o sastavku gospodarstvenih osnova za šume, podvrgnute osobitom javnom nadzoru, Šumarski list, Zagreb 1904.
- Broilliard Ch.*, Cours d'aménagement des forêts, Paris 1878.
- Broilliard Ch.*, Le traitement des bois en France, Nancy 1894.
- Broilliard Ch.*, De la possibilité par contenance dans les sapinières, Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort, Besançon 1904.
- Broilliard Ch.*, Le traitement des bois en France, Nancy 1911.
- Buffault P.*, Note sur les méthodes d'aménagement, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1931.
- Cajander A. K.*, The theory of forest types, reprinted from Acta Forestalia Fennica, Helsinki 1926.
- De Goincy H.*, Aide-Memoire de l'aménagiste, Paris 1926.
- Gotta H.*, Anweisung zum Waldbau, Dresden und Leipzig, 1835.
- Dengler A.*, Waldbau auf ökologischer Grundlage, Berlin 1930.
- De Gail*, Nouvelles tendances et méthodes d'aménagement, Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort, Besançon 1907.
- Dojković U.*, Pripomenici k naredbi o sastavku gosp. osnova za šume podvrgnute osob. javn. nadzoru, Šumarski List, Zagreb 1904.
- Dojković U.*, Odgovor na prigovore mojim pripomenkama k naredbi o sastavku gospodarstvenih osnova za šume podvrgnute javnome nadzoru, Šumarski List, Zagreb 1905.
- Duchaufour A.*, L'aménagement de la forêt de Compiègne, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1903.
- Duhamel du Monceau*, Des semis et plantations des arbres et de leur culture, Paris 1760.
- Duchamel du Monceau*, La physique des arbres, Paris 1757.
- Eberbach*, Der Normalvorrat beim forstlichen Unternehmen, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Frankfurt a. M. 1925.
- Engler A.*, Aus der Theorie und Praxis des Femelschlagbetriebes, Bern 1905.
- Flury Ph.*, Grösse und Aufbau des Normalvorrats im Hochwalde, Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich 1914.
- Flury Ph.*, Vereinfachung der Ertragsberechnung beim schlagweisen Hochwald, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Zürich 1923.
- Františković S.*, Kritika obračuna normalne zalihe, Šumarski List, Zagreb 1942.

- Gayer K., Der Waldbau, vierte verbesserte Auflage, Berlin 1898.
- Gehrhardt, Ertragstabellen für reine und gleichartige Hochwaldbestände von Eiche, Buche, Tanne, Fichte, Kiefer, grüner Douglasie und Lärche, Berlin 1930.
- Grebe K., Die Betriebs- und Ertrags-Regulierung der Forsten, Wien 1867.
- Grossmann O., Aus der Geschichte des deutschen Waldes, Der deutsche Wald, Berlin 1935.
- Güde J., Das Rechnen mit ideellen Flächen gleichen Durchschnittsertrages in der Forsteinrichtung, II^e Congrès International de Sylviculture, Budapest 1936.
- Guinier Ph., Oudin A., Schaeffer L., Technique forestière, Paris 1947.
- Guinier Ph., Sapin et Sapinières ou la Relativité en Sylviculture, Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté, Lyon 1949.
- Guinier Ph., Qu'est-ce que le Chêne? Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté, Lyon 1950.
- Guise H., The Management of farm woodlands, New York 1939.
- Gurnaud A., Origine et progrès des méthodes forestières, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1880.
- Gut Ch., A propos du »passage à la futaie«, Journal Forestier Suisse, Berne 1924.
- Guttenberg A., Zadaća i svrha uredjenja šuma u sadašnjosti, Šumarski List, Zagreb 1896.
- Guttenberg A., Die Forstbetriebseinrichtung, Wien 1911.
- Hartig G. L., Lehrbuch für Förster, Stuttgart und Tübingen 1827, Erster, zweiter und dritter Band.
- Haša R., Uredjenje šuma i njegov odnos prema proizvodnji, Šumarski List, Zagreb 1927.
- Heyer C., Die Waldertrags-Regelung, Zweite Auflage, Leipzig 1862.
- Heyer C., Die Waldertrags-Regelung, Dritte Auflage, Leipzig 1883.
- Hilf R., Der Wald in Geschichte und Gegenwart, Potsdam 1938.
- Huffel G., Les arbres et les peuplements forestiers, Paris 1893.
- Huffel G., Economie forestière, tome II, Paris 1919; tome III, Paris 1926.
- Huffel G., Les méthodes de l'aménagement forestier en France, Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy 1927.
- Hufel G., Les forêts de la Saxe - La faillite d'une doctrine forestière, Revue des Eaux et Forêts, 1930.
- Huffel G., Le règlement des coupes d'éclaircies dans les aménagements, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1931.
- Hufnagl L., Praktische Forsteinrichtung, Wien 1913.
- Hufnagl L., Lehrbuch der Forsteinrichtung, Berlin 1938.
- Horvat I., Nauka o biljnim zajednicama, Zagreb 1949.
- Instruction für die Begrenzung, Vermessung und Betriebseinrichtung der österreichischen Staats- und Fondsforste, Wien 1901.
- Instruction concernant l'aménagement des forêts publique, République et canton de Neuchâtel, Berne 1919.
- Instruction pour l'établissement des plans d'aménagement, canton de Berne 1934.
- Instruction relatives à l'établissement et à la revision des aménagements des forêts publiques dans le canton de Vaud, Lausanne 1938.
- Instruktion für die Erstellung und Revision der Wirtschaftspläne über die öffentlichen Waldungen des Kantons Graubünden, Chur 1938.
- Instruktion für die Revision der Waldwirtschaftspläne, Kanton Basel-Landschaft 1948.
- Instruction concernant l'aménagement des forêts de l'état, des communes et des corporations, canton Fribourg, Berne 1948.
- Instruktion für die Erstellung und Revision der Wirtschaftspläne über die öffentlichen Waldungen des Kanton Glarus, Glarus 1948.
- Instruktion über die Aufstellung und Revision der Wirtschaftspläne in den öffentlichen Waldungen des Kanton Schaffhausen (litografirano).

- James N. D. G.*, Working plans for Estate woodlands, Oxford 1948.
- Jekić J.*, Nešto o šumarstvu u Francuskoj, Šumarski List, Zagreb 1922.
- Jerram M. R. K.*, A note on the management and silviculture of the Vosges forests, Forestry, London 1936.
- Jerram M. R. K.*, A textbook on Forest Management, London 1945.
- Jolyet A.*, Traité pratique de Sylviculture, Paris 1916.
- Judeich F.*, Die Forsteinrichtung, Sechste ergänzte Auflage, Leipzig 1904.
- Kajfeš D.*, Sastav gospodarskih osnova za nebanovinske šume, Šumarski List, 1940.
- Kern A.*, Praksa uređenja šuma uopće, a kod zem. zajednica napose, Šumarski List, Zagreb 1916.
- Kesterčanež F.*, Kratka povjest šuma i šumskog gospodarstva u Hrvatskoj, Šumarski List, Zagreb 1882.
- Klepac D.*, Inventarizacija šuma u planskoj privredi, Šumarski List, Zagreb 1947.
- Klepac D.*, Baza za određivanje etata, Šumarski List, Zagreb 1949.
- Klepac D.*, Sastojinsko ili stabilnično gospodarenje? Šumarski List, Zagreb 1950.
- Knuchel H.*, Über Einrichtungsmaßentafeln, Forstwissenschaftliches Centralblatt, Berlin 1929.
- Knuchel H.*, Management control in selection forest, Technical Communication, Oxford 1946.
- Kolibaš R.*, Tridesetgodišnjica hrvatskog Naputka za sastav šumsko-gospodarsvenih osnova, Šumarski List, Zagreb 1933.
- Kubelka A.*, Die Ertragsregelung im Hochwalde auf Waldbaulicher Grundlage, Wien 1914.
- Levaković A.*, Dendrometrija, Zagreb 1922.
- Loger L.*, Osnovi uređivanja šuma, Šumarski Priručnik II, Zagreb 1946.
- Loi Fédéral concernant la haute surveillance de la confédération sur la police des forêts, Berne 1903.*
- Lončar I.*, Nešto o proredama, Šumarski List, Zagreb 1937.
- Lončar I.*, Oplodna sječa u bukovim sastojinama, Šumarski List, Zagreb 1946.
- Lorentz B. et Paradé A.*, Cours élémentaire de Culture des bois, Paris 1882.
- Luneau G.*, Possibilité des futaies régulières, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1928.
- Luneau G.*, Encore la Note 1883, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1928.
- De Luze J. J.*, Les tarifs d'aménagement et leur application, Journal Forestier Suisse, Berne 1906.
- Mali šumarsko-tehnički priručnik, I i II, Zagreb 1950.*
- Manojlović M.*, Metode uređivanja šuma, Zagreb 1926 (Separat).
- Marković Lj.*, Beleške iz slavonskih šuma, Šumarski List, Zagreb 1931.
- Martin H.*, Die Forsteinrichtung, Vierte Auflage, Berlin 1926.
- Martin J. J. E.*, Réflexions sur l'exploitabilité, Revue des Eaux et Forêts, 1939.
- Mer E.*, Possibilité par volume, Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort, Besançon 1921.
- Miklitz Th.*, Bestandeswirtschaft und Altersklassenmethode, Wien u. Leipzig 1916.
- Miletić Z.*, Uređivanje državnih šuma, Šumarski List, Zagreb 1924.
- Miletić Z.*, Dinamika pokreta i razvoja dobnih razreda pravilne visoke šume, Pola stoljeća šumarstva, Zagreb 1926.
- Miletić Z.*, Návrh instrukce pro lesni hospodárske zařízení v podniku Čsl. státni lesy a statky, Šumarski List, Zagreb 1931 (Recenzija).
- Naputak za izmjeru, procjenu i uređenje gojitbe šuma imovnih občina u Hrvatsko-slavonskoj Krajini zakona o imovnih občinah u Hrvatsko-slavonskoj vojnoj Krajini od 11. srpnja 1881.*
- Naputak za sastavak gospodarstvenih osnova odnosno programa naredbe kr. hrv.-slav. dalm. zemaljske vlade, odjela za unutarnje poslove od 23. travnja 1903. br. 23:152.*
- Nenadić D.*, Problemi uređivanja šuma, Pola stoljeća šumarstva, Zagreb 1926.
- Nenadić D.*, Uređivanje šuma, Zagreb 1929.

- Nenadić Đ.*, Naša šumarska terminologija, Šumarski List, Zagreb 1932.
- Nenadić Đ.*, Uputstva za uređivanje šuma, Šumarski List, Zagreb 1932.
- Nenadić Đ.*, Austrijska kameralna taksa i njen 150-godišnji jubilej, Šumarski List, Zagreb 1938.
- Opći zakon o šumama FNRJ od 1947.*, Mali šumarsko-tehnički priručnik 1949.
- Opšta uputstva za uređivanje šuma FNRJ od 18. III. 1948.*, Šumarstvo, Beograd 1948.
- Orlov M. M.*, Lesoustrojstvo, tom I, Leningrad 1927; tom II, Leningrad 1928; tom III, Leningrad 1928.
- Oudin A.*, Vue d'ensemble sur l'organisation en France de recherches de sylviculture et d'économie forestière, Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy 1930.
- Pardé L.*, Notes sur les méthodes allemandes d'aménagement des forêts, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1922.
- Pardé L.*, Questions d'aménagement, Revue des Eaux Forêts, Paris 1923.
- Pardé L.*, Traité pratique d'aménagement des forêts, Paris 1930.
- Pardé L.*, En faveur d'une bonne vieille méthode d'aménagement, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1931.
- Pardé L.*, Calcul de la possibilité par la méthode de Masson, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1933.
- Partaš I.*, O načinu uređivanja šuma stojećih pod osobitim javnim nadzorom, Šumarski List, Zagreb 1896.
- Partaš I.*, O t. zv. »razšestarenju na periodički jednake sječivne površine« kao vrlo zgodnoj i jednostavnoj metodi uređenja visokih šuma, koje se čistom i oplodnom sječom sijeku, Šumarski List, Zagreb 1897.
- Partaš I.*, O gospodarstvenom ili unutarnjem podjeljenju šuma, Šumarski List, Zagreb 1904.
- Du Pasquier M.*, Méthode du contrôle et futaie régulière de dimensions graduées, Journal Forestier Suisse, Berne 1924.
- Pausa G.*, Aus dem Forsteinrichtungswesen des Ehemaligen Banat-Grenz districtes, Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen, Wien 1883.
- Petitmermet M.*, L'aménagement des forêts publiques en Suisse, Berne 1925.
- Petračić A.*, Uzrast i drvena masa hrastovih šuma, Pola stoljeća šumarstva, Zagreb 1926.
- Petračić A.*, Pomlađivanje naših hrastovih šuma je u opasnosti, Šumarski List, Zagreb 1926.
- Petračić A.*, Uzgajanje šuma, I. svezak, Zagreb 1925.; II. svezak, Zagreb 1931.
- Pfeil W.*, Die Forsttaxation in ihrem ganzen Umfange, Leipzig 1858.
- Plans d'aménagement des forêts*, Rome 1933.
- Plavšić M.*, O novijoj kritici teorije zemljišnjog čistog prihoda, Šumarski List, Zagreb 1937.
- Plavšić M.*, O bilanciranju i rentabilitetu šumskog gospodarstva, Glasnik za šumske pokuse, Zagreb 1940.
- Plavšić M.*, Uređivanje šuma, Mali šumarsko-tehnički priručnik I, Zagreb 1949.
- Poskin A.*, Le chêne pédonculé et le chêne rouvre, Gembloux 1934.
- Poskin A.*, Traité de Sylviculture, Gembloux 1949.
- Potel R.*, Du traitement en futaie par le mode dit »à tire et aire«, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1925.
- Privremena uputstva za uređivanje šuma FNRJ br. 3.200/46 od 28. V. 1946.*
- Puton A.*, Die Forsteinrichtung im Nieder- und Hochwaldbetriebe, Berlin 1894 (Njemački prijevod od Liebeneinera).
- Recueil d'instructions administratives sur les aménagements des forêts*, Nancy 1945.
- Reuss E.*, Une légende forestière le tire et aire, Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy 1938.
- Röhrl A. M.*, Geschichtliche Entwicklung und waldbauliche Bedeutung der Vorrats- und Zuwachsmethoden, Neumann-Neudamm 1927.
- Rubner K.*, Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus, 2. Auflage, Neudamm 1925.
- Schaeffer A., Gazin A., D'Alverny A.*, Sapinières, Paris 1930.

- Schaeffer A.*, Possibilité de futaies jardinées, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1908.
- Schaeffer L.*, Sur trois modes de calcul de la possibilité des futaies jardinées, Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy 1931.
- Schaeffer L.*, Gûrnaud et le jardinage, Livret du cinquantenaire, Salins - Les - Bains 1947.
- Schaeffer L.*, La méthode du contrôle et l'évolution du jardinage, Revue des Eaux et Forêts, 1939.
- Schaeffer L.*, Cours d'aménagement (skripta), Nancy 1948.
- Schaeffer L.*, Principes d'estimation forestière, Nancy 1949.
- Schaeffer L.*, Une méthode d'aménagement bien démodée, Revue forestière française, Nancy 1950.
- Schilling L.*, Betriebs- und Ertragsregelung im Hoch- und Niederwalde, Neudamm 1924.
- Schlich W.*, Manual of Forestry, Vol: III, Forest Management, London 1895.
- Schwappach*, Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten, Prag 1943.
- Sergejev P. N.*, Lesnaja taksacija, Moskva 1947.
- Smilaj I.*, Način uzgoja i iskorišćavanja slavonskih hrastika, Šumarski List, Zagreb 1939.
- Stoetzer H.*, Die Forsteinrichtung, Frankfurt a. M. 1898, 1908.
- Safar J.*, O utjecaju proizvodnih faktora na određivanje cilja gospodarenja u uzgajanju šuma, Šumarski List, Zagreb 1950.
- Senšin A.*, Uredjenje šuma, Beograd 1934.
- Surić S.*, Uređivanje šuma, Šumarski List, Zagreb 1948.
- Taraškević A. I.*, Tehnika lesoustroiteljnih rabot, Moskva 1927.
- Tassy L.*, Lorentz et Parade, Paris, Bureau de la Revue des Eaux et Forêts, 1866.
- Tassy L.*, L'aménagement des forêts, Paris 1887.
- Tomić A.*, Der Normalertrag und der Normalvorrath eines Betriebswaldes, Šumarski List, Zagreb 1877.
- Tomić A.*, Razjašnjenja k racionalnoj metodi uređivanja šumskog gospodarstva, Šumarski List, Zagreb 1883.
- Tomić A.*, Kritična smotra nauke dra Makse Presslera o rationalnom šumarstvu i njegovom najizdašnjem trajnom gojenju šuma, Šumarski List, Zagreb 1890.
- Toumey W. J.*, Foundations of silviculture upon an ecological basis, New York 1928.
- Tjurin A. V.*, Taksacija lesa, Moskva 1938.
- Trebeljahr*, Die Zerlegung der Mischbestände nach Teilflächen, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1922.
- Uputstva za uređivanje državnih šuma*, Ministarstvo šuma i rudnika br. 33.820 od 29. XII. 1931., Beograd.
- Vade - Mecum du forestier*, Besançon 1946.
- Vanselow K.*, Einführung in die Forstliche Zuwachs- und Ertragslehre, Frankfurt a. M. 1948.
- Vesely D.*, Upotreba austrijske kameralne takse za izračunavanje etata, Šumarski List, Zagreb 1922.
- Volmerange M.*, Au sujet du calcul de la possibilité des futaies, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1933.
- Wagner C.*, Die Grundlagen der räumlichen Ordnung in Walde, Vierte Auflage, Tübingen 1923.
- Wagner C.*, Lehrbuch der theoretischen Forsteinrichtung, Berlin 1928.

RÉSUMÉ

En Yougoslavie les forêts sont divisées en régions forestières. En Croatie nous avons 9 régions forestières dont les surfaces varient entre 100.000 et 200.000 hectares. Puisqu'on ne cherche plus aujourd'hui le rapport soutenu dans le cadre de chaque série d'exploitation, mais dans celui de régions forestières, l'aménagement des forêts s'est trouvé devant un problème nouveau. Ce problème consiste à ce qu'on établisse, dans l'esprit de la nouvelle conception du principe de rendement soutenu, un règlement d'exploitation pour chaque région forestière prise en bloc.

Le but de cette étude est de résoudre ce problème pour les futaies pleines parce que ce sont elles qui occupent en Croatie la plus grande surface et parce que la régénération par coupes progressives est le meilleur mode de traitement de nos forêts de pays plats.

Pour résoudre ce problème nous avons choisi la méthode analytique. Pour un plus grand massif forestier des futaies régulières «B» nous avons procédé à la recherche théorique de différentes méthodes d'aménagement, en appliquant d'abord les séries d'exploitation classiques et ensuite les *séries d'études* et celles de *gestion*, sans jamais perdre de vue les circonstances spécifiques dans notre pays.

Les séries d'exploitation classiques sont des unités qui servent en même temps pour la détermination de la possibilité et pour le traitement et l'administration des forêts. La formation de telle série d'exploitation est *subjective* dépendant de facteurs hétérogènes, qu'on ne peut prendre en considération tous à la fois.

Les *séries d'études* servent pour la détermination de la possibilité et leur seule fonction est de régler l'ordre des exploitations dans le temps. Les *séries d'études* englobent les peuplements de même composition qui poussent dans des stations analogues. On forme ces séries de la façon suivante: sur le plan du massif forestier (ou de la région forestière) on colore d'une même couleur les parcelles ou sous-parcelles de même composition; ces parcelles sont en principe disséminées dans tout le massif forestier (ou région forestière), mais elles doivent être de station analogue. Le caractère des *séries d'études* est purement calculatif; elles nous servent pour déterminer la possibilité et pour contrôler d'aménagement. Il est évident que, pour former les *séries d'études*, on ne part pas d'un point de vue *subjectif*.

La création des *séries de gestion* est fondée sur les éléments fixes de la production (sol et climat) sans tenir compte de la révolution et du rapport soutenu dans leur cadre. La surface des *séries de gestion* varie entre 100 et 1.000 hectares, mais elle sera plus grande dans le traitement extensif. Les *séries de gestion* sont des unités dans le cadre desquelles on adapte les méthodes culturales

au climat et au sol. Elles diffèrent des séries françaises par le fait qu'on n'insiste pas sur le rapport soutenu dans le cadre des *séries de gestion*; celles-ci n'ayant d'autre fonction que de régler l'ordre des exploitations sur le terrain, le traitement et l'administration.

Introduisant les *séries d'étude* et les *séries de gestion* nous avons créé des unités spéciales pour l'aménagement des forêts, et d'autres pour la sylviculture. Ainsi la sylviculture est indépendante de l'aménagement des forêts.

Après avoir fait l'analyse de différentes méthodes d'aménagement, nous avons pu constater:

1°. Pour nos forêts avec régénération par coupes progressives, la méthode par compartiments de HARTIG, la méthode française des affectations permanentes, la méthode de TOMIĆ et la méthode à compartiments combinée ont aujourd'hui une valeur historique

2°. Les méthodes par contenance: »tire et aire«, les méthodes de HUFFEL et BROILLIARD ne sont pas bonnes pour l'aménagement de nos futaies régulières.

3°. Les méthodes allemandes, basées sur la constitution du capital normal d'exploitation, ne peuvent être appliquées pour l'aménagement de nos futaies régulières, ni dans le cadre des séries classiques, ni dans celui des *séries d'étude*. En appliquant les séries classiques dans l'aménagement d'un grand massif forestier, quelques unes de ces méthodes (KARL, HEYER) peuvent provoquer la diminution du matériel réellement sur pied, quand celui-ci est égal au matériel normal, et même quand il est plus petit.

4°. On peut appliquer la méthode française du quartier bleu pour l'aménagement de nos futaies pleines sur les collines, si on calcule la possibilité des produits principaux d'après la formule (26 b) ou d'après la formule (26 c), et la possibilité des produits intermédiaires d'après la contenance. Dans les formules (26 b) et (26 c) U_3 indique le volume total des peuplements plus âgés d'un tiers de l'âge d'exploitation $\left(\frac{u}{3}\right)$. Les formules (26 b) et (26 c) sont

indépendantes des caractéristiques des séries classiques et on peut les employer pour calculer la possibilité soit en prenant pour base des séries classiques soit des *séries d'étude*.

La formule de HUFNAGL (27) et sa transcription (27 a) est aussi indépendante des caractéristiques des séries classiques, mais on ne peut pas l'appliquer chez nous à cause de la représentation anormale de diverses classes d'âge.

5°. On peut appliquer avec succès la méthode française des affectations révocables dans l'aménagement de nos futaies régulières de pays plats en prenant pour base les *séries d'étude* et les *séries de gestion*, à condition que la contenance des parcelles à peuplements incomplets soit réduite à la contenance des parcelles à peuplements complets.

6°. La méthode française de l'affectation unique et la méthode allemande des classes d'âge peuvent être appliquées uniquement dans les forêts où la proportion normale des classes d'âge existe déjà.

7°. On peut se servir de la méthode de DUCHAUFOUR pour l'aménagement de nos futaies pleines sur les collines, dans le cadre de *séries d'études* et de *gestion*, mais à condition que la formule de DUCHAUFOUR (34) pour la possibilité des produits principaux soit modifiée en formule (34 c). Dans la formule (34 c) p est le taux d'accroissement en volume (v).

Vu tout ce que nous avons cité ci-dessus, nous avons élaboré, pour les futaies régulières dans les plaines de Croatie, une nouvelle méthode d'aménagement, basée sur les *séries d'études* et de *gestion*.

La nouvelle méthode d'aménagement est basée sur le parcellaire qui a été établi en Croatie d'après les instructions administratives sur les aménagements des forêts de 1881, 1903 et 1931. Grâce à ces instructions, des plans de forêts, avec la surface des parcelles et sous-parcelles, existent pour presque toutes les forêts de Croatie. Aussi garderons-nous ce parcellaire et établirons-nous un état descriptif des parcelles à l'aide duquel nous formerons les *séries d'études* et créerons les *séries de gestion*.

Lors de la formation des *séries d'études* et de *gestion* nous établissons un «règlement général d'exploitation», dans l'intérieur d'une région forestière, *pour toutes les futaies régulières, sur lesquelles peut s'étendre la nouvelle conception du principe du rendement soutenu*. On calcule la possibilité des produits principaux d'après les principes de la méthode française de l'affectation unique, non pas dans le cadre de séries classiques, mais dans le cadre de *séries d'étude*. Il y a encore différences: d'abord, on calcule la possibilité pour deux périodes d'avance; ensuite, pour les forêts avec la représentation anormale des classes d'âge, il est permis de balancer la possibilité entre les *séries d'études* de la même composition ou entre celles des composition qui se ressemblent. La durée de la période est de 20 ans, car dans cette période on peut facilement obtenir, dans les plaines et sur les collines de Croatie, la régénération naturelle de tous les peuplements prévus par règlement spécial.

Pour chaque *série de gestion* on établit un règlement spécial. Il n'est en réalité qu'une partie de notre «règlement général», et il contient les prescriptions applicables pour une période de 20 ans. Le règlement spécial détermine la possibilité des produits intermédiaires.

Les règlements spéciaux d'exploitation prescrivent les différents modes de traitement et leurs modalités, ainsi que les différents types d'éclaircies et de nettoiements, et tiennent compte des différents facteurs écologiques et économiques dans chaque *série de gestion*.

Le «règlement général» indique les peuplements avec leur contenance et leur volume, destinés à être réalisés et régénérés dans une période de 20 ans. La possibilité annuelle des produits principaux est égale à $\frac{1}{20}$ de la possibilité périodique. A la possibilité annuelle ainsi calculée on pourrait ajouter l'accroissement correspondant, mais ce n'est pas absolument nécessaire puisqu'on n'exige pas de rapport soutenu annuel.

La possibilité annuelle, définie comme $\frac{1}{20}$ de la possibilité périodique sert d'indice pour la réalisation annuelle et celle-ci dépend de la situation sylvicultural et économique.

Chaque année, des ingénieurs forestiers de service dans les forêts, établiront un projet préliminaire de coupe pour chaque *série de gestion* d'après le règlement spécial, et tiendront compte des succès de régénération, de l'exploitabilité etc. sans se soucier de l'état normal, ni du rapport soutenu dans le cadre de ces «séries». Celui qui établit ce projet ne connaît pas la possibilité annuelle; ce qui est juste, parce que la possibilité n'est pas calculée pour chaque *série de gestion*, mais pour la région forestière prise en bloc. Les projets de coupe établis pour chaque *série de gestion* sont envoyés à la direction départemental de l'administration des forêts; celle-ci possède alors les renseignements sur le volume qui pourrait être réalisé dans le courant de l'année au point de vue sylvicultural.

Le moment économique est exprimé dans »le Plan de production« qui indique les besoins de l'Etat et fait partie de son Plan général.

En faisant concorder le plan sylvicultural avec le plan économique, nous déterminons le volume qui doit être réalisé pendant une année. Ce volume, une fois déterminé, nous le partageons entre les *séries de gestion*, et nous tenons compte des intérêts de la sylviculture, des intérêts d'exploitation et autres. Les intérêts d'exploitation ne peuvent être pris en considération que lorsque nous possédons les projets préliminaires de toutes les *série de gestion*.

Dans des intervalles de 5 à 10 ans on mesure les diamètres de tous les arbres à hauteur de poitrine, de la même façon et d'après les mêmes tarifs d'aménagement que lors de l'établissement du règlement d'exploitation; ainsi nous obtenons un double contrôle: a) contrôle de la possibilité, contrôlant le volume des peuplements dans les règlements spéciaux; b) contrôle de traitement, avec, devant nous, le matériel total sûr pied.

Nous garderons les séries classiques *pour les forêts d'une région forestière qu'il faut traiter d'après le principe classique du rendement soutenu*. Pour chacune d'elles il faut établir un règlement d'exploitation en appliquant les méthodes d'aménagement qui sont indépendantes des caractéristiques de séries classiques.

SADRŽAJ
(SUMMARIUM)

Prof. Dr. A. Levaković:

- O analitičkom izražavanju sastojinske strukture (Dodatak) 5
Structure des peuplements, sa description analytique (Annexe) 24

Prof. Dr. A. Petračić – Prof. Dr. M. Anić:

- Obični jasen (*Fraxinus excelsior* L.) u Zagrebačkoj Gori 25
Le frêne commun dans la Montagne de Zagreb 61

Prof. Dr. Ž. Kovačević:

- Proučavanje ekologije smrekovog pisara (*Ips typographus* L.) i pokuši njegovog suzbijanja kemijskim sredstvima 63
Ökologie des *Ips typographus* und Versuche seiner Bekämpfung mittels Chemikalien 103

Dr. Ing. Zl. Uajda:

- Uzroci epidemijskog ugibanja brijestova 105
Les causes du dépérissement épidémique des ormes 192

Ing. Zdenko Tomašegović:

- Novi prilog rješavanju direktnog određivanja koordinatnih razlika u poligonskim vlakovima 199
Weiterer Beitrag zur direkten Bestimmung von Koordinatenunterschieden in Polygonzügen 214

Dr. Ing. Dušan Klepac:

- Uređivanje šuma s oplodnom sječom 225
L'aménagement des futaies régulières 348

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE
ANNALES PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS
ANNALS OF FOREST RESEARCH

Do godine 1952. izašle su slijedeće knjige:*
Up to year 1952 the following volumes have been issued:*

Knjiga 1. – Volume 1. (P. 1–262)

Saopćenje o postanku, dosadanjem razvitku i radu zavoda (sa njegovim statutom).

Communication de l'Institut d'expérimentation forestière à l'Université de Zagreb.

Dr. Antun Levaković:

O odnošaju drvnog prirasta u stabala naprama jednoj komponenti toga prirasta.
Über das Verhalten des Baummassenzuwachses zu einer seiner Komponenten.

Dr. Uladimir Škorić:

Erysiphaceae Croatiae. (Prilog fitopatološko-sistematskoj monografiji naših pepelnica).

Contribution to the Phytopathologic-Systematic Monograph of Our Powdery Mildews.

Dr. Andrija Petračić:

O uzrocima sušenja hrastovih šuma u Hrvatskoj i Slavoniji.

Über die Ursachen des Eichensterbens in Kroatien und Slavonien.

Dr. Adolfo Seiwert:

Suše li se slavonski hrastovi zbog promjena tla?

Beruh das Eingehen der Slavonischen Eiche auf der Bodenveränderung?

Dr. August Langhoffer:

Gubar i sušenje naših hrastovih šuma.

Der Schwammspinner und das Eingehen unserer Eichenwälder.

Dr. Uladimir Škorić:

Uzroci sušenja naših hrastovih šuma.

Causes of Dying away of Our Oak-Forests.

Dr. Adolfo Seiwert:

Prilozi mehaničkoj analizi tla.

La contribution à l'Analyse mécanique du sol.

* Svaka radnja ima kratak sadržaj na onom jeziku na koji je preveden naslov.

* Every paper has a résumé in the language in which is given the translation of title:

Knjiga 2. – Volume 2. (P. 1–267; rasprodano – out-of-print)

Dr. August Langhoffer:

Gubar i sušenje naših hrastovih šuma. 1. dodatak.

Der Schwammspinner und das Eingehen unserer Eichenwälder – 1. Nachtrag.

Franjo Operman:

Nekolike bilješke o gubaru.

Lymantria dispar L.

Dr. Antun Levaković:

Ein neuer Begriff des Standortsweisers.

Jedan novi pojam indikatora stojbine.

Dr. August Langhoffer:

Štetočinje hrasta osim gubara.

Die Eichenschädlinge mit Ausnahme des Schwammspinners.

Dr. August Langhoffer:

Prilog poznavanju kukaca štetočinja hrv. Primorja.

Contribution à la connaissance des insectes nuisibles de la Côte croate.

Dr. Adolfo Seiwerth:

Prilozi za poznavanje tla hrastovih šuma u Podravini.

Beiträge zur Kenntniss der Eichenwaldböden der Drau-Niederung.

Dr. Adolfo Seiwerth:

O metodama pripreme tla za mehaničku analizu.

Méthodes de préparation des échantillons du sol pour l'analyse mécanique.

Dr. Adolfo Seiwerth:

Poredbena istraživanja uz pitanje pripreme izvadaka tla sa solnom kiselinom i s kalijском lužinom za kemijsku analizu.

Vergleichende Untersuchungen zur Frage der Zubereitung von Bodenauszügen mit Salzsäure und mit Kalilauge für die chemische Analyse.

Knjiga 3. – Volume 3. (P. 1–325; rasprodano – out-of-print)

Dr. Đuro Nenadić:

Istraživanje prirasta hrasta lužnjaka u šumi Žutici.

Recherches sur l'accroissement du chêne pédonculé dans la forêt de Žutica.

Dr. Aleksandar Ugrenović – Dr. Bogdan Šolaja:

Istraživanja o specifičnoj težini drveta i količini sirove smole vrsti Pinus nigra Arn. i Pinus silvestris L.

Recherches sur le poids spécifique du bois et sur la quantité de la résine brute des essences Pinus nigra Arn. et Pinus silvestris L.

Untersuchungen über das spezifische Gewicht des Holzes und den Rohharzgehalt der Kiefernarten Pinus nigra Arn. und Pinus silvestris L.

Dr. Mihovil Gračanin:

Pedološka istraživanja Senja i bliže okolice.

Les recherches pédologiques de Senj et de ses proches environs.

Dr. Mihovil Gračanin:

Aparatura za određivanje glinenih čestica pipetmetodom.
Eine Apparatur für die Bestimmung des Rohtones mittels Pippetmethode.

Dr. Mihovil Gračanin:

Istraživanje tla šumskog rasadnika u Crikvenici.
Un examen pédologique dans la pépinière de Crikvenica.

Ing. Stanko Flögl:

O putoklizini u krivulji.
Über den Riesweg in der Krümmung.

Dr. Antun Levaković:

K pitanju raspoređivanja primjernih stabala među pojedine debljinske skupine.
Zur Frage der Probestammverteilung auf einzelne Stammgruppen.

Dr. Antun Levaković:

Zur Frage der Kombination von Massentafel- und Probestammverfahren bei Bestandesmassenaufnahme.

K pitanju kombinovane upotrebe konkretnih i apstraktnih primjernih stabala pri kubisanju sastojine.

Knjiga 4. – Volume 4. (P. 1–310)

Dr. Đuro Nenadić:

O prirastu niskih šuma.
Über den Zuwachs der Niederwälder.

Dr. Andrija Petračić:

Istraživanja o strukturi i prihodu bagremovih kolosjeka.
Untersuchungen über die Struktur und den Ertrag der Robinienpahlwälder.

Ing. Stanko Flögl:

O utjecaju zraka na otpor šumskih klizina.
Über den Lufteinfluss auf den Gleitwiderstand der forstlichen Riesen.

Ing. Stanko Flögl:

Linija klizine jednolične brzine.
Die Rieslinie der gleichförmigen Bewegung.

Dr. Mihovil Gračanin:

Pedološka studija otoka Paga.
Pedologische Studie über die Insel Pag.

Dr. Antun Levaković:

Analitički oblik zakona rastenja.
Analytische Form des Wachstumgesetzes.

Dr. Antun Levaković:

Analitički izraz za sastojinsku visinsku krivulju.
Analytischer Ausdruck für die Bestandeshöhenkurve.

Knjiga 5. – Volume 5. (P. 1–301)

Dr. Aleksandar Ugrenović – Dr. Bogdan Šolaja:

Istraživanja o tehnici smolarenja i o kemizmu smole vrsti *Pinus nigra* Arn. i *Pinus silvestris* L.

Recherches sur la technique du gemmage et sur la gemme des essences *Pinus nigra* Arn. et *Pinus silvestris* L.

Untersuchungen über die Harzungstechnik und Chemismus des Harzes (Balsams) der Arten *Pinus nigra* Arn. und *Pinus silvestris* L.

Dr. Andrija Petračić:

Istraživanja o otpornosti izvadjenih nezaštićenih lisnatih biljaka protiv osušenja. Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der ballenlosen Laubholzpflanzen gegen Austrocknung.

Dr. Andrija Petračić:

Pokusi ukoliko zaštita nadzemnih dijelova izvadjenih sadnica usporuje njihovo osušenje.

Versuche über den Einfluss des Schutzes oberirdischer Pflanzenteile gegen Austrocknung der ausgehobenen Pflanzen.

Dr. Uladimir Škorić:

Poria obliqua (Pers.) Bres.

Prinos poznavanju biologije i patološkog djelovanja gljive.

Beitrag zur Biologie und Pathologie des Pilzes.

Knjiga 6. – Volume 6. (P. 1–404)

Dr. Andrija Petračić:

Zimzelene šume otoka Raba.

Die immergrünen Wälder der Insel Rab.

Dr. Uladimir Škorić:

Da li je *Pholiota adiposa* Fr. ili *Pholiota aurivella* (Batsch) Fr. uzročnik karakteristične truleži jelova drva.

Wird die charakteristische Fäule des Tannenholzes durch *Pholiota adiposa* Fr. oder durch *Pholiota aurivella* (Batsch) Fr. verursacht?

Dr. Uladimir Škorić:

Jasenov rak i njegov uzročnik.

The Ash-Canker Disease and Its Causal Organism.

Dr. Uladimir Škorić:

Žilavka tigrasta – *Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr.

Studije o biologiji razvoju i patološkom djelovanju gljive.

Studies on the Biology, Development and Pathogenic Properties of the Fungus.

Dr. Ivo Horvat:

Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj.

Pflanzensoziologische Walduntersuchungen in Kroatien.

Dr. Božidar Hergula:

Sekundarni značaj likotoča i drvotoča naših hrastova.

Der sekundäre Charakter der Bäst- und Holzkäfer unserer Eichen.

Dr. Antun Levaković:

O izgledima i mogućnostima numeričkog bonitiranja stobina.
Über die Aussichten und Möglichkeiten der numerischen Standortsbonitierung.

Dr. Antun Levaković:

Fiziološko-dinamički osnovi funkcije rasteња.
Physiologisch-dynamische Grundlagen der Wachstumsfunktionen.

Dr. Mihovil Gračanin:

Klasifikacija tala po teksturi.
Die Bodenklassifikation nach der Textur.

Knjiga 7. – Volume 7. (P. 1–448)

Dr. Đuro Nenadić:

O posljedicama sušenja hrastovih šuma Gradiške imovne općine.
Über die Folgen des Eichensterbens in den Waldungen der Gradischkaer Vermögensgemeinde.

Dr. Aleksandar Ugrenović:

Metodološka istraživanja o čvrstoći cijepanja i cjepljivosti drveta.
Recherches méthodologiques sur la résistance au fendage et sur la fissibilité du bois.
Methodologische Untersuchungen über die Spaltfestigkeit und Spaltbarkeit des Holzes.

Dr. Ilija Mihajlov:

Numeričko bonitiranje šumskih stobina.
Estimation numérique de la qualité des stations forestières.

Dr. Milan Anić:

Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori.
Die Edelkastanie im Gebirge Zagrebačka Gora.

Dr. Milenko Plavšić:

O bilanciranju i rentabilitetu šumskog gospodarstva.
Über die Bilanzierung und Rentabilität der Forstwirtschaft.

Dr. Ivo Horvat:

O naprezanju kod cijepanja.
Über die Spannung beim Spalten des Holzes.

Knjiga 8. – Volume 8. (P. 1–340)

Dr. Aleksandar Ugrenović:

Istraživanja o čvrstoći cijepanja i njenom odnosu prema sržnim trakovima.
Recherches sur la résistance au fendage et sa relation avec les rayons médullaires.

Dr. Aleksandar Ugrenović:

Istraživanja o čvrstoći cijepanja i njenoj zavisnosti o ravni cijepanja i stepenu vlage.
Recherches sur la résistance au fendage du bois et sur les rapports qui tiennent au plan du fendage et au degré d'humidité.

Ing. Ivo Horvat:

Istraživanja o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine.
Untersuchungen über die Rohwichte und Schwindmasse des slavonischen Eichenholzes.

Dr. Nikola Neidhardt:

Prilozi poznavanju tromosti busole.
Beiträge zur Kenntnis der Bussolenträgheit.

Dr. Nikola Neidhardt:

Prilog teoriji logaritmičkog računala.
Ein Beitrag zur Theorie des logarithmischen Rechenschiebers.

Dr. Andrija Petračić:

Šumski i dendrogeografski odnosi na otoku Braču.
Wald- und dendrogeographische Verhältnisse auf der Insel Brač.

Dr. Milan Anić:

Dendroflora otoka Brača.
Die Dendroflora der Insel Brač.

Dr. Milan Anić:

Divuza ili diviza na otoku Braču.
Lo *Styrax officinalis* L. nell'isola di Brazza.

Dr. Milan Anić:

Pogledi na dendrosociološke odnošaje državnih šuma na otoku Mljetu.
Sguardo alle caratteristiche dendrosociologiche delle foreste demaniali dell'isola di Meleda.

Knjiga 9. – Volume 9. (P. 1-366)

Dr. Andrija Petračić:

Biološki odnošaji mješovitih sastojina crne joha i hrasta lužnjaka.
Circonstances biologiques des peuplements mélangés d'aune et de chêne pédonculé.

Dr. Milan Anić:

O izbojnoj snazi prikraćenih jasenovih biljaka.
About Sprouting Ability of Shortened Ash Plants.

Dr. Anto Jurilj:

Šiške – cecidia – Makedonije.
Les galles-cécides de Macédoine.

Dr. Mihovil Gračanin:

Tipovi šumskih tala Hrvatske.
Croatian Forest Soil Types.

Dr. Milan Anić:

O uzgoju sadnica kanadske topole iz reznica.
About Growing of Cottonwood Plants by Cuttings.

Dr. Ivo Horvat:

Prilog poznavanju tehničkih svojstava munikovine (*Pinus Heldreichii* Christ. var. *leucodermis* Ant. Markgraf).

Contribution à la connaissance des propriétés techniques du bois *Pinus Heldreichii* var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf.

Dr. Ivo Horvat:

Istraživanja tehničkih svojstava crne borovine.

Recherches sur les propriétés techniques du bois de *Pinus nigra* Arn.

Ing. Zdenko Tomašegović:

Prilog poznavanju točnosti nitnog planimetra.

Contribution à la connaissance de précision du harpe-planimètre.

Ing. Zdenko Tomašegović:

Postoji li mogućnost direktnog određivanja koordinatnih razlika u poligonskim vlakovima?

Idée d'un instrument topographique (coordinatomètre) pour la détermination directe sur terrain des coordonnées relatives.

Knjiga 10. – Volume 10. (P. 1-352)

Dr. Antun Levaković:

O analitičkom izražavanju sastojinske strukture. (Dodatak.)

Structure des peuplements, sa description analytique. (Annexe.)

Dr. Andrija Petračić – Dr. Milan Anić:

Obični jasen (*Fraxinus excelsior* L.) u Zagrebačkoj gori.

Le frêne commun dans la Montagne de Zagreb.

Dr. Željko Kovačević:

Proučavanje ekologije smrekovog pisara (*Ips typographus* L.) i pokusi njegovog suzbijanja kemijskim sredstvima.

Ökologie des *Ips typographus* und Versuche seiner Bekämpfung mittels Chemikalien.

Dr. Zlatko Uajda:

Uzroci epidemijskog ugibanja brijestova.

Les causes du dépérissement épidémique des ormes.

Ing. Zdenko Tomašegović:

Novi prilog rješavanju direktnog određivanja koordinatnih razlika u poligonskim vlakovima.

Weiterer Beitrag zur direkten Bestimmung von Koordinatenunterschieden in Poligonzügen.

Dr. Dušan Klepac:

Uređivanje šuma oplodne sječe.

L'aménagement des futaies régulières.

U pripremi je knjiga 11. sa slijedećim sadržajem:
Ready for print is volume 11 with following contents:

Knjiga 11. - Volume 11.

Dr. Nikola Neidhardt:

Relativna pogreška Heronove formule.
Relativer Fehler der Heronischen Formel.

Ing. Juraj Krpan:

Istraživanja higroskopske ravnoteže vlage uzduha i drveta.
Investigations about Moisture Content Equilibrium between Air and Wood.

Ing. Roko Benić:

Istraživanja o odnosu između širine goda i učešća kasnog drveta kod poljskog i običnog jasena (*Fraxinus augustifolia* Vahl i *Fraxinus excelsior* L.).
Investigations about Correlation Between Annual Ring Width and Proportion of Summerwood by *Fraxinus augustifolia* Vahl and *Fraxinus excelsior* L. (A Contribution to the Knowledge of the Structure of Ash Wood).

Ing. Bora Emrović:

O izjednačenju pomoću funkcija koje se logaritmiranjem daju svesti na linearni oblik, s naročitim obzirom, na upotrebu kod izrade drvno-gromadnih tablica.
On the Adjustment by Means of Functions That Can Be Reduced to Linear Forms by Logarithmic Treatment with Special Regard to Their Use in the Preparation of Tree Volume Tables.

Ing. Zdenko Tomašegović:

O aerofototaksaciji bukovih sastojina.
On the Use of Aerial Photographs in Beech Stands.

Ing. Boris Zlatarić:

Neki taksacioni elementi jele i bukve u odnosu na ekologiju i razdiobu šuma na Risnjaku.
The Height of Trees and Diameter Growth of the Fir (*Abies Alba*) and Beech (*Fagus silvatica* L.) in Relation to the Ecology and Distribution of Forests in the Region of Mountain Risnjak.

Ing. Mirko Vidaković:

Prilog poznavanju anatomije iglica nekih srodnih borova.
Ein Beitrag zur Kenntnis der Blattanatomie einiger verwandten Kiefernarten.

Dr. Dušan Klepac:

O šumskoj proizvodnji u fakultetskoj šumi Zalesini.
La production dans la forêt Zalesina.

Dr. Milan Anić:

Prirodna nalazišta crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) u Hrvatskom Primorju.
Natural Habitats of Black Pine on Croatian Littoral.

Dr. Milan Anić:

Nalazišta pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na Cresu.
Chestnut Habitats on the Isle Cres.

Ing. Roko Benić:

Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
(Prikaz osnivanja i prve godine rada.)
Demonstration and Research Forests of Faculty of Agriculture and Forestry of Zagreb University. (Report on Foundation and Activities in the First Year.)

UNIVERSITATIS IN ZAGREB
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS
Zagreb, Maksimir - Jugoslavia - Poljoprivredno-šumarski fakultet

Knjiga 9. – Volume 9. (P. 1-366) dodaj:

Dr. Milenko Plavšić:

O određivanju žumske takse (cijene drveta na panju).
Détermination de la »taxe forestière«.

Prof. Dr. A. Levaković:

O analitičkom izražavanju sastojinske strukture.
Structure des peuplements – sa description analytique.

IZDAVAČKI ZAVOD JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE, TISKARA - ZAGREB