

BILTEN



S a d r Ź a j .

str.

Božidar Petrić i Velimir Šćukanec

IDENTIFIKACIJA LIGNOCELULOZNOG MA-

TERIJALA PLOČA IVERICA I VLAKNATICA ... 1-19

Marijan Brežnjak, Djordje Butković,

Vladimir Herak

RACIONALNA PILANSKA PRERADA NISKO-

KVALITETNE OBLOVINE - P r e r a d a

t a n k e o b l o v i n e b u-

k v e20-38

R e d a k t o r i :

Prof.dr Stanislav Badjun

doc.dr Boris Ljuljka

doc.dr Mladen Figurić

asis.ing. Vladimir Herak

T e h . u r e d n i k

Zlatko Bihar

Dr B. Petrić i mr V. Šćukanec
Zagreb, Sumarski fakultet.

IDENTIFIKACIJA LIGNOCELULOZNOG MATERIJALA PLOČA IVERICA I VLAKNATICA

Danas postoji čitav niz raznih tipova ploča iverica i vlaknatica koje su našle primjenu u mnogim granama industrije, te se sve više upotrebljavaju i traže. Zbog toga proizvodnja takovih ploča u čitavom svijetu iz dana u dan sve više raste

Porast proizvodnje ploča iverica i vlaknatica neminovno povlaći za sobom sve veću potrebu za osnovnom sirovinom tj. lignoceluloznim materijalom. Kako je drvo danas još uvijek glavni izvor osnovne sirovine, uvađaju se nove vrste drva za njihovu proizvodnju.

Svrha je ovog rada da za stručnjake, koji se bave pločama ivericama i vlaknaticama, pruži ključ za identifikaciju vrste drva iz kojeg su takove ploče izgrađene.

Ključ može poslužiti u iste svrhe i stručnjacima koji se bave proizvodnjom papira.

UVOD

Iverica je ploča proizvedena iz malih komadića drva-iverja, ili bilo kojeg drugog ligno-celuloznog materijala, međusobno sljepljenih umjetnim smolama, uz djelovanje topline, pritiska, vlage i katalizatora.

Za vrijeme proizvodnje iverici se mogu dodati i ostale primjese koje ploči povećavaju otpornost na vlagu, visoku temperaturu, napad gljiva izazivača truleži, napad insekata itd.

Prema savjetovanju FAO, 1957. u Ženevi prihvaćena je slijedeća podjela iverica prema njihovoj težini:

| IVERICA | VOLUMNA TEŽINA (g/cm ³) |
|---------------------|--|
| Laka ili izolaciona | 0,25 - 0,40 |
| Srednje teška | 0,40 - 0,80 |
| Teška ili tvrda | 0,80 - 1,20 |

Prema JUS-u D.C.5.030, 1972.godina, imamo slijedeću podjelu:

| IVERICA | VOLUMNA MASA (kg/m ³) |
|----------|--------------------------------------|
| Lake | do 500 |
| Normalne | 500 do 750 |
| Teške | preko 750 |

Lake ili izolaciona ploče upotrebljavaju se za izolaciju topline i zvuka, tamo gdje nije potrebna veća čvrstoća ploča.

Srednje teške ili normalne iverice se upotrebljavaju u proizvodnji namještaja, za oblaganje zidova i stupova, izradu vrata, podova, krovova itd.

Teške ili tvrde iverice upotrebljavaju se u iste svrhe kao i tvrde vlaknaticе, tamo gdje se traži veća čvrstoća držanja čavala i vijaka.

Vlaknatica je, kao što samo ime govori, ploča proizvedena iz vlakanaca drva, snopića vlakanaca drva ili bilo kojeg drugog lignoceluloznog materijala, međusobno vezanih isprepletenošću i adhezivnim osobinama samih vlakanaca.

Da bi se znatno poboljšala prirodna vezna čvrstoća mogu se vlakancima dodavati ljepila.

Za vrijeme ili nakon proizvodnje i ploči vlaknatici se dodaju razne primjese koje joj poboljšavaju otpornost na vlagu, visoku temperaturu, napad gljiva izazivača truleži, napad insekata itd.

Prema savjetovanju FAO, 1957. u Ženevi prihvaćena je sljedeća podjela vlaknatica:

| VLAKNATICA | VOLUMNA TEŽINA (g/cm ³) |
|----------------------|--|
| Neprešana: | |
| polukruta izolaciona | 0,02 - 0,15 |
| kruta izolaciona | 0,15 - 0,40 |
| Prešana: | |
| polutvrda | 0,40 - 0,80 |
| tvrda | 0,80 - 1,20 |
| naročito tvrda | 1,20 - 1,45 |

Prema JUSU-u D.C.5.022, 1957.godina, imamo sljedeću podjelu:

| VLAKNATICA | VOLUMNA MASA (kg/m ³) |
|----------------------|--------------------------------------|
| Ekstra tvrde | najmanje 950 |
| Tvrde | najmanje 850 |
| Polutvrde | najmanje 600 |
| Izolacione (porozne) | najviše 300 |

Polukruta izolaciona ploča upotrebljava se za izolaciju. Može se upotrebljavati i tamo gdje su potrebna savijanja oko krivina i tamo gdje treba da podnosi znatne vibracije.

Kruta izolaciona ploča upotrebljava se za izolaciju topli-
ne i zvuka, za postizavanje akustičnosti, za oblaganje zidova u
stanovima, za oblaganje vanjskih zidova tamo gdje treba biti ot-
porna na vlagu.

Polutvrda ploča se upotrebljava u proizvodnji namještaja,
oblaganje zidova, oblaganje u raznim prometima, proizvodnji
vrata, kao i u druge svrhe gdje je u upotrebi šperovana ploča.

Tvrda ploča se upotrebljava u iste svrhe kao i polutvrda.

Naročito tvrde ploče upotrebljavaju se za izradu šablona,
raznih razvodnih ploča i u druge svrhe.

Drvo, kao osnovna sirovina, dolazi u proizvodnju u raznim oblicima. To su uglavnom otpatci iz prerade drva, šumski otpatci, proredni materijal, drvo koje se ne koristi za celulozu, gorivo, građu itd.

Prema podacima FAO danas se za proizvodnju ploča iverica i vlaknatica upotrebljavaju vrste drva prikazane u tabeli 1.

Vrste drva za proizvodnju ploča iverica i vlaknatica

Tabela br. 1

| BOTANIČKO IME | GEOGRAFSKO PODRUČJE |
|------------------------------|--------------------------|
| Abies alba, Mill. | Evropa |
| " balsamea, Mill | Sjeverna Amerika |
| " concolor, Engelm. | Sjeverna Amerika |
| Chamaecyparis spp., Spach. | Daleki istok |
| Cryptomeria spp., D.Don. | Daleki istok |
| Juniperus virginiana, L. | Sjeverna Amerika |
| Picea Abies, Karst. | Evropa |
| " glauca, Voss. | Sjeverna Amerika |
| " mariana, B.S.P. | Sjeverna Amerika |
| " rubens, Sarg. | Sjeverna Amerika |
| " sitchensis, Carr. | Evropa, Sjeverna Amerika |
| Pinus Banksiana, Lamb. | Sjeverna Amerika |
| " contorta, Lord. | Sjeverna Amerika |
| " densiflora, Sieb. et Zucc. | Daleki istok |
| " echinata, Mill. | Sjeverna Amerika |
| " elliotii, Engelm. | Sjeverna Amerika |
| " palustris, Mill. | Sjeverna Amerika |
| " patula, Schlech. et Cham. | Afrika |
| " Pinaster, Ait. | Afrika, Evropa |
| " Pinea, L. | Evropa |
| " ponderosa, Dougl. | Sjeverna Amerika |
| " radiata, Don. | Afrika, Oceania |
| " resinosa, Ait. | Sjeverna Amerika |
| " strobilus, L. | Sjeverna Amerika |
| " sylvestris, L. | Evropa |
| " Taeda, L. | Sjeverna Amerika |
| Pseudotsuga spp., Carr. | Evropa, Sjeverna Amerika |
| Sequoia sempervirens, Endl. | Sjeverna Amerika |
| Thuja plicata, Lamb. | Sjeverna Amerika |
| Tsuga heterophylla, Sarg. | Sjeverna Amerika |
| Acacia mollissima, Willd. | Afrika |
| Alnus incana, Moench | Evropa |
| Aucoumea klaineana, Pierre | Bliski istok |
| Betula alba, Linn. | Evropa |
| " alleghaniensis, Britt. | Sjeverna Amerika |
| " lenta, L. | Sjeverna Amerika |

| | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Betula papyrifera, Marsh. | Sjeverna Amerika |
| " platiphylla var. japonica | Daleki istok |
| " pubescens, Ehrh. | Evropa |
| " varrucosa, Ehrh. | Evropa |
| Castanea sativa, Mill. | Evropa |
| Eucalyptus eugenioides, Sieb. | Oceania |
| " gigantea, Hook f. | Oceania |
| " globulus, Labil. | Latinska Amerika |
| " corymbosa, Sm. | |
| (sin. E. Gumifera, Hochr.) | Oceania |
| " maculata, Hook. | Oceania |
| " obliqua, L'Herit. | Oceania |
| " ovata, Labill. | Oceania |
| " pilularis, Sm. | Oceania |
| " resinifera, Sm. | Oceania |
| " rostrata, Schlecht. | Bliski istok, Lat. Amerika |
| " saligna, Sm. | Latinska Amerika, Afrika |
| Fagus crenata, Bl. | Daleki istok |
| " grandifolia, Ehrh. | Sjeverna Amerika |
| " sylvatica, L. | Evropa |
| Liquidambar styraciflua, L. | Sjeverna Amerika |
| Liriodendron tulipifera, L. | Sjeverna Amerika |
| Nothofagus cunninghamii, Oerst. | Oceania |
| Pentacma spp., A.DC. | Daleki istok |
| Populus alba, L. | Evropa |
| " grandidentata, Michx. | Sjeverna Amerika |
| " nigra, L. | Evropa |
| " tremula, L. | Evropa |
| " tremuloides, Michx. | Sjeverna Amerika |
| Quercus robur, L. | Evropa, Bliski istok |
| " rubra, L. | Sjeverna Amerika |
| Salix alba, L. | Evropa |
| " nigra, Marsh. | Sjeverna Amerika |
| Shorea spp., Roxb. | Daleki istok |
| Tabebuia cassinoides | Latinska Amerika |
| " obtusifolia | Latinska Amerika |
| Tilia americana, L. | Sjeverna Amerika |
| " heterophylla, Vent. | Sjeverna Amerika |

Napominje se da navedena geografska područja ne označavaju prirodni areal vrste drva, već označuju područje u kojem se iz navedenih vrsta drva proizvode iveraste odnosno vlaknaste ploče.

Osim u tabeli spomenutih vrsta, laboratorijski se ispituju ili se već upotrebljavaju najnovije vrste drva.

U Latinskoj Americi: Eschweilera spp., Bowdichia spp., Crudie spp. Schreb., Ceiba spp. Plim et Mill., Ochroma spp. Swartz, Cespedesia spp. Goudot, Casuarina spp. Forst., Hura crepitans L., Sima-

aruba spp. Aubl., Protium spp. Burm., Hymenea spp. L. i Araucaria spp. Juss.

U Africi: Triplochiton scleroxylon K. Schum., Terminalia superba Engl. et Diels, i Mimusops heckelii Hutch. et Dalz.

Na dalekom istoku: Dipterocarpus spp. Gaertn, Tectona grandis L., Torreya spp. Arn. i Cephalotaxus spp. Sieb. et Zucc.

U oceaniji: Pentacme contorta Merr. et Rolfe, Shorea spp. Roxb., Angophora spp. Cav., Melaleuca spp. Linn., Agathis spp. Salisb. i Araucaria spp. Juss.

ZADATAK RADA

Porastom proizvodnje iverastih i vlaknastih ploča danas se sve više uvađaju nove vrste drva za njihovu proizvodnju. Poznato je da vrsta drva iz kojih se izgrađuje ploča, uz ostale faktore proizvodnje, utječe na njihovu kvalitetu (5,6).

U vezi s time zadatak je ovog rada da za stručnjake, koji se bave iverastim i vlaknastim pločama izradi i pruži ključ za identifikaciju vrste drva iz kojeg su takove ploče izgrađene.

MATERIJAL ZA ISPITIVANJE

Materijal za ova ispitivanja potječe iz ksiloteke Katedre za anatomiju i zaštitu drva Sumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Uzorci domaćih i kod nas kultiviranih vrsta drva ove ksiloteke izrađeni su iz zrelog dijela debla, čija je botanička pripadnost potpuno određena. Uzorci stranih vrsta drva dobiveni su zamjenom uzoraka domaćih vrsta ove Katedre sa sličnim institucijama širom cijelog svijeta (8).

METODIKA RADA

Iz uzoraka spomenute ksiloteke izvađeni su komadići drva koji su isječeni u sitno iverje. Iverje je potom stavljeno u epruve-

te i macerirano Franklinovim reagensom (3), tj. 30% vodikovim superoksidom (H_2O_2) i anhidridom octene kiseline (CH_3COOH), u omjeru 1:1. Maceracija je vršena u termostatu pri temperaturi od $65 \pm 2^\circ C$, u trajanju od 24^h . Nakon maceracije probe su isprane 3-4 puta destiliranom vodom, a zatim potresanjem epruvete razvlaknjene. Iz svake je probe izrađeno po 2 preparata maceriranog materijala uklopljenog u glicerin-želatinu, pripremljenu po Keiseru (1).

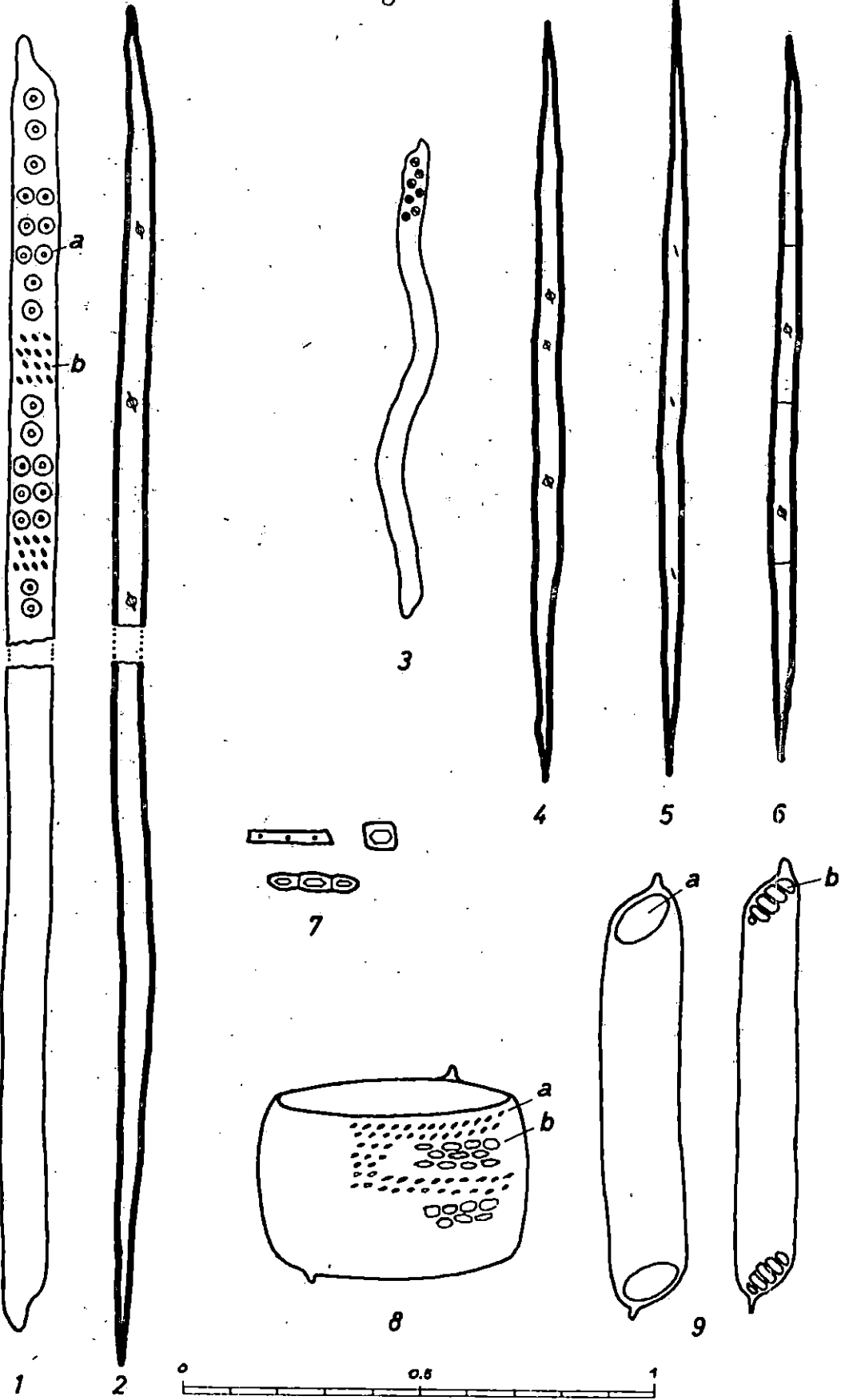
Mikroskopiranjem preparata ispitane su mikroskopske karakteristike pojedinih elemenata građe drva. Budući da se ovdje radi o dezintegriranom drvu, mogućnost izbora mikroskopskih karakteristika za izradu ključa daleko je manja od izbora mikroskopskih karakteristika za identifikaciju punog drva. Povrh toga, neke su mikroskopske karakteristike zbog svoje teške uočljivosti ispuštene, a odabrane su samo one koje, se u maceriranom materijalu mogu lako i dobro uočiti. Te su karakteristike opisane u daljnjem tekstu.

T r a h e i d a č e t i n j a č a - Veoma produljeno vlakance drva četinjača ušiljenih krajeva i ograđenih jažica, najčešće se dobro razvijenim torusom. U umjerenom geografskom pojasu, gdje se vegetacijske periode ritmički ponavljaju traheide se kod većine četinjača unutar goda znatno razlikuju. Početkom vegetacijske periode, tj. u ranom drvu karakteristične su traheide tankih membrana, širokih lumena i velikog broja pravilnih okruglih jažica. Pred kraj vegetacijske periode, tj. u kasnom drvu karakteristične su traheide debelih membrana, uskih lumena i malog broja sitnijih jažica (sl.1.1; 1.2). Duljina traheida četinjača u prosjeku iznosi 3-5 mm (7,9), a promjer 15-80 μm . (4,7).

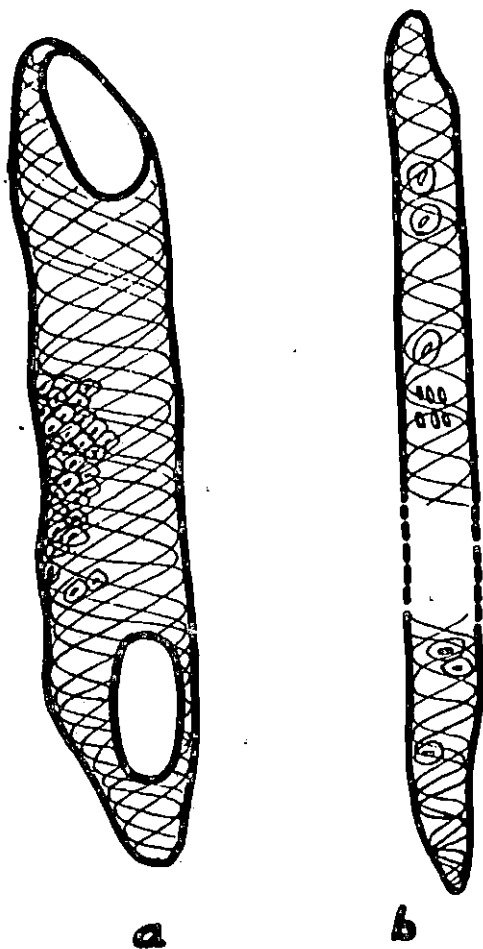
Traheida sa spiralnim zadebljanjima - Traheida sa zadebljanjima unutarnjeg podsloja sekundarnog sloja membrane, koja se uvijaju u promjenjivim razmacima i različitim kutevima oko dulje osi stanice (sl.2b).

Jažice polja ukrštavanja - Jažice koje su se razvile na dorirnim membranama traheida i parenhima drvnih trakova (sl. 1.1b). Kod traheida ranog drva po obliku, veličini i obliku porusa razlikujemo 5 tipova:

Piceoidne - Malene okrugle jažice s uskim pukotinastim otvorom, koji često prelazi vanjski rub nadsvođe-



Sl. 1



Sl.2

nja jažice (sl.3c).

Kupresoidne - Malene okrugle jažice s jajoliko-eliptičnim uključenim porusom. Kraća os elipse porusa nešto manja je od sume bočnih razmaka između porusa i vanjskog ruba nadsvođenja jažice (sl.3a).

Taksodiodne - Okrugle jažice s jajoliko-eliptičnim uključenim porusom. Kraća os elipse porusa veća je od sume bočnih razmaka između porusa i vanjskog ruba nadsvođenja jažice (sl.3b)

Pinoidne - Veće jažice, kružnog, eliptičnog ili nepravilnog oblika s uskim, slabo izraženim nadsvođenjem (sl.3d).

Fenestriformne - Velike jažice rombičnog ili eliptičnog oblika s uskim, veoma slabo izraženim nadsvođenjem (sl. 3e).

Intervaskularne jažice - Pravilne ograđene jažice najčešće sa torusom, koje su se razvile između susjednih traheida (sl. 1.1a). Kod traheida ranog drva razlikujemo slijedeći raspored intervaskularnih jažica:

- Pojedinačne - Jažice raspoređene samo u jednom nizu
- Višeredne nasuprotnog rasporeda - Dvije ili više jažica u poprečnim nizovima (sl.4a).
- Višeredne naizmjeničnog rasporeda - Dvije ili više jažica u kosim nizovima (sl.4b).

Članak traheje - Stanica bačvastog ili cijevastog oblika sa potpuno ili djelomično perforiranom završnom membranom, promjera 0,05-0,5 mm (9) i duljine 0,2-1,3 mm (7,9). Članci traheja karakteristika su samo drva listača (sl.1.8; 1.9).

Članak traheje sa spiralnim odebljanjima - Članak traheje sa zadebljanjima unutarnjeg podsloja sekundarnog sloja membrane, koja se uvijaju u promjenjivim razmacima i različitim kutevima oko osi stanice (sl.2a).

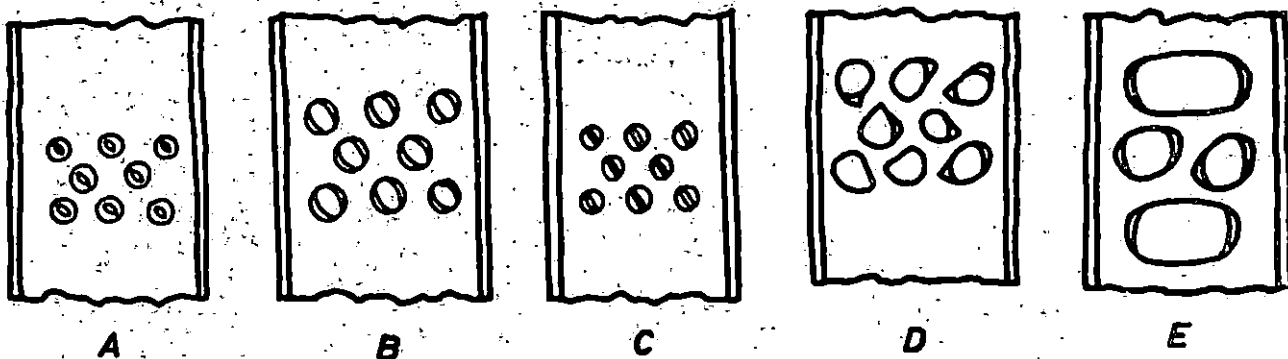
Perforacija članka traheje potpuna - Završna membrana članka traheje sa jednim velikim, manje više okruglim otvorom (sl.1.9a).

Perforacija članka traheje skalariformna - Završna membrana članka traheje sa više produljenih i međusobno paralelnih otvora. Preostaci završne membrane između otvora zovu se pregrade (sl.1.9.b).

Intervaskularne jažice - Ograđene jažice kružnog eliptičnog pukotinastog ili poligonalnog oblika bez torusa, koje su se razvile između susjednih članaka traheja (sl.1.8a).

Intervaskularne jažice malene - Jažice promjera do 3 μ m.

Intervaskularne jažice skalariformne - Produljene ili pukotinaste jažice raspoređene u poprečne nizove (sl.4g).



Sl. 3

Intervaskularne jažice bradavičaste - Ograđene jažice sa jažičnom šupljinom potpuno ili djelomično pokrivenom bradavičastim izraslinama sekundarnog sloja membrane (sl.4h).

Razlikujemo slijedeći raspored intervaskularnih jažica:

Nasuprotnne - Jažice raspoređene u poprečnim nizovima (sl.4e,f).

Naizmjenične - Jažice raspoređene u kosim nizovima (sl.4c, d).

Jažice trak - traheja - Jažice koje su se razvile na dodirnim membranama članaka traheja i parenhima drvnih trakova (sl.1.8 b).

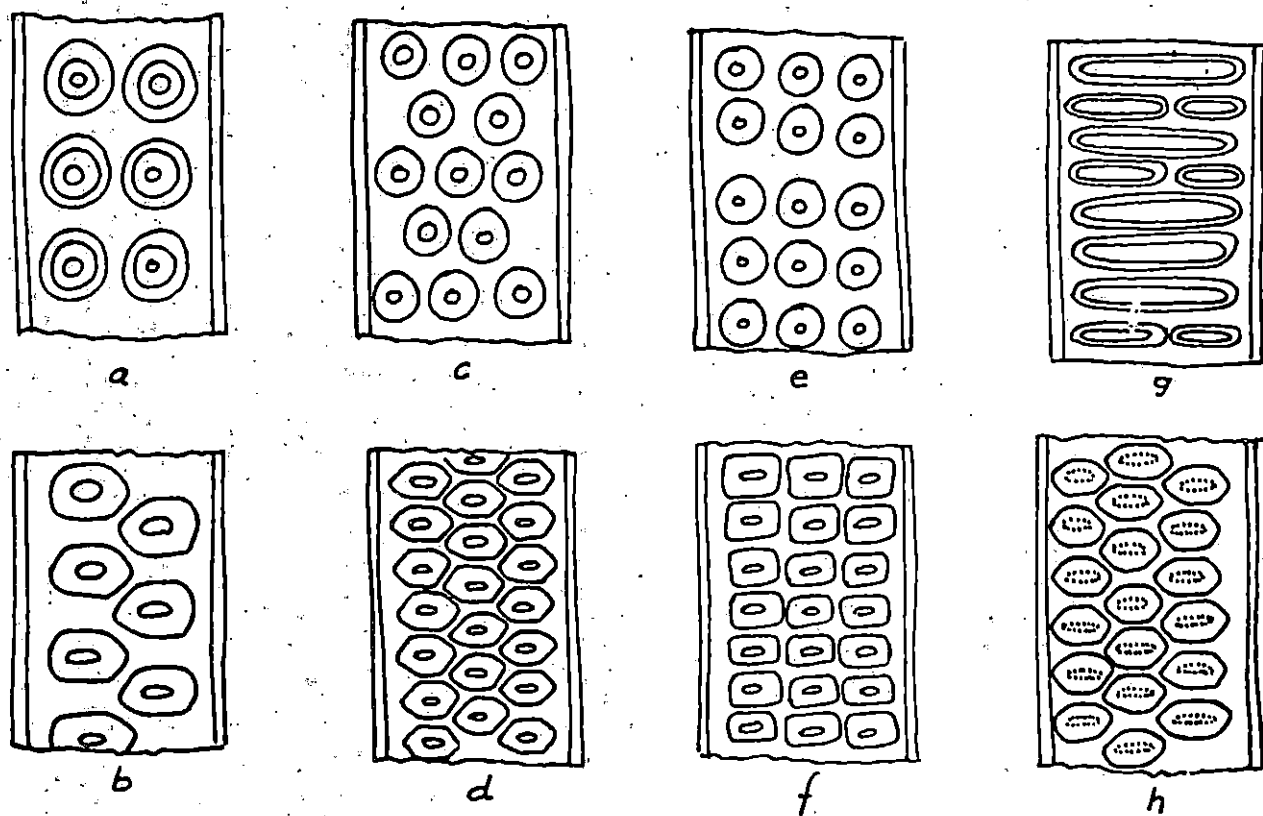
Po obliku i veličini razlikujemo slijedeće tipove:

Malene - Jažice slične po obliku i veličini intervaskularnim jažicama, u promjeru nikad veće od 10 μm .

Krupne - Jažice promjera većeg od 10 μm , ovalnog ili pukotinastog oblika (sl.1.8b).

Stanice parenhima - Manje više izodiometrične stanice, dužine od 0,1-0,22 mm, a širine od 0,01 do 0,05 mm. Zajednička im je karakteristika jednostavne jažice (9,7).

Stanice parenhima sa kristalima - Kod pojedinih vrsta drva parenhimske stanice sadrže jedan ili više kristala rombičnog oblika. Parenhimske stanice sa kristalima mogu biti podjeljene pregradama (sl.1.7.).



Sl. 4

Drveno vlakance listača - Uske ušiljene prozemhimske stanice drva listača, dužine 0,5 do 2,5 mm, a promjera 10 do 50 μm (7,9). Postoji nekoliko tipova vlakancaca drva listača, to su libriform - vlakance s malobrojnim pukotinastim jažicama (sl.1.5).

vlaknasta traheida - vlakance sa malobrojnim ograđenim jažicama produljenog, eliptičnog ili pukotinastog porusa (sl. 1.4); vazi-centrična traheida - kratka traheida nepravilnog oblika sa ograđenim jažicama eliptičnog uključenog porusa (sl.1.3.).

Drvano vlakance pretinjeno - Vlakance sa tankim membranama popreko lumena (sl. 1.6).

Vlakance debelostjeno - Vlakance sa promjerom lumena manjim od polovine debljine membrane.

Da bi se moglo pristupiti identifikaciji lignoceluloznog materijala ploča iverica i vlaknatica, iz ploča se izvade uzorci i izrežu u sitno iverje. Ispitivanjem se pokazalo da je daljnji postupak maceracije i izrade preparata identičan predhodno opisanom postupku za puno drvo.

Treba naglasiti da se čitave ploče ili njihovi pojedini slojevi mogu formirati iz raznih vrsta drva ili iz mješavine nekoliko vrsta drva. U vezi s time potrebno je pripremiti mikroskopske preparate iz svakog pojedinog sloja i determinirati ih zasebno.

REZULTATI RADA

Rezultati ispitivanja odabranih mikroskopskih karakteristika pojedinih elemenata građe drva prikazani su u tabelama 2 i 3.

Svaka utvrđena stalna karakteristika ispitanih vrsta drva označena je u tabelama križićem. Karakteristika, koja se često pojavi u određenoj vrsti drva, a nije stalna, označena je u tabeli horizontalnom crticom.

Na osnovu istraženih mikroskopskih karakteristika izrađen je dvoulazni ključ za identifikaciju lignoceluloznog materijala ispitanih vrsta drva. Pri izradi ključa vodilo se računa da se na prvo mjesto uvrste najuočljivije, najstabilnije i najmjerodavnije karakteristike. Redosljed ostalih karakteristika raspoređen je prema njihovoj uočljivosti i stabilnosti.

Budući da se u ključu nalazi po nekoliko vrsta drva u istoj skupini, obzirom da su im mikroskopske karakteristike identične,

opaske u tabelama 2 i 3 kao i porjeklo ploča, navedeno u tabeli 1 mogu poslužiti daljnjem razgraničavanju.

Brojevi u ključu na kraju teksta svakog ulaza - desna kolona, upućuje na broj, koji se nalazi na početku slijedećeg ulaza - lijeva kolona. Ključ je prikazan na kraju ove radnje.

L I T E R A T U R A

1. Chamberlain, C.J.: "Methods in plant histology" - Chicago, 1925.
2. FAO: "Fibreboard and particle board" - FAO, 1958.
3. Franklin, G.L.: "Preparation of thin Sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood" - Nature, 51, p.155, 1945.
4. Jane, F.W.: "The Structure of Wood" - A. and C.Black, London, 1956.
5. Kollmann, F.: "Holzspanwerkstoffe" - Springer Vlg., Berlin, 1966.
6. Lampert, H. : "Faserplatten" - VEB Vlg., Leipzig, 1966.
7. Panshin, A.J., DeZeeuw, C., and Brown, H.P.: "Textbook of Wood Technology" - Vol. 1, McGraw - Hill Book Co., New York, 1964.
8. Stern, W.L.: "Index xylariorum - Institutional wood Collections of the world" - Regnum Vegetabile, Vol. 49, Utrecht, 1967.
9. Špoljarić, Z., Petrić, B. i Šćukanec, V.: "Višejezični rječnik stručnih izraza u anatomiji drva" - Posl. udruž. šum. priv. organ., Zagreb, 1969.
- Helenburg, R. und Mayer-Wegelin, H.: "Das Holz als Rohstoff" - C. Hanser Vlg., München, 1956.

KLJUČ ZA MIKROSKOPSKU IDENTIFIKACIJU

- Traheide sa krupnim ogradenim jažicama, ponajčešće sa dobro razvijenim torusom..... I
- Članci traheja; drvena vlakanca sa malenim pukotinastim ili ogradenim jažicama..... II

I. ČETINJAČE:

1. Traheide sa spiralnim zadebljanima:
 - Duglazija (*Pseudotsuga* spp. Carr.)
 - Patisa (*Cephalotaxus*, spp. Sieb. et Zucc.
 - Toreja (*Torreya* spp. Arn.
1. Traheide bez spiralnih zadebljanja..... 2
2. Jažice polja ukrštavanja fenestriformne:
 - Američki crveni bor (*Pinus resinosa*, Ait.)
 - Japanski crveni bor (*Pinus densiflora*, Sieb. et Zucc.
 - Obični bor (*Pinus sylvestris*, L.)
 - Vajmutovac (*Pinus strobus*, L.)
2. Jažice polja ukrštavanja pinoide..... 3
2. Jažice polja ukrštavanja piceoidne, kupresoidne ili taksodioidne 4
3. Traheide ranog drva sa višerednim intercaskularnim jažicama nasuprotnog rasporeda:
 - Banksov bor (*Pinus Banksiana*, Lamb.)
 - Dugoigličavi bor (*Pinus palustris*, Mill.)
 - Japanski bijeli bor (*Pinus patula*, Schlecht et Cham.)
 - Kalifornijski bor (*Pinus radiata*, D. Don.)
 - Karibski bor (*Pinus elliotii*, Engelm.)
 - Smrčoliki bor (*Pinus echinata*, Mill.)
 - Teda bor (*Pinus Taeda*, L.)
 - Žuti bor (*Pinus ponderosa*, Dougl.)
3. Traheide ranog drva sa pojedinačnim intervaskularnim jažicama:
 - Banksov bor (*Pinus Banksiana*, Lamb.)
 - Japanski bijeli bor (*Pinus patula*, Schlecht et Cham.)
 - Kalifornijski bor (*Pinus radiata*, D. Don.)
 - Pinija (*Pinus pinea*, L.)
 - Primorski bor (*Pinus Pinaster*, Ait.)
 - Usukani bor (*Pinus contorta*, Loud.)
 - Žuti bor (*Pinus ponderosa*, Dougl.)
4. Traheide ranog drva sa višerednim intervaskularnim jažicama nasuprotnog rasporeda:
 - Obalna sekvoja (*Sequoia sempervirens*, Endl.)
 - Obična jela (*Abies alba*, Mill.)
 - Obična balzamasta jela (*Abies balsamea*, Mill.)
 - Golema tuja *Thuja plicata*, D. Don.
 - Zapadnoamerička čuga (*Tsuga heterophylla*, Sarg.)

4. Traheide ranog drva sa višerednim intervaskularnim jažicama naizmjeničnog rasporeda:

Agatis (Agathis spp. Salisb.)
Araukarija (Araucaria spp. Juss.)

4. Traheide ranog drva sa pojedinačnim intervaskularnim jažicama u jednom nizu:

Bijela kanadska smrča (Picea glauca, Voss.)
Crvena smrča (Picea rubens, Sarg.)
Koloradska jela (Abies concolor, Engelm.)
Kriptomerija (Cryptomeria spp. D. Don.)
Mrka smrča (Picea mariana, B.S.P.)
Obična smrča (Picea Abies, Karst.)
Pačempres (Chamaecyparis spp. Spach.)
Sitkanska smrča (Picea sitchensis, Carr.)
Virginijska borovica (Juniperus virginiana, L.)

II LISTAČE:

5. Članak traheje sa spiralnim zadebljanjima..... 6
5. Članak traheje bez spiralnih zadebljanja..... 7
6. Perforacija članka traheje skalariformna:
Američki likvidambar (Liquidambar styraciflua, L.)
6. Perforacija članka traheje potpuna: Lipa (Tilia spp. L.)
7. Perforacija članka traheje potpuna..... 10
7. Perforacija članka traheje skalariformna..... 8
8. Perforacija članka traheje sa više od 20 pregrada:
Joha (Alnus spp. Gaertn.)
Američki likvidambar (Liquidambar Styraciflua, L.)
8. Perforacija članka traheje sa manje od 20 pregrada..... 9
9. Intervaskularne jažice članka traheje malene:
Breza (Betula spp. L.)
9. Intervaskularne jažice članka traheje nasuprotne ili skalariformne:
Bukva (Fagus spp. L.)
Tasmanijski notofag (Nothofagus Cunninghamii, Oerst.)
Tulipanovac (Liriodendron tulipifera, L.)
10. Intervaskularne jažice članka traheje nasuprotne:
Bukva (Fagus spp. L.)
Tasmanijski notofag (Nothofagus Cunninghamii, Oerst.)
10. Intervaskularne jažice članka traheje malene:
Kazuarina (Casuarina spp. Forst.)
10. Intervaskularne jažice članka traheje naizmjenične..... 11
11. Jažice trak - Traheja malene..... 12
11. Jažice trak - Traheja krupne..... 13

12. Rombični kristali u stanicama parenhima:
Australaska crna akacija (*Acacia mollissima*, Willd.)
Sapupira, Sucupira (*Bowdichia* spp. Engl.)
Ipe (*Tabebuia cassinoides*, DC.)
Tamanqueira (*Tabebuia obtusifolia*, Bur.)
Afara, Frake, Limba (*Terminalia superba*, Engl. et Diels.)
Tik (*Tectona grandis*, L.)
13. Rombični kristali u stanicama parenhima:
Ceiba, Fromager, Fuma (*Ceiba* spp. Plum. et Mill.)
Eukalipt (*Eucaliptus* spp. L'Her.)
Assacu, Hura, Possentrie (*Hura crepitans*, L.)
Bijeli lauan (*Pentacme* spp. A. DC.)
Copal, Kurokai, Protium (*Protium* spp. Burm.)
Hrast (*Quercus* spp. L.)
Lauan, Meranti, Seraya (*Shorea*, spp. Roxb.)
13. Stanice parenhima bez kristala:
Gabun, Okume (*Aucoumea klaineana*, Pierre.)
Evropski pitomi kesten (*Castanea sativa*, Mill.)
Apitong, Eng, Gurjun, Keruing,
Yang (*Dipterocarpus* spp. Gaertn.)
Eukalipt (*Eucaliptus* spp. L'Her.)
Makore, Baku (*Mimusops heckelii*, Hutch. et Dalz.)
Balsá (*Ochroma* spp. Swartz.)
Topola (*Populus* spp. L.)
Vrba (*Salix* spp. L.)

Tabela 2

| V r s t a | Traheide četinjača | | | | | | | O p a s k a |
|---|----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------|--------|------------------------|-----------------------|--|
| | Sa spiralnim zadebljanjima | Bez spiralnih zadebljanja | Jažice polja ukrštavanja | | | Intervaskularne jažice | | |
| | | | Penetri-formne | Pinoidne | Ostale | U jednom nizu | u 2 niza | |
| | | | | | | Nasuprotni raspored | Naizmjenični raspored | |
| Obična jela (<i>Abies alba</i> , Mill.) | | + | | | | + | | Kristali kalcijevog oksalata često u stanicama parenhima |
| Obična balzamasta jela (<i>Abies balsamea</i> , Mill.) | | + | | | | + | | " " " |
| Koloradska jela (<i>Abies concolor</i> , Engelm.) | | + | | | | + | | " " " |
| Agatis (<i>Agathis</i> spp, Salisb.) | | + | | | | | + | " " " |
| Araukarija (<i>Araucaria</i> spp, Juss.) | | + | | | | | | |
| Patisa (<i>Cephalotaxus</i> , spp. Sieb. et Zucc.) | + | + | | | | | | |
| Pačempres (<i>Chamaecyparis</i> spp. Spach.) | | + | | | | | | |
| Kriptomeria spp. D. Don.) | | + | | | | | | |
| Virginijska borovica (<i>Juniperus virginiana</i> , L.) | | + | | | | | | |
| Obična smrča (<i>Picea Abies</i> , Karst.) | | + | | | | | | Spiralna odebljanja moguća u traheidama kasnog drva |
| Bijela kanadska smrča (<i>Picea glauca</i> , Voss.) | | + | | | | | | " " " |
| Mrka smrča (<i>Picea mariana</i> , B.S.P.) | | + | | | | | | " " " |
| Crvena smrča (<i>Picea rubens</i> , Sarg.) | | + | | | | | | " " " |
| Sitkanska smrča (<i>Picea sitchensis</i> , Carr.) | | + | | | | | | " " " |
| Banksov bor (<i>Pinus Banksiana</i> , Lamb.) | | + | | | | | | Traheide trakova nazubljene |
| Usukani bor (<i>Pinus contorta</i> , Loud.) | | + | | | | | | " " " |
| Japanski crveni bor (<i>Pinus densiflora</i> , Sieb. et Zucc.) | | + | + | | | | | " " " |
| Smrčoliki bor (<i>Pinus echinata</i> , Mill.) | | + | | | | | | " " " |
| Karibski bor (<i>Pinus elliotii</i> , Engelm.) | | + | | | | + | | " " " |
| Dugoigličavi bor (<i>Pinus palustris</i> , Mill.) | | + | | | | + | | " " " |
| Japanski bijeli bor (<i>Pinus patula</i> , Schlech et Cham.) | | + | | | | + | | " " " |
| Primorski bor (<i>Pinus Pinaster</i> , Ait.) | | + | | | | + | | " " " |
| Pinijska (<i>Pinus pinea</i> , L.) | | + | | | | + | | Traheide trakova nazubljene |
| Žuti bor (<i>Pinus ponderosa</i> , Dougl.) | | + | | | | + | | " " " |
| Kalifornijski bor (<i>Pinus radiata</i> , D. Don.) | | + | | | | + | | " " " |
| Američki crveni bor (<i>Pinus resinosa</i> , Ait.) | | + | + | | | + | | " " " |
| Vajmutovac (<i>Pinus strobus</i> , L.) | | + | + | | | + | | Traheide trakova nazubljene |
| Obični bor (<i>Pinus sylvestris</i> , L.) | | + | + | | | + | | " " " |
| Teda bor (<i>Pinus Taeda</i> , L.) | | + | | | | + | | " " " |
| Duglazija (<i>Pseudotsuga</i> spp. Carr.) | + | + | | | | + | | " " " |
| Obalna sekvoja (<i>Sequoia sempervirens</i> , Endl.) | | + | | | | + | | " " " |
| Golema tuja (<i>Thuja plicata</i> , D. Don.) | | + | | | | + | | " " " |
| Toreja (<i>Torreya</i> spp. Arn.) | + | + | | | | + | | " " " |
| Zapadnoamerička čuga (<i>Tsuga heterophylla</i> , Sarg.) | | + | | | | + | | " " " |

Napomena: C = Kupresoidne; P = Piceoidne; T = Taksodioidne

Tabela 3

| Vrsta drva | Članak traheje | | | | | | | | | | | Opaska | | |
|--|---------------------------|---------|------------------------------|-------------|------------------------|--------|------------|--------------------|---------------|--------------------|----------------------------|--------|--|--------|
| | Sa spiralnim zaobljenjima | Potpuna | Perforacija završne membrane | | Intervaskularne jažice | | | Jažice traktraheja | | | Drvena vlakanca pretinjena | | Stanice parenhima sa kristalima | |
| | | | Skalariformna | 20 pregrada | 20 pregrada | Malene | Naeuprotne | Naizmjenične | Krupne ovalne | Krupne pukotinaste | | | | Malene |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| Australaska crna akacija (<i>Acacia mollissima</i> , Willd.) | | + | | | | | + | | | | | + | Bradavičaste | |
| Bijela joha (<i>Alnus incana</i> , Moench.) | | | | + | | + | | | | | | | | |
| Okume, Gabun (<i>Aucoumea klaineana</i> , Pierre) | | + | | | | | + | | + | | + | | | |
| Žuta breza (<i>Betula alleghaniensis</i> , Britt.) | | | | + | + | | | | | | | | | |
| Grabolišna breza (<i>Betula lenta</i> , L.) | | | | + | + | | | | | | | | | |
| Bijela breza (<i>Betula papyrifera</i> , Marsh.) | | | | + | + | | | | | | | | | |
| Japanska breza (<i>Betula platiphylla</i> var. <i>Japonica</i> , Suk.) | | | | + | + | | | | | | | | | |
| Maljava breza (<i>Betula pubescens</i> , Ehrh.) | | | | + | + | | | | | | | | | |
| Obična breza (<i>Betula verrucosa</i> , Ehrh.) | | | | + | + | | | | | | | | | |
| Sapupira, Sucupira (<i>Bowdichia</i> spp. Engl.) | | + | | | | | + | | | | | | | |
| Evropski pitomi kesten (<i>Castanea sativa</i> , Mill.) | | + | + | | | | + | + | - | | | | Bradavičaste; Vlakanca debelostjena Samo kod cjevastih traheja kas.drva | |
| Kazuarina (<i>Casuarina</i> spp., Forst.) | | + | | | + | | | | | | + | | | |
| Ceiba, Fromager, Fuma (<i>Ceiba</i> spp. Plum. et Mill.) | | + | | | | | + | + | | | | + | | |
| Apitong, Eng, Gurjun, Keruing, Yang (<i>Dipterocarpus</i> spp. Gaertn.) | | + | | | | | + | + | - | | | | Bradavičaste | |
| Bijeli stringybark (<i>Eucalyptus eugenoides</i> , Sieb.) | | + | | | | | + | + | | | | | Bradavičaste | |
| Giganski eukalipt (<i>Eucalyptus gigantea</i> , Hook. f.) | | + | | | | | + | + | | | | | " " | |
| Flavi eukalipt (<i>Eucalyptus globulus</i> , Labill.) | | + | | | | | + | + | | | | | " " | |
| Corymbosa eukalipt (<i>Eucalyptus corymbosa</i> , Sm.) | | + | | | | | + | + | | | | | " " | |
| Pjegavi eukalipt (<i>Eucalyptus maculata</i> , Hook.) | | + | | | | | + | + | | | | + | " " | |
| Mesmate stringybark (<i>Eucalyptus obliqua</i> , L'herit.) | | + | | | | | + | + | | | | | " " | |
| Ovata eukalipt (<i>Eucalyptus ovata</i> , Labill.) | | + | | | | | + | + | | | | | " " | |
| Blackbutt (<i>Eucalyptus pilularis</i> , Sm.) | | + | | | | | + | + | | | | | " " | |
| Resinifera eukalipt (<i>Eucalyptus resinifera</i> , Sm.) | | + | | | | | + | + | | | | | " " | |

nastavak tabele 3.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|-------------------------------------|
| Crveni eukalipt (<i>Eucalyptus rostrata</i> , Schlecht.) | | + | | | | | + | + | | | | | Bradavičaste |
| Saligna eukalipt (<i>Eucalyptus saligna</i> , Sm.) | | + | | | | | + | + | | | | | - " - |
| Američka bukva (<i>Fagus grandifolia</i> , Ehrh.) | - | + | - | | | + | | | + | | | - | Spiralna zadebljanja samo na jezič- |
| Japanska bukva (<i>Fagus crenata</i> , Bl.) | - | + | - | | | + | | | + | | | + | cima članaka traheja |
| Obična bukva (<i>Fagus silvatica</i> , L.) | - | + | - | | | + | | | + | | | | - " - |
| Assacu, Hura, Possentrie (<i>Hura crepitans</i> , L.) | | + | | | | | + | + | | | | + | Velike poligonalne |
| Courbaril, Locust, Simiri (<i>Hymenea</i> spp. L.) | | + | | | | | + | | | + | | + | Bradavičaste |
| Američki likvidambar (<i>Liquidambar styraciflua</i> , L.) | - | | | + | | + | + | + | | | | | Spiralna zadebljanja samo na jezič- |
| Tulipanovac (<i>Liriodendron tulipifera</i> , L.) | | | + | | | + | + | + | | | | | cima članaka traheja. Skalariformne |
| Makorè, Baku (<i>Mimusops heckelii</i> , Hutch. et Dalz.) | | + | | | | | + | - | + | | | | |
| Tasmanijski notofag (<i>Nothofagus Cunninghamii</i> , Oerst.) | | + | - | | | + | | - | + | | | + | |
| Balsa (<i>Ochroma</i> spp. Swartz) | | + | | | | | + | + | - | | | | |
| Bijeli lauan (<i>Pentacme</i> spp. A. DC.) | | + | | | | | + | + | | | | + | Bradavičaste |
| Bijela topola (<i>Populus alba</i> L.) | | + | | | | | + | + | | | | | Krupne poligonalno spljoštene |
| Velikozuba jasika (<i>Populus grandidentata</i> , Michx.) | | + | | | | | + | + | | | | | - " - |
| Crna topola (<i>Populus nigra</i> , L.) | | + | | | | | + | + | | | | | - " - |
| Trepetljika (<i>Populus tremula</i> , L.) | | + | | | | | + | + | | | | | - " - |
| Američka jasika (<i>Populus tremuloides</i> , Michx.) | | + | | | | | + | + | | | | | - " - |
| Copal, Kurokai, protium (<i>Protium</i> spp. Burm.) | | + | | | | | + | + | + | | | | |
| Lužnjak (<i>Quercus robur</i> , L.) | | + | | | | | + | + | + | | | | |
| Crveni hrast (<i>Quercus rubra</i> , L.) | | + | | | | | + | + | + | | | | |
| Bijela vrba (<i>Salix alba</i> , L.) | | + | | | | | + | + | | | | | Krupne poligonalno spljoštene |
| Crna vrba (<i>Salix nigra</i> , Marsh.) | | + | | | | | + | + | | | | | - " - |
| Lauan, Meranti, Seraya (<i>Shorea</i> , spp. Roxb.) | | + | | | | | + | + | | | | + | Bradavičaste |
| Marupa, Simaruba (<i>Simaruba</i> spp. Aubl.) | | + | | | | | | | | + | | + | |
| Ipe (<i>Tabebuia cassinoides</i> , DC.) | | + | | | | | | | | + | | | Vlakanca debelostjena |
| Tamanqueira (<i>Tabebuia obtusifolia</i> , Bur.) | | + | | | | | | | | + | | | - " - |
| Tik (<i>Tectona grandis</i> , L.) | | + | | | | | | | | + | + | | |
| Afara, Frake, Limba (<i>Terminalia superba</i> , Engl. et Diels.) | | + | | | | | | | | + | | + | |
| Američka lipa (<i>Tilia americana</i> , L.) | + | + | | | | | | | | + | | | |
| Raznolisna lipa (<i>Tilia heterophylla</i> , Vent.) | + | + | | | | | | | | + | | | |
| Obeche, Samba, Wawa (<i>Triplôchiton scleroxylon</i> , K. Schum.) | | + | | | | | | | | + | | + | |

M. BREŽNJAK
D. BUTKOVIĆ
V. HERAK

RACIONALNA PILANSKA PRERADA NISKO-
KVALITETNE OBLOVINE- PRERADA TANKE
OBLOVINE BUKVE

- Prvi prethodni izvještaj -

1. PREGOVOR

"Racionalna pilanska prerada niskokvalitetne oblovine" je dugoročni istraživački zadatak (od 1976. do 1980. godine) Zavoda za istraživanja u drvenoj industriji (ZIDI), Šumarskog fakulteta u Zagrebu (Zadatak 6.6.2.2, podprojekt 6.6.2: "Istraživanja na području tehnologije masivnog drva"). Taj je zadatak prošao i recenziju odgovarajućih stručnih udruženja van ZIDI. Jednodušno je zaključeno, da među najaktuelnija pitanja racionalne pilanske prerade niskokvalitetne oblovine listača, spada problem racionalne prerade tanke oblovine. Stoga je oformljena Radna grupa za istraživanja na prednjem zadatku. Autori ovog Izvještaja samo su dio Radne grupe koja je do sada radila na istraživanjima pilanske prerade tanke oblovine. Smatrali smo potrebnim da se neki, posebno za praksu značajniji dosadašnji rezultati istraživanja odmah objave, iako ti rezultati još nisu posve obrađeni prema postavljenoj naučnoj metodici rada. Smatrali smo to potrebnim radi toga, kako bi praksa što prije dobila barem neke orjentacione pokazatelje koji su nužni za bitne, makar i kratkoročnije zahvate u smislu poboljšanja sadašnje tehnike, tehnologije i organizacije rada kod prerade tanke oblovine. Ukoliko se ukaže potreba publicirat ćemo i dalje privremene izvještaje na temelju toka i tempa istraživanja.

2. UVOD

Kao prvo pitanje u istraživanju Racionalne pilanske prerade tanke oblovine postavilo se definiranje pojma "tanke oblovine". Na temelju vlastitih iskustava, naših ranijih istraživanja i proučene, prilično opsežne literature, došli smo do slijedećih zaključaka:

- U svijetu (npr. USA, Evropa i drugdje) na pilane već dolaze, a u budućnosti će još i više dolaziti, kao ulazna sirovina, trupci malih dimenzija.
- Radi se o "pilanskoj tankoj oblovinu", tj. oblovinu koja se u pilani odgovarajućom tehnikom i tehnologijom može racionalno preraditi u razne forme masivnog drva.
- Pilansku tanku oblovinu nije moguće jednoznačno definirati obzirom na specifične okolnosti u raznim zemljama, a i u jednoj zemlji to nije moguće obzirom na različite vrste drva.
- Obzirom na prilike kod nas, mi smo, na temelju dosadašnjih saznanja, tanku pilansku oblovinu općenito definirali kao oblovinu koju nije moguće ekonomično prerađivati na linijama za standardne, deblje trupce, ili načinima, tehnologijom, koja se primjenjuje kod debljih trupaca.
- Tanki pilanski oblovina su trupčići promjera ispod standardnog (20 ili 25 cm), do minimalno 15 cm; minimalna je dužina u pravilu 2,0 m, odnosno višekratna dužina budućeg proizvoda; po svojoj kvaliteti trupčići moraju biti pravni, zdravi, s malim padom promjera, samo s malim kvrgama - prema kriteriju JUS-a za I klasu standardiziranih debljih trupaca.
- Kvaliteta piljenog drva dobijenog iz tankih trupaca (mladih stabala) je, radi većeg sadržaja juvenilnog drva, lošija (dolazi do većih deformacija uslijed sušenja) nego kvaliteta piljenica dobijenih iz debljih trupaca.
- Čini se da se iz tankih trupaca listača mogu ekonomično (uz određene druge uvjete) proizvoditi daščice za ambalažu, materijal za palete, popruge za parket i elementi za namještaj (oplata).

- Ekonomična prerada tankih pilanskih trupaca moguća je samo na specijaliziranim proizvodnim linijama, tj. specijalnim strojevima i specijalnom tehnologijom.
- Karakteristike jedne takve proizvodne linije morale bi biti: veliki učinak (veliki pomak materijala), uski raspiljak (manje od značenja za primarni stroj, ako se na njemu izvodi mali broj rezova), velika točnost piljenja, velika finoća piljene površine (ako se radi o proizvodnji elemenata za namještaj i sl.), male investicije (zato je vrlo problematično korišćenje iverača trupaca kao eventualnog primarnog stroja).
- Kao najznačajniji vanjski faktor ekonomične prerade tanke pilanske oblovine jest dovoljna količina sirovine za popunjenje kapaciteta jedne proizvodne linije (minimalni kapacitet).
- Prijašnja naša istraživanja na preradi tanke oblovine daju realnu nadu, da će kod nas, u određenim uvjetima, biti moguće organizirati racionalnu preradu tanke pilanske oblovine listača.
- Kompleksno korišćenje sirovine

3. DOSADAŠNJI RADOVI NA TEMI

Sva dosadašnja istraživanja na temi Racionalne prerade tanke oblovine išla su sa upoznavanjem tuđih iskustava na tom području (proučavanje literature, sudjelovanje u radu odgovarajućih domaćih i stranih znanstvenih skupova) te za proučavanjem karakteristika sadašnjeg načina prerade tanke oblovine listača na našim pilanama (pokusna piljenja i drugo, na pilani kombinata u Belišću).

Na pilani u Belišću prišlo se prvo pokusnom piljenju tanke pilanske oblovine topole. Ta su piljenja imala za cilj provjeru i eventualnu dopunu ili izmjenu postavljene metodike rada, kao i cjelokupne organizacije istraživanja.

Istraživanja postojećeg načina i karakteristika prerade tanke pilanske oblovine bukovine izvedena su uz provjerenu već metodu rada u praksi i uz dobru organizaciju cijelog toka istraživanja. Kompletna znanstvena obrada tih rezultata je u toku. Ovdje

donašamo, za sada, samo naznačajnije rezultate tih istraživanja, posebno onih koja se odnose na iskorišćenje sirovine.

Sada su u toku istraživanja karakteristika postojeće prerade tanke pilanske oblovine hrasta. Izvršena su probna piljenja trupaca uz odgovarajuća mjerenja. Rezultati tih istraživanja su sada u obradi pa će se objaviti naknadno.

Metodika rada koja se donosi u ovom Izvještaju odnosi se na istraživanja kod prerade bukovine. Metodika kod prerade hrastovine bila je djelomično drugačija (osobito u drugoj fazi prerade), pa će se ta metodika opisati u drugom izvještaju.

4. METODIKA RADA

4.1 Sirovina

Kao sirovina za pokusno piljenja bukovine odabrani su tanki trupci srednjeg promjera od 16 - 20 cm i od 21 - 24 cm. Dužina im je iznosila 2 m, a za klasu kvalitete je dogovoreno da to bude kvaliteta koju propisuje standard (JUS) za pilanske trupce I klase. Po ovakvim kriterijima izabrana su 64 trupčića debljinskog podrazreda 21 - 24cm i 83 trupčića debljinskog podrazreda 16 - 20 cm. Svaka debljinska grupa bila je odvojena, da ne bi došlo do miješanja raznih dimenzija trupaca u toku piljenja.

Svim trupcima unakrsno je izmjeren promjer na debljem i tanjem kraju, i u sredini. Radi malih dimenzija trupaca mjereno je promjer u milimetrima. Ako se pokaže potreba promjer se kasnije može zaokružiti na pola centimetra ili na puni centimetar.

Debljina kore mjerena je nasuprotno na dva mjesta, točnošću od jednog milimetra, u polovini dužine trupčića.

Dužina trupaca je mjerena i registrirana uz zaokružavanje na puni centimetar na niže.

Volumen trupaca je određen na način kako to propisuje JUS za trupce: srednji promjer trupčića zaokružen je na puni centimetar na niže, a dužina svedena na standardnu.

4.2. Tehnologija prerade

Trupci oba debljinska podrazreda piljeni su na jarmači i to tehnikom piljenja u cijelo. Rasporedi pila bili su različiti za deblji i tanji podrazred. Za deblji podrazred raspored pila je glasio:

$1/52$, R/27 (sa nadmjerom); $\frac{1}{50}$, $\frac{R}{25}$ (bez nadmjere)

Za tanji podrazred raspored je bio:

$1/40$, R/27 (sa nadmjerom); $\frac{1}{38}$, $\frac{R}{25}$ (bez nadmjere)

Debljine piljenica u rasporedu određene su na temelju potreba pilane u Belišću imajući u vidu daljnju preradu piljenica u elemente. Dakle već se unaprijed znalo što se želi dobiti kao konačni proizvod pilanske prerade tanke oblovine.

Nadmjere na debljinu koje još nisu posebno obračunane, već su na temelju prakse u ovoj pilani iznosile 2 mm za sve navedene debljine piljenica.

Iz svakog debljinskog podrazreda uzimano je 20 piljenica iz istog mjesta u rasporedu pila u toku piljenja za kontrolu debljine piljenica. Debljine su mjerene na 4 mjesta (prema skici 1), točnošću 0,01 mm sa pomičnom mjerkom.



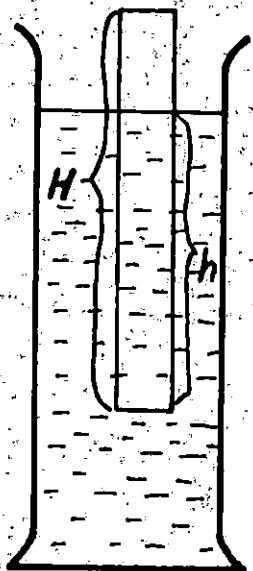
Skica 1.

Na istim piljenicama sa obje strane je izmjerena hrapavost i to na onim mjestima gdje je vizuelno procjenjeno da je hrapavost najveća (izbjegavana su mjesta oko kvrga i drugih grešaka). Hrapavost se mjerila specijalnim komparatorom s točnošću mjerenja od 0,01 mm.

U toku piljenja svaka je piljenica označena brojem trupca iz kojeg je ispiljena; izmjerena joj je širina točnošću na milimetar u polovini dužina - na užoj strani za debljine manje od 47 mm, ili aritmetička sredina širina, uže i šire strane za debljine veće od 48 mm (JUS D.BO. 022/61).

U toku piljenja mjerena je širina raspiljka. Širina raspiljka mjerena je uzdužnim raspiljivanjem piljenica na primarnom stroju (sa istim rasporedom pila) na početku piljenja, u polovici vremena piljenja i na završetku piljenja, za oba debljinska podrazreda. Piljenicama na tri označena mjesta, izmjerene su širine. Nakon prolaza kroz jarmaču, na istim mjernim mjestima, izmjerene su širine dobivenih dijelova piljenica. Razlika širine piljenica i suma širina dijelova raspiljene piljenice, podijeljena sa brojem raspiljaka je prosječna širina jednog raspiljka.

Sav pilanski ostatak koji se pojavio u toku piljenja na jarmači i rubilici izmjeren je vaganjem, a njegova volumna masa je određena metodom flotacije. Iz dijelova pilanskih ostataka su načinjene probe dimenzija cca 20 x 20 x 250(mm) koje su uronjene u menzuru sa vodom. Kako probe nisu imale volumnu masu veću od 1 g/cm³ one su ostajale jednim dijelom iznad vode. Volumna masa (g/cm³) određuje se metodom flotacije tako, da se podijeli dužina probe koja je bila pod vodom (h) sa ukupnom dužinom probe (H) (prema skici 2.)



$$\rho_f = \frac{h}{H} \text{ /g/cm}^3\text{ /}$$

Izmjerena količina pilanskoj ostatka u kilogramima (m), podijeljena sa volumnom masom (p_f) daje volumen pilanskog ostatka (V), prema formuli 1.

$$V = \frac{m}{p_f} \text{ /m}^3\text{ /} \dots\dots\dots 1$$

Vlaga trupaca izmjerena je pomoću proba koje su uzete iz dijelova trupca tako da bi se dobila prosječna vlažnost trupca. Probe su izvagane, stavljene u sušionik i sušene do standardno suhog stanja kod $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Postotak vlage je određen prema formuli 2.

$$v = \frac{m_s - m_o}{m_o} \times 100 \text{ / \% /} \dots\dots\dots 2$$

- v - postotak vlage uzorka drva
- m_s - masa sirovog drva /g/
- m_o - masa standardno suhog drva /g/

Nakon propiljivanja trupaca u pilani, prišlo se preradi piljenica u elemente u hali za proizvodnju elemenata. Piljenice su se najprije prikraćivale na određenu dužinu, a zatim krojile u elemente određene širine. Svi elementi su proizvedeni sa određenom nadmjerom za potrebe daljnje obrade i za usušivanje.

Nakon proizvodnje elemenata prišlo se pripremi istih za sušenje u sušari. Svim elementima su čela parafinirana radi sporijeg izlaženja vlage iz drva na tim mjestima, što je donekle preventiva za stvaranje čeonih pukotina. Elementi su pažljivo povitlani, kako loše slaganje u vitao ne bi bilo uzrok greškama kod sušenja. Za sušenje ovih elemenata koristio se Madisonski režim za sušenje bukovine.

Sušenjem elemenata pojavile su se razne greške od sušenja (vitoperenje, izbočenost, sabljastost, koritavost, pukotine, rombičan presjek) koje su bile registrirane, a oni elementi kod kojih je pojedina greška prelazila određene normative za daljnju upotrebu bili su odstranjeni kao neodgovarajući (škart). Ovim po-

sljednjim sortiranjem elemenata nakon sušenja, dobila se količina upotrebljivih elemenata iz trupaca, određenih za ovo pokusno piljenje. Time su dobijeni elementi za obračun iskorišćenja trupaca u odnosu na piljenice i trupaca u odnosu na elemente.

4.3 Pokusna postrojenja

Za pokusno piljenje na istraživačkom zadatku "Prerada tanke oblovine" korišćena su pokusna postrojenja i oprema pilane u Belišću. U liniji za preradu tanke oblovine u primarne piljenice nalaze se samo dva stroja: jarmača kao osnovni stroj i rubilica (podstolna klatna kružna pila).

Trupci se u pilansku halu dopremaju sa stovarišta trupaca pomoću uzdužnog lančanog transportera, gdje se ručno prebacuju na poprečni transporter koji ih doprema do jarmače. Ispred jarmače se nalaze kolica za stavljanje trupca u stroj, ali ona služe samo za trupce duže od 2 metra, dok se trupci od 2 metra i kraći stavljaju u jarmaču ručno. Iza jarmače se centralne piljenice (na kojima nije potrebna obrada rubilicom) uzdužnim transporterom dopremaju do poprečnog transportera sa kojeg se ručno skidaju i slažu u vitlove ili pakete.

Stranične piljenice sistemom poprečnog i uzdužnog transportera dolaze do rubilice. Tu se prikraćuju i transporterom dopremaju do mjesta za slaganje u vitao ili paket.

Složena građa otprema se na prirodno ili umjetno sušenje, ili direktno u halu za proizvodnju elemenata.

U hali za proizvodnju elemenata su radna mjesta povezana sistemom valjčanih transportera. Tehnologija rada je takva, da sva roba koja ulazi u proizvodnju halu dolazi na prečne pile za krojenje piljenica na određenu dužinu. Nakon te obrade, odlaze transporterima na pile za uzdužno krojenje na određenu širinu. Za krojenje piljenice po širini, koriste se jednolisne i višelislisne mehanizirane kružne pile. Izrađeni elementi se slažu u pakete kao gotov proizvod pilanske prerade, pa se viličarima odvoze u sušare, ukoliko već prije nisu bile osušene primarne piljenice.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U tabelama 1, 2, 3, 4 i 5 prikazani su rezultati piljenja bukovih tankih trupaca (16 - 24 cm) po debljinskim podrazredima. Svaka tabela se odnosi na određenu fazu prerade.

Tabela 1 prikazuje podatke o trupcima (broj komada, volumen trupaca, srednji volumen trupaca, prosječni promjer trupaca, pad promjera, dužinu). U rubrici "Opaska" nalaze se podaci o trupcima koji nisu imali odgovarajuću dužinu.

U tabeli 2 dat je volumen piljene građe po dimenzijama, koje su piljene za pojedine debljinske podrazrede trupaca, njihova suma, prosječno kvantitativno iskorišćenje i granice kretanja kvantitativnog iskorišćenja od minimalnog do maksimalnog podatka po trupcu.

Tabela 3 daje podatke o broju komada elemenata, volumenu elemenata, kvantitativno iskorišćenje elemenata u odnosu na piljenice i trupce, te odnos volumena popruga na piljenice i trupce. Ova tabela se odnosi na sirove elemente i popruge.

Tabela 4 daje podatke o elementima i poprugama nakon sušenja, koji su zadovoljavali kriterije sortiranja za daljnju preradu, broju komada i volumen, te koeficijent kvantitativnog iskorišćenja istih, obzirom na piljenice i trupce.

Tabela 5 pokazuje sumare elemenata i popruga u odnosu na trupce prije i poslije sušenja.

6. DISKUSIJA

Diskusija se odnosi samo na kvantitativno iskorišćenje kod piljenja bukovih tankih trupaca.

Današnja pilanska proizvodnja sve više osjeća manjak pilanskih trupaca većih promjera. Stoga proizvođači piljene građe sve više traže i trupce manjih dimenzija. Značajno je spomenuti da je razlika u cijeni tanjih i debljih trupaca sve veća. Probna piljenja u pilani Kombinata Belišće sprovedena su na nedovoljno specijaliziranoj liniji za proizvodnju piljene građe iz tanke

oblovine. Zato se za sada ne mogu donijeti definitivni zaključci o rentabilnosti i drugim relevantnim pokazateljima proizvodnje tanke oblovine. Ipak se o nekim rezultatima može već diskutirati.

1. Kvantitativno iskorišćenje bukovine za oba debljinska podrazreda je gotovo jednako i vrlo visoko s obzirom na ranija istraživanja (45,0% za promjere 16-20 cm i 43,9% za promjere 21-24 cm).

2. Kvantitativno iskorišćenje neokrajčenih piljenica s obzirom na trupce je također vrlo visoko i kreće se u granicama od 60,7 - 85,2%.

3. Umjetnim sušenjem elemenata i popruga uslijed pojave nedopustivih grešaka (škarta) iskorišćenje trupaca smanjeno je za 2,94 %, kod trupaca promjera 16 - 20 cm, odnosno za 5,91 %, kod trupaca promjera 21-24 cm.

Razlog za visoko kvantitativno iskorišćenje kod piljenja ovih trupaca se nalazi vjerojatno u dosta strogom sortiranju trupaca, jer su izabrani trupci najbolje kvalitete, tj. kvaliteta kao standardni bukovi trupci prve klase. Elementi su bili pretežno namijenjeni konstruktivnim dijelovima namještaja, gdje su tražena uglavnom zadovoljavajuća mehanička svojstva drva, a ostale greške (deformacija i druge) su u velikoj mjeri tolerirane.

7. DALNJA ISTRAŽIVANJA

U dugoročnom planu istraživanja na zadatku Racionalna prerada niskokvalitetne oblovine, navedeno je, da je krajnji cilj istraživanja iznalaženje ekonomičnih tehnologija prerade tanke pilanske oblovine i postavljanje parametara za organiziranje odgovarajućih proizvodnih linija (vrste strojeva, njihove karakteristike itd.). Sada je neposredni zadatak dovršenje studije o karakteristikama sadašnjeg načina prerade tanke pilanske oblovine bukve i hrasta. Dalje će trebati izvršiti probna piljenja topolovine te eventualno još nekih vrsta drva (jasen i drugo). Paralelno s tehnološkom, tehničkom, organizacijskom i ekonomskom

analizom prerade tanke pilanske oblovine, počelo se već i s istraživanjem juvenilnog drva u tankoj oblovini (hrast). I ta istraživanja treba nastaviti.

Sada smo u prethodnim kontaktima s jednim našim proizvođačem pilanskih strojeva o eventualnoj suradnji na budućem organiziranju specijaliziranih linija za preradu tanke pilanske oblovine. Sigurno će biti potrebno u toku istraživanja pregledati i proučiti neke pilane sa specijaliziranim proizvodnim linijama u inozemstvu (Njemačka, Francuska). Obzirom da je ekonomska prerada tanke oblovine listača jedan od najznačajnijih nerješениh problema suvremenog pilanarstva, posebno u Evropi, biti će korisno održavati kontakte s istaknutim pilanskim stručnjacima i institucijama u našoj zemlji i inozemstvu.

PODACI O TRUPCIMA BUKVE

TABELA 1

| DEBLJINSKI PODRAZRED | BROJ KOMADA | UKUPNI VOLUMEN TRUPACA | SREDNJI VOLUMEN TRUPCA | PROSJEČNI PROMJERI TRUPACA | | | PROSJEČNI PAD PROMJERA | DUŽINA TRUPACA | OPASKA |
|-------------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------|-------|------------------------------|-------------------|-----------------------|
| | | | | D_s | D_t | D_d | | | |
| Cm | | m^3 | m^3 | Cm | | | mm/m' | Cm | |
| 16-20 | 79 | 4,29329 | 0,05086 | 18,3 | 17,9 | 19,5 | 8,1 | 202 | 15 KOM. 198-201 Cm |
| 21-24 | 64 | 4,69803 | 0,06923 | 21,6 | 21,0 | 22,1 | 5,0 | 202 | 11 KOM. 198-201 Cm |

D_s - PROMJER TRUPCA NA POLOVINI DUŽINE

D_t - PROMJER TRUPCA NA TANJEM KRAJU

D_d - PROMJER TRUPCA NA DEBLJEM KRAJU

PODACI O PILJENICAMA BUKVE (primarne piljenice)

TABELA 2

| DEBLJINSKI PODRAZRED TRUPACA | VOLUMEN PILJENICA PO DEBLJINAMA | | | | KVANTITATIVNO ISKORIŠĆENJE | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 25mm | 38mm | 50mm | UKUPNO | PROSJEČNO ZA CIJELI UZORAK | MINIMALNO PO TRUPCU | MAKSIMALNO PO TRUPCU |
| Cm | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | KOEFIČIENT ISKORIŠĆENJA | | |
| 16-20 | 1,89113 | 1,04250 | — | 2,93363 | 0,6833 | 0,6065 | 0,8517 |
| 21-24 | 1,99712 | — | 1,26937 | 3,26649 | 0,6952 | 0,6116 | 0,8261 |

PODACI O ELEMENTIMA PRIJE SUŠENJA (BUKOVINA)

TABELA 3

| DEBLJINSKI PODRAZRED TRUPACA | BROJ ELEMENTATA | VOLUMEN ELEMENTATA | $\frac{V_{el.}}{V_{pilj.}}$ | $\frac{V_{el.}}{V_{tr.}}$ | BROJ POPRUGA | VOLUMEN POPRUGA | $\frac{V_{pop.}}{V_{pilj.}}$ | $\frac{V_{pop.}}{V_{tr.}}$ |
|------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|
| <i>Cm</i> | KOM. | <i>m³</i> | KOEFIČIENT KVANT. ISK. | | KOM. | <i>m³</i> | KOEFIČIENT KVANT. ISK. | |
| 16-20 | 1183 | 187922 | 0,6315 | 0,4377 | 589 | 0,17905 | 0,0601 | 0,0417 |
| 21-24 | 995 | 214673 | 0,6572 | 0,4569 | 560 | 0,19340 | 0,0592 | 0,0411 |

$V_{pilj.}$ - VOLUMEN PILJENICA

$V_{el.}$ - VOLUMEN ELEMENTATA

$V_{tr.}$ - VOLUMEN TRUPACA

$V_{pop.}$ - VOLUMEN POPRUGA

PODACI O ELEMENTIMA POSLIJE SUŠENJA (BUKOVINA)

TABELA 4

| DEBLJINSKI PODRAZRED TRUPACA | BROJ ELEMENATA | VOLUMEN ELEMENATA | $\frac{V_{el.}}{V_{pilj.}}$ | $\frac{V_{el.}}{V_{tr.}}$ | BROJ POPRUGA | VOLUMEN POPRUGA | $\frac{V_{pop.}}{V_{pilj.}}$ | $\frac{V_{pop.}}{V_{tr.}}$ |
|------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|----------------------------|
| Cm | KOM. | m ³ | KOEFIČIENT KVANT. ISK. | | KOM. | m ³ | KOEFIČIENT KVANT. ISK. | |
| 16-20 | 1143 | 1,75800 | 0,5907 | 0,4094 | 579 | 0,17455 | 0,0586 | 0,0406 |
| 21-24 | 975 | 1,86919 | 0,5722 | 0,3978 | 560 | 0,19340 | 0,0592 | 0,0411 |

$V_{pilj.}$ - VOLUMEN PILJENICA

$V_{el.}$ - VOLUMEN ELEMENATA

$V_{tr.}$ - VOLUMEN TRUPACA

$V_{pop.}$ - VOLUMEN POPRUGA

SUMARNI PODACI ZA BUKOVINU

TABELA 5

| DEBLJINSKI PODRAZRED TRUPACA | VOLUMEN ELEMENATA POPRUGA | | VOL. ELEM. + POP VOL. PILJENICA | | VOL. ELEM. + POP VOL. TRUPACA | |
|------------------------------------|------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
| | PRIJE SUŠ. | POSLIJE SUŠ. | PRIJE SUŠ. | POSLIJE SUŠ. | PRIJE SUŠ. | POSLIJE SUŠ. |
| Cm | m ³ | | KOEFIČIENT KVANT. ISKORIŠ. | | KOEFIČIENT KVANT. ISKORIŠ. | |
| 16-20 | 2,05827 | 1,93255 | 0,7016 | 0,6587 | 0,4794 | 0,4501 |
| 21-24 | 2,34013 | 2,06259 | 0,7164 | 0,6314 | 0,4981 | 0,4390 |

L I T E R A T U R A

1. AKELSSON, I.: SÅGA MASSAVED - KAN DET VERKLIGEN LÖNA SIG?
Sågverken/Träveruindustrien 26 (1973)8:579;
581; 583.
2. BENIĆ, R.: Neke mogućnosti boljeg korišćenja sitnog
drvnog materijala, promatrane sa tehničkog
i ekonomskog gledišta. Zagreb, 1963.
3. BRAZIER, J.: CAN WE GROW BETTER TIMBER?
Timber News No 12 For.Prod.Res.Lab. Princes
Risborough, 1972.
4. BREŽNJAK, M.: SUVREMENE TENDENCIJE U PILANSKOJ PRERADI
BUKOVINE
Predavanje na Internacionalnom Simpoziju
"Pilanska prerada niskokvalitetne bukovine
i ostalih lišćara, prvenstveno sa aspekta
industrije namještaja". Zivinice, 13. i 14.
10. 1977.
5. BREŽNJAK, M.: NAČINI POVEĆANJA VRIJEDNOSTI ISKORIŠĆENJA
SIROVINE KOD PROIZVODNJE MASIVNOG DRVA U JU-
GOSLAVIJI
Komitet tehnologii drewna PAN. Naučni Sim-
pozij "Racionalne metody przerobu drewna".
S. 94-103. Poznan, 1978.
6. ČERGE, K.;
NIKOLIĆ, M.: PRERADA BUKOVIH CEPANICA U REZANE SORTIMENTE.
Gora, ŠIK "Crvena Zastava" 4(1978)6:43-50.
7. DANILOVIĆ, I.: RACIONALNA PRERADA NISKOKVALITETNE DRVNE
SIROVINE.
Interna studija, Kombinat "Belišće", Belišće,
1977.
8. DOBIE, J.;
McBRIDE, C.F.: HOW B.C. MILLS GET VALUE FROM LODGEPOLE PINE.
Canad.For.Ind. 84(1964)10:62-67
9. DOBRY, O.: NEUE SÄGEWERKSTECHNOLOGIEN IN DER ČSSR.
Internationaler Kongress für Sägeindustrie,
München, 1.-3.6.1978.
10. FRONIUS, K.: NEUORIENTIERUNG DER PRODUKTIONSEINRICHTUNGEN
AUF EIN ZUKUNFTIGES ERHÖHTES SCHWACHNOLZANGE-
BOTSCHWACHHOLZ-SCHNITTSTRASSEN.
Internationaler Kongress für Sägeindustrie,
München, 1-3.6.1978.

11. GREGIĆ, M.: RACIONALIZACIJA PROIZVODNJE HRASTOVINE PÍ-LJENE GRAĐE. PRERADA TANJE HRASTOVE OBLO-VINE. Drvna ind. 20(1969)5/6:66-77.
12. HAKKILA, P.: RECOLTE DES DECHETES DE BOIS COMME SOURCE D'ENERGIE. EVOLUTION RECENTE EN FINLANDE. ECE, Comité du bois, Séminaire sur les aspects énergetiques des industries fore-istièrer, Udine, 1978.
13. HEEBINEK, B.G.; LEHMANN, W.F.: PARTICLEBOARDS FROM LOWER GRADE HARDWOODS. For. Prod.Lab., Res.paper FPL 297, Madison, 1977.
14. HOCQUET, A. i drugi: POSSIBILITES DE SCIAGE DES BOIS DE PETIT DIAMETRE. Courrier de l'exploitant et du scieur 1/76, C.T.B., Paris, 1976.
15. HOUMARD, M.A.: MÖGLICHKEITEN DER VOLLMECHANISIERUNG VON KLEIN-UND MITTELBETRIEBEN. Internationaler Kongress für Sägeindustrie, München, 1-3.6.1978.
16. JAKUNIN, N.K. BEKKER, I.G.; SOROKIN, I.A.: MNOGOPILNYE KRUGOPILNYE STANKI DLJA RASPI-LOVKI TONKOMERNOGO LESA. Derevoob. prom. (1959)4:16-17.
17. MAISENBACHERY H.: GEWINNE IM SAGEWERK? IHRE PLANUNG UND IHRE EINFLUSSFAKTOREN. Internationaler Kongress für Sägeindustrie, München, 1-3.6.1978.
18. NEUSER, E.J.: STRUKTURVERÄNDERUNGEN IN DER SÄGEINDUSTRIE AUS INTERNATIONALER SICHT. Internationaler Kongress für Sägeindustrie, München, 1.-3.6.1978.
19. PESOCKIJ, A.N. V.S.JASINSKIJ: PROJEKTOVANJE PILANSKIH I DRVNOPRERADIVAČKIH POGONA. Prijevod s ruškog: M. VUČELJIĆ, ŠIPAD-IRC, OOUR Zavod za tehnologiju drveta, Sarajevo, 1978.
20. PRKA, T.: NAMJENSKA PRERADA TANKE HRASTOVE OSLOVINE' Drvna ind. 26(1975)5/6:103-109.

21. SAEMAN, J.F.: MAKING THE BEST OF OUR HARDWOOD RESOURCE.
Approved Technical Article, For. Prod.
Lab., Madison, 1977.
22. SALASJUK, V.M.: ČETYREHPILNYJ KRUGOIPILNYJ STANOK NA PRO-
DOLNOJ RASPILOVKE BREVEN.
Lesnaja prom. (1958)9:22-23.
23. VLASOV, G.D.: NOVOE V AVTOMATIZACII LESOPILNYH PREDPRI-
JATIJ.
Derevoob.prom. 16(1967)10:15-16.
24. - : KLENTIMMER-SÅGNING-LÖNSAM AFFÄR ELLER LIVET
PÅ EN PINNE?
Sågverken 21(1968)5:275-277; 279.
25. - : EFTER 500 ÅN BORJADE SÅGE KLENTIMMER-VARFÖR.
Sågverken 21 (1968)6:332-333; 335,