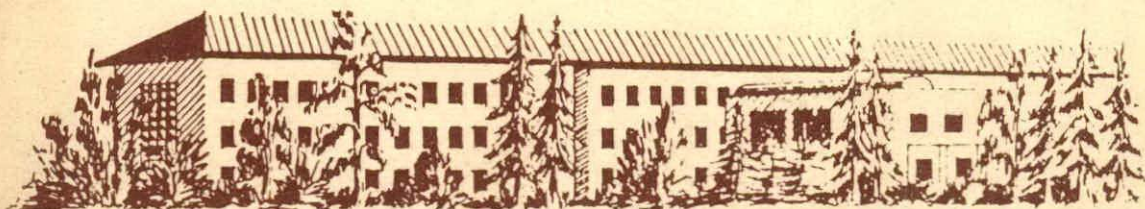


ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI

BILTEN 125

GODINA ŠUMARSKE NASTAVE
U HRVATSKOJ



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA
2018.

125

GODINA ŠUMARSKE NASTAVE U HRVATSKOJ

GOSPODARSKO ŠUMARSKO UČILIŠTE KRIŽEVCI	1860. – 1897.
ŠUMARSKA AKADEMIJA ZAGREB	1898. – 1919.
POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB	1919. – 1960.
ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB	1960. –

S a d r ž a j

	Strana
Ljuljka, B. 125 GODINA ŠUMARSKE NASTAVE I ZNANSTVENOG RADA U HRVATSKOJ	1
Figurić, M. ZNANSTVENA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI...	17
Brežnjak, M. i Butković, Đ. PILJENJE JELOVIH TRUPACA I PROCJENA KVALITETE PILJENICA	33
Ljuljka, B. i Grbac, I. ISTRAŽIVANJE INTERAKCIJE ČOVJEK-LEŽAJ	51
Petrić, B. i Bačun, S. STRUKTURNE KARAKTERISTIKE I SVOJSTVA JUVENIL- NOG DRVA	91
Prka, T. TRANSFER I PRIMJENA ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKOG I ISTRAŽIVAČKO-RAZVOJNOG RADA U PRERADI DRVA..	113
Sever, S. i Golja, V. TEHNIČKA ZNANJA U OBRAZOVNOM I ISTRAŽIVAČKOM PROCESU DRVNE INDUSTRIJE-JUČER, DANAS, SUTRA..	125
Sertić, V. INTEGRALNO KORIŠĆENJE DRVNE SIROVINE	139
Sabadi, R. DOPRINOS ZNANSTVENIH ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ IN- DUSTRIJI FORMULACIJI REALISTIČKE GOSPODARSKE POLITIKE	153

S a d r ž a j

	Strana
Hitrec, V.	
ELEKTRONIČKA RAČUNALA U NASTAVI I ZNANOSTI	163
Bađun, S.	
OSVRT NA ISTRAŽIVAČKU, PUBLICISTIČKU I SURADNIČKU DJELATNOST NA PODRUČJU DRVNO- TEHNOLOŠKE ZNANOSTI ZA RAZDOBLJE 1950.-1985. GODINE	171

R e d a k t o r i :

Prof.dr Stanislav Bađun	Prof.dr Boris Ljuljka
Prof.dr mr Mladen Figurić	Zlatko Bihar
Dipl.ing. Vladimir Herak	

Glavni i odgovorni urednik:

Prof. dr Stanislav Bađun

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar

Prof. dr BORIS LJULJKA
 Dekan Šumarskog fakulteta
 Sveučilišta u Zagrebu

125 GODINA ŠUMARSKJE NASTAVE I ZNANSTVENOG RADA
 U HRVATSKOJ

Prošlo je 125 godina od dana kada je osnovana prva šumarska škola. 125 godina kratko je razdoblje u usporedbi s burnom poviješću naših naroda, no istovremeno u paraleli s razvojem i djelovanjem pojedinih škola i struka to je značajan period, posebno ako se uzmu u obzir rezultati koji su postignuti u tom vremenu na području šumarstva.

Gospodarsko-šumarsko učilište u Križevcima započelo je radom 19. studenoga 1860. godine. Početku te nastave prethodile su mnoge aktivnosti još od 1840. godine. U to vrijeme, vrijeme Ilirskog preporoda kada se razvija misao jedinstva naroda, u krugovima šumara i onim bliskim šumarima, razvijaju se napredne misli i aktivnosti. 1841. godine osniva se Gospodarsko društvo u kojem se okupljaju i šumari. U mjesječniku Gospodarskog društva objelodanjen je prijedlog Franje Šporera o potrebi osnivanja Narodnog šumarskog zavoda kao stručnog ureda i odgojne ustanove. 1846. godine osniva se odsjek za šumarstvo u sklopu Gospodarskog društva. U njemu se okupljaju poznata imena: Franjo Šporer, Ante Tomić, Dragutin Kos, Nikola Lovrenčić i dr. Sekcija održava prvi sastanak na kojem se raspravlja o porastu cijena, opadanju produkcije, prekomjernom krčenju, sušenju hrastika, nepoznavanju šumarstva i nestašici literature i šumarske škole. 1847. izlazi knjiga Dragutina Kosa "Das Forstwesen in Croatien", kojom se želi skrenuti pažnju posjednika šuma na veću brigu prema šumarstvu. U istoj knjizi D. Kos se zalaže i za osnivanje šumarskog udruženja, te govori o namještanju domaćih sinova i osnivanju Šumarskog učilišta.

1853. godine ministarstvo unutrašnjih poslova u Beču pozvalo je bansku vlast u Hrvatskoj, da izvidi, u kojem bi kraju Hrvatske bilo najbolje osnovati Gospodarsko učilište. Tek na ponovljeni poziv 1856. godine Gradsko poglavarstvo u Križevcima ponudilo je zemljište za izgradnju i uređenje Gospodarskog učilišta. Varaždinski župan Skender Šimunčić i namjesnički tajnik Mojsije Baltić daju povoljnu ocjenu mjesnih uvjeta u Križevcima za otvaranje škole.

Zbog nepovoljnih financijskih prilika učilište se ne otvara sve do 1860. godine, kada se dozvoljava otvaranje učilišta uz uvjet da Hrvatska snosi troškove uređenja i uzdržavanja učilišta.

19. studenoga 1860. uz prisutnost savjetnika Mojsija Baltića otvoreno je Gospodarsko-šumarsko učilište - prvo šumarsko učilište na slavonskom jugu. Uvjet za prijem učenika u učilište bio je 17 godina starosti, svjedodžba o poštenom i čudorednom vladanju i odobrenje roditelja, te završena 3 razreda realke. Kasnije se uvjeti za prijem sve više pooštavaju. Šumarski odjel, Gospodarsko-šumarskog učilišta u Križevcima odgojio je veliki broj vrsnih stručnjaka šumarstva i udario temelje šumarskoj stručnoj i naučnoj knjizi. Zahtjevi koji su na njega stavljeni rasli su usporedno s napretkom šumarstva. Stručna sprema onih, koji su takvu razinu željeli postići morala se je kontinuirano širiti i produbljivati.

Šumarski odjel nakon 39 godina prestaje radom, da bi se nastava šumarstva unaprijedila otvaranjem šumarske akademije pri Mudroslovnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Time je ostvareno visokoškolsko obrazovanje šumara, koje se je tražilo i Zakonom o uređenju šumsko-tehničke službe od 1894. godine, a prema kojem se je za mjesta viša od 10. činovničkog razreda zahtijevalo akademsko obrazovanje.

O pitanju gdje i kako da se uredi ustanova, koja će obrazovati stručnjake s visokoškolskim obrazovanjem, odnosno da li u Zagrebu ili u Križevcima, bilo je dosta polemike. Na kraju je prevladalo mišljenje onih koji su smatrali da profesori visoke škole trebaju biti u trajnom kontaktu s učenicima

prirodoslovnih, matematičkih, fizičkih, pravnih i socijalnih nauka, a slušači da steknu uz stručno znanje i one kulturne elemente, koji će od njih stvoriti visoko obrazovane ljude sposobne za rješavanje svih zadataka. U sklopu Sveučilišta u Zagrebu takva je nastava, osim ostalog, mogla koristiti biblioteku, Botanički vrt, laboratorije, zbirke i studentsku menzu. Neprihvatanje takve visokoškolske nastave od strane ugarske vlade slomljeno je zahvaljujući upornosti banskog savjetnika dr I. Mallina i prof. F. Kesterčaneka.

20. listopada 1898. Šumarska akademija pri Filozofskom fakultetu svečano je otvorena u domu koji je podiglo Hrvatsko-slavonsko šumarsko društvo za potrebe osnivanja šumarske nastave u Zagrebu. Dekan Filozofskog fakulteta bio je ujedno i dekan Šumarske akademije. Po želji vlade u Budimpešti studij je trajao 3 godine i bio je sličan onom na Šumarskoj akademiji u Šćavnici.

Već 1900. godine mijenja se nastavni program, a 1908. godine nastava se produžuje na 4 godine. Stručne šumarske discipline predavali su stalni profesori Šumarske akademije, a predmete kao botanika, matematika, nacrtna geometrija, geologija, meteorologija, klimatologija i dr. predavali su profesori i docenti sa Sveučilišta. Šumarska akademija imala je zbor nastavnika čiji je prvi pročelnik bio prof. Franjo Kesterčanek.

Akademiju, koja je bila prislonjena uz Filozofski fakultet, zvali su "trajan provizorij". Taj provizorij trajao je 20. godina. Ipak, na Akademiji je otvoren i 2-godišnji geodetski tečaj koji 1918/19 prelazi na Visoku tehničku školu u Zagrebu. Tako Akademiju možemo smatrati pretečom visokoškolske tehničke naobrazbe u Zagrebu.

Tadašnji šumarski sveučilišni profesori dr Andrija Petračić i dr Đuro Nenadić, koji su predavali i radili na Šumarskoj akademiji, osjećali su ipak potrebu da se šumarska nastava potpuno osamostali. Uz pomoć svojih kolega poljoprivrednika u tome su i uspjeli, kada je 31. koložoja 1919. godine

izdan ukaz o osnivanju Gospodarsko-šumarskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu. Prvi profesori na Šumarskom odjelu bili su prof. dr A. Petračić i prof. dr Đ. Nenadić, a na Gospodarskom prof. S. Ulmanski i prof. F. Jesenko. Prvi dekan Fakulteta bio je prof. dr A. Petračić.

Daljnji razvoj Fakulteta nije bio lagan, jer tek što je bio osnovan i počeo raditi pojavila se ideja o njegovu ukidanju. Tako 1926. i 1927. Ministarstvo prosvjete u Beogradu ne predviđa dotacije za Fakultet. Broj asistenata reduciran je, što je kadrovski osiromašilo mnoge zavode. Fakultet nije ukinut zahvaljujući javnom mnijenju, energičnom stavu profesora i studenata i posebno aktivnostima profesora A. Petračića i Đ. Nenadića.

Za vrijeme Drugog svjetskog rata Fakultet je ponovo proživljavao teške dane. Rad na Fakultetu je zamro, okupator je zaposjeo zgrade, nastavnici su odvođeni, zatvarani i pensionirani, a slušači i inženjeri šumarstva tadašnjeg Fakulteta sudjeluju u borbama za oslobođenje. Mnogi od njih postali su nosioci partizanske spomenice, dok su neki studenti i diplomirani inženjeri kao: Franjo Knebl, Velimir Jakić, Rade Janjanin i Čedo Grbić proglašeni narodnim herojima.

Nakon Oslobođenja šumarstvo i prerada drva dobivaju nove poticaje i nove mogućnosti za razvoj. Opustošenu zemlju trebalo je obnoviti u čemu su šumarstvo i prerada drva odigrali značajnu ulogu.

Sudjelujući u unapređivanju struke i prilagođavajući se potrebama napretka, Fakultet koji je do tada bio razvijen samo u jednom smjeru i obrazovao stručnjake samo za šumarstvo, nastoji popuniti taj nedostatak obrazovanjem kadrova i za drvnu industriju.

1947. godine provedena je prva bifurkacija kojom je nastava podijeljena u dva smjera: Šumsko-uzgojni (Biološki smjer) i Šumsko-industrijski (Tehnički smjer). Prvi je smjer trebao odgajati stručnjake za uzgajanje šuma i upravu, a drugi za tehničke radove u šumarstvu i drvnoj industriji. Nastavni

planovi napravljeni su prema traženju operative, koja se međutim i prva počela tužiti na nedostatke tih planova. Mladi inženjeri Biološkog smjera morali su u to vrijeme rješavati velik broj tehničkih zadataka za koje nisu bili dovoljno obrazovani.

1951. usvojena je druga bifurkacija po kojoj je podjela bila takva da inženjeri Šumsko-gospodarskog smjera rade na poslovima "do osovine javnog saobraćaja", a drvno-industrijski inženjeri rade na poslovima "od osovine javnog saobraćaja".

Nastavni planovi druge bifurkacije bitno mijenjaju rad Fakulteta. Nastava se specijalizira, intenzivira, povećavaju se vježbe na račun predavanja i praktični predmeti za račun teoretskih. Od 1947. uvodi se i obavezna tzv. školska praksa, koja kasnije dobiva naziv Terenska nastava. Izvođenje suvremene i kvalitetne nastave omogućuje i povećani broj nastavnog kadra. Šumarski odjel dobiva 1949. smještaj u novim zgradama u Maksimiru i svoje nastavno-pokusne šumske objekte.

Odmah poslije Oslobođenja otvaraju se i srednje škole za izobrazbu tehničara šumarstva i drvne industrije. To su Šumarska škola za krš u Splitu, Srednja šumarska škola u Plaškom koja kasnije seli u Karlovac, Srednja tehnička škola drvne struke u Virovitici i Drvno-prerađivačka tehnička škola u Zagrebu, te 1961. godine Viša tehnička škola za finalnu obradu drva u Novoj Gradiški.

Šumarstvo i drvna industrija zauzimaju sve važnije mjesto u privredi naše zemlje, posebno zbog izvoza šumskih i drvno-industrijskih proizvoda. Izvršenje postavljenih zadataka zahtijeva visokokvalificirane stručnjake i institucije, koji će pomoći u daljnjem razvoju šumarstva i drvne industrije.

1945. godine osnovan je Institut za šumarska i lovna istraživanja NR Hrvatske u Zagrebu sa zadatkom da radi na unapređenju šumarske privrede, uzgajanju i zaštiti šuma, ekonomici i lovstvu. Ovaj Institut ima svoje stanice u Rijeci i Vinkovcima.

1947. godine osniva se Institut za pošumljavanje i melioracije krša u Splitu sa zadatkom da znanstveno istražuje uvjete pod kojima se ogoljele i devastirane površine krša mogu pokriti šumskom vegetacijom, te istražuje i proučava sve načine šumskih melioracija na području krša.

1950. godine osniva se Institut za eksperimentalno šumarstvo JAZU, koji preuzima veći dio djelatnosti Instituta za pošumljavanje i melioraciju krša.

1959. godine osniva se Zavod za kontrolu šumskog sjemena u Rijeci.

1960. osniva se Jugoslavenski institut za četinjače u Jastrebarskom sa zadatkom naučnih istraživanja uzgoja, selekcije i oplemenjivanja četinjača.

1974. spojili su se Institut za šumarska istraživanja, Zavod za kontrolu šumskog sjemena i Jugoslavenski institut za četinjače u Šumarski institut Jastrebarsko.

Za potrebe drvne industrije osnovan je 1949. godine Institut za drvno-industrijska istraživanja u Zagrebu sa zadacima vršenja tehničkih ispitivanja, proučavanje primjene i upotrebe novih strojeva, usavršavanje mehaničke prerade drva i istraživanje na sektoru praktične primjene kemijske tehnologije.

Razvoj poljoprivrede, šumarstva i drvne industrije utjecao je na razvoj Poljoprivredno-šumarskog fakulteta, kako u oblasti obrazovanja, tako i u oblasti znanosti. Za daljnje unapređenje nastavnog i znanstvenog rada sve se više osjećala potreba osamostaljenja Poljoprivrednog i Šumarskog odjela u samostalne fakultete. Zakonom o osnivanju Poljoprivrednog i Šumarskog fakulteta oba tadašnja odjela postaju samostalni fakulteti. Tako je prije 25 godina 01.01.1960. godine počeo funkcionirati samostalni Šumarski fakultet, a u stotoj godini šumarske nastave u Hrvatskoj započelo i obrazovanje na samostalnom Šumarskom fakultetu. Prvi dekan samostalnog Fakulteta bio je prof. dr D. Klepac, a prvi predsjednik Fakultetskog savjeta Ing. F. Knebl.

Članovi prvog Savjeta bili su izvan Fakulteta: Radanović Stevo, Kirasić ing. Drago, Tomaševski ing. Stanko, Potkorski ing. Ivo, Peternel ing. Josip i Butković ing. Matija i s Fakulteta: prof. dr Dušan Klepac, prof. dr Zvonimir Špoljarić, prof. dr Milan Anić, prof. dr Milan Androić, prof. dr Juraj Krpan, prof. dr Ivo Horvat i prof. dr Nikola Neidhart. Od tada, pa do danas, Fakultet je rastao i razvijao se povezujući se sve više sa svojom operativom.

Teško je u kratkom pregledu prikazati sve zanimljivosti iz života Fakulteta u tom razdoblju. Spomenimo ipak neke od njih na koje nailazimo u godišnjim izvještajima o radu Fakulteta.

U školskoj godini 1959/60. na Fakultetu je radilo 7 redovnih profesora, 6 izvanrednih profesora, 5 docenata, 18 asistenata, 1 naučni suradnik, 2 viša stručna suradnika i 23 honorarna nastavnika. Nastava je organizirana na dva odsjeka: Šumsko-gospodarski i Drvno-industrijski. Organizacijske jedinice odsjeka bili su zavodi. Te godine bilo je upisano na Fakultetu 555 studenata od čega 96% muških. Izvanredni studij započinje u školskoj godini 1960/61. Prijavilo se 65 studenata na oba odsjeka. Slijedeće školske godine broj izvanrednih studenata bio je 10. Broj studenata na izvanrednom studiju smanjivao se je zbog velikih poteškoća u svladavanju terenske nastave i vježbi. Iako su organizirani seminari (blok nastava) iz pojedinih predmeta, samo nekoliko studenata uspjelo je završiti na taj način studij. Neki od njih su prešli na redoviti studij i tako diplomirali.

Studij na III stupnju započeo je u školskoj godini 1961/62. Vijeće i Savjet Fakulteta razmotrili su potrebe kadra s najvišim obrazovanjem iz raznih područja stručne i naučne djelatnosti za šumarsku privredu i drvnu industriju i donijeli odluku da se raspiše natječaj za slijedeća znanstveno-nastavna područja:

- melioracija krša,
- očetinjavanje,
- plantažiranje,
- ozelenjavanje i parkiranje,
- suvremene metode uređivanja šuma,
- zaštita šuma,
- uređivanje bujica i konzerviranje tla,
- šumarska ekonomika,
- pilanska prerada drva,
- proizvodnja furnira i šperovanog drva,
- kemijska prerada drva,
- mehanizacija i automatizacija u drvnoj industriji,
- ekonomika i organizacija u drvnoj industriji.

Na natječaj se nije prijavio niti jedan kandidat, no iste godine nešto kasnije, temeljem predstavki Zavoda za kulturu četinjača u Jastrebarskom i Instituta za drvno-industrijska istraživanja iz Zagreba upisano je 6 kandidata na 6 područja. Slijedeće godine upisuje se samo 1 kandidat, a školske godine 1963/64. 23 kandidata. Tih godina organizacija Saveza studenata vrlo je aktivna. Tako je npr. u 1961/62. održano 26 sastanaka na kojima su vršene diskusije prorade 10 tema uz ukupno prisutnih 1177 studenata, od čega 207 diskutantata. Studenti učestvuju u radu organa upravljanja, imaju razvijen kulturno-prosvjetni rad u okvirima sekcije za kazališnu umjetnost i sekcije za likovnu umjetnost.

U sportu postižu na Sveučilištu značajne uspjehe. 1960. nogometna momčad osvaja prvo mjesto, 1962. odbojkaši i stolnotenisači osvajaju kup Rektorata Sveučilišta, dok se zapaženi rezultati postižu i u rukometu, košarci, plivanju, šahu i streljaštvu.

U razdoblju od 1960. do 1964. dolazi na Fakultet 12 novih asistenata i stručnih suradnika.

Statutom Fakulteta od 01.07.1967. osnovane su radne jedinice za naučni rad:

ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U ŠUMARSTVU i
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI

Zavodi imaju predstojnika, tajnika, izvršni odbor i znanstveni kolektiv. Prvi predstojnik i tajnik Zavoda za istraživanja u šumarstvu bili su prof. dr Milan Androić i prof. dr Branimir Prpić, a Zavoda za istraživanja u drvnjoj industriji prof. dr Juraj Krpan i prof. dr Božidar Petrić.

Sredstva za obavljanje znanstveno-istraživačkog rada dobivala su se na osnovi sklopljenih ugovora s naručiocima radova, posredstvom Poslovnog udruženja šumsko-privrednih organizacija, Poslovnog udruženja proizvođača drvne industrije i od Republičkog i Saveznog fonda za naučni rad.

U školskoj godini 1973/74. organizirana je redovna nastava za stjecanje više stručne spreme pod nazivom Posebna nastava I stupnja iz proizvodnje namještaja. Upis u prvu godinu studija bio je slobodan, a upisalo se 36 studenata. Slijedećih godina na ovaj studij upisalo se 40 do 50 studenata.

1976. godine dogovoren je na području SR Hrvatske jedinstven petogodišnji program znanstveno-istraživačkog rada na području šumarstva i prerade drva u koji su uključene sve znanstvene i stručne institucije, kao i organizacije materijalne proizvodnje šumarstva i prerade drva. Program se ostvarivao kroz znanstvene projekte, potprojekte i zadatke. Znanstveni radnici Fakulteta koordinatori su istraživanja u 10 projekata i bili su nosioci u 38 zadataka.

Program je sadržavao slijedeće projekte:

- Istraživanja na području znanosti o drvu (3 zadatka),
- Istraživanje tehnologije masivnog drva (4 zadatka).
- istraživanje na području tehnologije furnira i ploča (5 zadataka),
- Istraživanje na području tehnologije namještaja (6 zadataka),
- Istraživanje tehnologije proizvoda za građevinarstvo,
- Proučavanje strukture i funkcioniranje šumskih ekosustava SRH-e (6 zadataka),

- Zaštita šuma (5 zadataka),
- Istraživanje ekonomike i organizacije u šumarstvu (2 zadatka),
- Mehanizacija radova u šumarstvu (6 zadataka),
- Pedološko i vegetacijsko kartiranje (1 zadatak).

Ovaj program financirala je SIZ-IV za znanstveni rad i Poslovna zajednica šumarstva, prerade drva, prometa drvnim proizvodima i papirom SRH-e, a neke zadatke neposredno OUR-i šumarstva i drvne industrije. Ovakav jedinstveni program bio je od velike važnosti, posebno za racionalno korišćenje kadrovskeg potencijala, opreme i sredstava.

Nastavni plan i program II i III stupnja od 1960. stalno se poboljšavao, unošene su inovacije da se postigne potrebna razina znanja kod slušača II i III stupnja. Ove promjene vršene su uz neposredne i posredne kontakte s operativom. Veliko značenje za razvoj nastave, nastavnih programa i tiskanje skripata i udžbenika za visoko i srednje obrazovanje u području šumarstva i prerade drva imale su aktivnosti SIZ-e za odgoj i obrazovanje u šumarstvu i preradi drva SRH-e.

Do 1977. godine vršene su u dodiplomskoj nastavi manje promjene, a te godine stupa na snagu novi nastavni program na oba odjela, koji se sada nazivaju Šumarski i Drvnotehnološki, a nastava je značajno modernizirana. Taj program uz neznatna poboljšanja i danas je na snazi.

Prava slika razvoja Fakulteta može se dobiti usporedbom nastavnih planova 1960. i 1985. godine, upisanih studenata, nastavnog osoblja, znanstveno-nastavnih jedinica, nastavno-pokusnih šumskih objekata, terenske nastave, organizacije i rezultata znanstvenog rada, međunarodne suradnje i dr. Od tada je na Fakultetu osnovano 8 novih znanstveno-nastavnih jedinica i 5 zajedničkih jedinica obaju odjela, te Centar za elektroničku obradu podataka. Razvio se postdiplomski studij za znanstveno usavršavanje i razvija se studij

za specijalizaciju. Za obavljanje terenske nastave i znanstvenih istraživanja Fakultetu su dodijeljena tri nova nastavno-pokusna šumska objekta. Tako se teoretska nastava dopunjava praktičnom terenskom nastavom na 5 nastavno-pokusnih šumskih objekata. To su Zagreb (900 ha), Zalesina (718 ha), Lipovljani (1031 ha), Velika (729 ha) i Rab (105 ha). Ovi objekti predstavljaju gotovo sve tipove šuma i zauzimaju ukupnu površinu od 3483 ha. Na objektima se osim nastave vrše i znanstvena istraživanja. Na Fakultetu se osnivaju laboratoriji za istraživanja na području drvnotehnoloških znanosti, a istraživanja i terenska nastava izvode se i u mnogim pogonima drvene industrije.

Znanstveno-istraživački rad šumarstva i prerade drva organizirao se i intenzivirao na jedinstvenim programima za SRH-u. Značajnu ulogu u tome odigralo je Opće udruženje šumarstva i prerade drva, a zatim Poslovna zajednica EXPORTDRVO, čiji je Fakultet član.

Razvila se intenzivna međunarodna suradnja u međunarodnim organizacijama IUFRO, FAO, SEV, ECE, ILO i drugim, zatim putem međuuniverzitetske suradnje našeg Sveučilišta s drugim sveučilištima i bilateralnim ugovorima s fakultetima i institutima u inozemstvu.

Razvoj Fakulteta popraćen je jugoslavenskim i međunarodnim priznanjima znanstveno-nastavnim radnicima Fakulteta. Prof. dr M. Anić izabran je 1968. za redovnog člana JAZU, prof. dr M. Vidaković izabran je 1981. za redovnog člana JAZU. Profesoru Vidakoviću dodijeljen je počasni doktorat Sveučilišta u Sopron-u. Profesor dr D. Klepac izabran je 1977. za izvanrednog člana JAZU. Profesor Klepac izabran je za počasnog člana osnivača Meksičke akademije šumarskih znanosti. Fakultetu i njegovim članovima dodijeljena su i mnoga druga priznanja.

Od osnivanja Poljoprivredno-šumarskog fakulteta do danas studij šumarstva i drvene tehnologije završio je 3051

diplomirani inženjer i 125 inženjera za proizvodnju namještaja. Promovirano je 123 magistra znanosti i 75 doktora znanosti.

Na Fakultetu je upisano 1200 studenata.

Broj diplomiranih u pojedinom razdoblju razvoja Fakulteta mijenjao se, što se vidi na slici 1. Najveći broj diplomiranih je u razdoblju samostalnog Fakulteta.

Na slici 2 vidi se odnos diplomiranih inženjera šumarstva i drvne industrije. Posljednjih 7 godina broj diplomiranih inženjera drvne industrije manji je nego diplomiranih inženjera šumarstva i manji nego u prethodnom razdoblju.

Danas je na Fakultetu u stalnom radnom odnosu:

- 14 redovnih profesora,
- 12 izvanrednih profesora,
- 3 docenta,
- 23 asistenta,
- 14 predavača i viših predavača,
- 2 profesora i predavača viših škola,
- 18 suradnika u nastavi,
- 99 administrativnih, stručnih i pomoćnih radnika ili ukupno 184 osobe.

U dopunskom radu zaposleno je 13 predavača.

Iz pregleda broja nastavnog osoblja od 1959. godine do 1984. vidi se da se u tom razdoblju broj nastavnika u zvanju profesor, docent i predavač povećao za dva i pol puta, što je veliki korak naprijed. Broj asistenata od 1959. godine povećavao se, da bi 1965. dosegao broj 30, a sada je 23, neznatno više nego 1959. godine. Broj nastavnika u dopunskom radu je smanjen.

Fakultet je vrlo aktivan u publicističkoj djelatnosti. Sada se izdaje Glasnik za šumske pokuse, Mehanizacija u šumarstvu, Bilten Zavoda za istraživanja u drvnoj industriji. Nadalje, Fakultet aktivno učestvuje u izdavanju časopisa

Šumarski list i Drvna industrija. Izdaju se Zbornici radova istraživanja za svako petogodišnje razdoblje i distribuiraju korisnicima rezultata istraživanja. Transfer rezultata znanstveno-istraživačkog rada omogućuje se i brojnim savjetovanjima. Podaci o objavljenim radovima u području šumarstva i prerade drva mogu se naći u bibliografijama. A. Kauders u okviru Šumarske sekcije DIT-a Hrvatske izradio je 1947. i 1958. Šumarsku bibliografiju 1846-1946 i Šumarsku bibliografiju 1946-1955. Godine 1976. izlazi Povijest šumarstva Hrvatske 1846-1976 kroz stranice Šumarskog lista.

Šumarski fakultet izdao je:

- Bibliografiju znanstvenih i stručnih radova nastavnika i suradnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 1960-1969;
- Bibliografiju radova istraživača Zavoda za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta u Zagrebu za razdoblje 1976-1980;
- Bibliografiju radova istraživača Zavoda za istraživanja u drvenoj industriji Šumarskog fakulteta u Zagrebu za razdoblje 1976-1980.

Znanstveni radnici Fakulteta i Instituta aktivno su učestvovali u prvom izdanju Šumarske enciklopedije i isto su tako aktivni u priložima za drugo izdanje, čija su dva toma već izašla iz tiska.

Ovo je sažeti prikaz 125 godina razvoja i rada šumarske i drvnotehnološke nastave i šumarske znanosti u Hrvatskoj. Mnogo je bilo uložениh napora u tom razvoju. Mnogi od njih urodili su rezultatima koji su bili i bit će temelj šumarske i drvnotehnološke nastave, šumarske znanosti, razvoja cjelokupnog šumsko-prerađivačkog kompleksa.

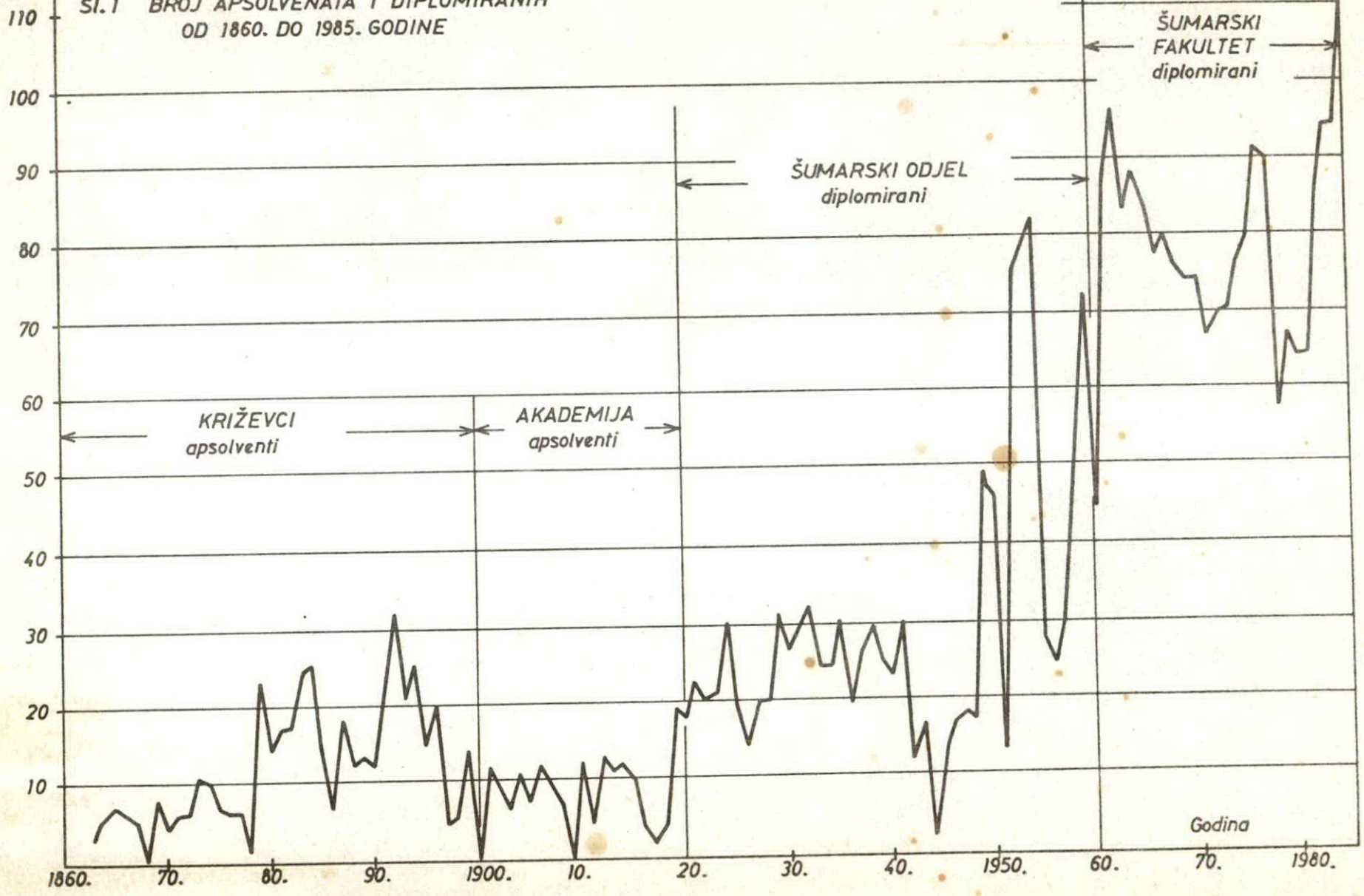
Ova 125 godišnja tradicija i postignuti uspjesi obvezuju nas da nastavimo dalje, da svemu što su učinili naši prethodnici dodamo i mi svoj doprinos i da naša struka

Šumarstvo i prerada drva raste i razvija se na dobrobit budućih generacija.

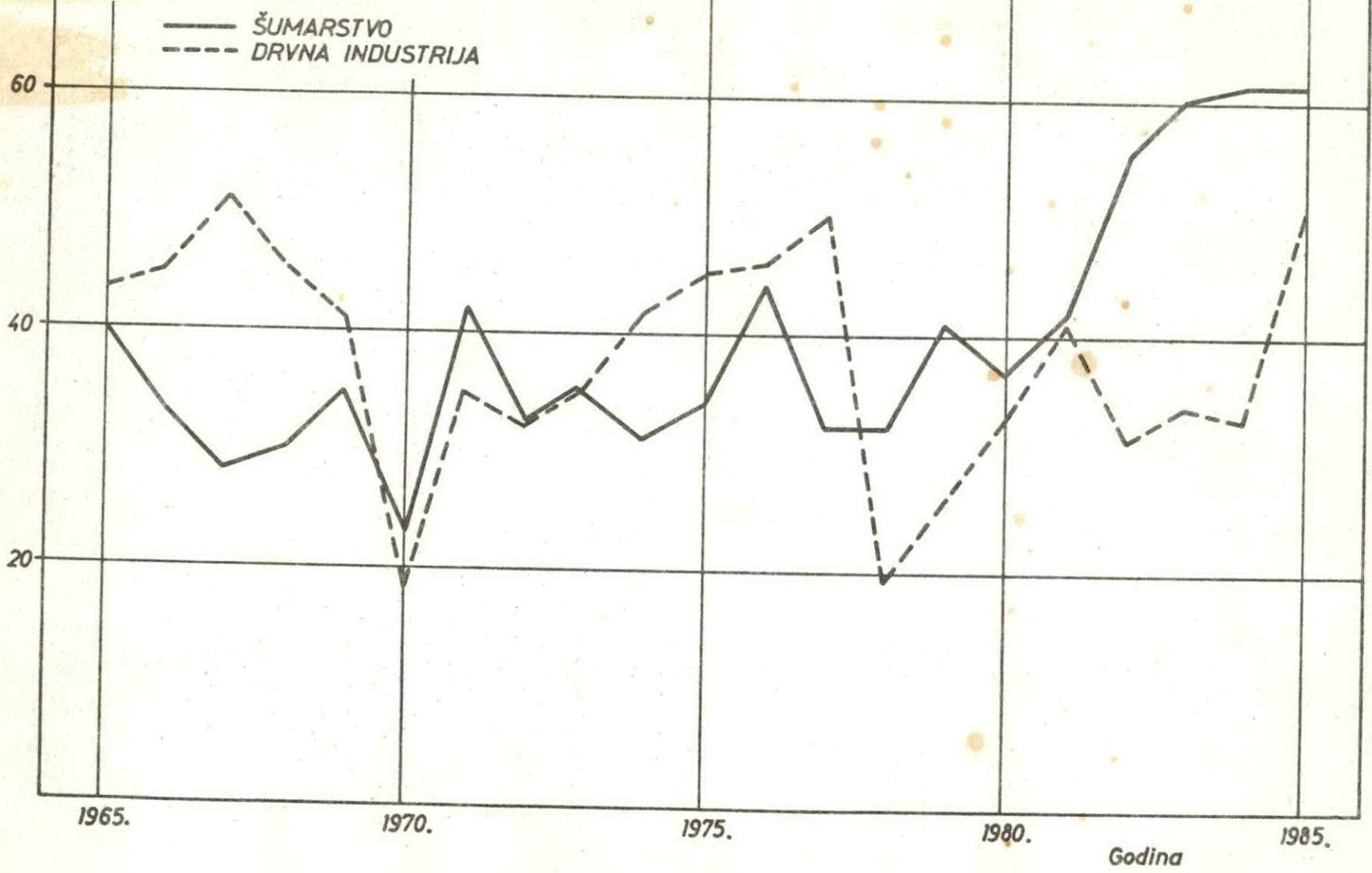
Pregled broja nastavnog osoblja
u razdoblju 1959. do 1984. godine

Školska godina	Nastavnici u stalnom radnom odnosu		Nastavnici u dopunskom radu
	Profesori, docenti, predavači	Asistenti	
1959/60.	18	18	29
1965/66.	26	30	19
1970/71.	26	27	17
1974/75.	32	26	9
1979/80.	41	20	10
1983/84.	45	23	13

SI.1 BROJ APSOLVENATA I DIPLOMIRANIH
OD 1860. DO 1985. GODINE



SI. 2 DIPLOMIRANI INŽENJERI



Prof. dr MLADEN FIGURIĆ
 Predstojnik Zavoda za istraživanja u drvnoj industriji

ZNANSTVENA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI

U v o d

Danas, kod nas, više nitko ne spori da znanost treba biti osnovni pokretač cjelokupnog privrednog razvoja drvne industrije. Na dobrom smo putu da znanost postane integralni dio proizvodnih snaga drvne industrije, a znanstvenoistraživački rad sastavni dio procesa proizvodnje u drvnoj industriji. Za postizanje tog cilja treba učiniti još mnogo napora kako na razvoju znanstvenoistraživačkog rada tako i na primjeni rezultata u operativu drvne industrije. Iz tih razloga i ovo savjetovanje, kao jedna od organiziranih djelatnosti Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, organizirano prigodom 125. godišnjice šumarske nastave u Hrvatskoj, doprinos je znanosti cjelokupnom razvoju naše privredne djelatnosti.

U sklopu 125. godišnjice šumarske nastave u Hrvatskoj, potrebno je istaći da je razvoj znanstvenih istraživanja u drvnoj industriji tekao paralelno s nastavnom djelatnošću, iako različitim intenzitetom, gledano povijesno. Razlog tome je svakako kasniji razvoj drvne industrije u odnosu na šumarstvo. Može se reći, da se u nas znanost u drvnoj industriji u svom razvijenom obliku pojavila tek poslije II svjetskog rata. Nepravda bi, međutim, bila ovom prilikom ne spomenuti znanstvena istraživanja i radove F. Kesterčaneka u području mehaničke i kemijske prerade drva, koji se mogu s pravom nazvati prvim radovima na ovom području, a objavljeni su u vremenskom periodu od 1878-1887. godine.

Za period od 1926. godine, može se reći, da se znanstvenoistraživački rad u drvnoj industriji obavljao po

katedrama (zavodima) Šumarskog fakulteta, te da nije imao posebnu organizacijsku formu. Od 1926. godine pa nadalje on se obavlja kroz Zavod za šumske pokuse Šumarskog fakulteta, koji je koordinirao znanstvenoistraživački rad.

Na Fakultetu se osjećala potreba za većom koordinacijom znanstvenoistraživačkog rada i publiciranjem rezultata tih radova. Osim toga, osjećala se sve veća potreba povezivanja Fakulteta s drvnoindustrijskom operativom, preko organizacijske jedinice, putem koje bi se moglo više pridonijeti neposrednom rješavanju problema operative. Kako je na Fakultetu postojao jak istraživački potencijal, s obzirom na veliki broj stručnjaka određenih drvnotehnoloških specijalnosti, taj se potencijal trebao uključiti u sistematsko rješavanje neriješenih pitanja koja su od značenja i za znanost i za operativu drvne industrije.

Iz tih je razloga, nakon ukidanja Zavoda za šumske pokuse, osnovan Zavod za istraživanja u drvnoj industriji (paralelno Zavod za istraživanja u šumarstvu), koji je konstituiran privremenom odlukom Savjeta Šumarskog fakulteta od 29.II.1967. godine kao samostalna radna jedinica Fakulteta. Za privremenog predstojnika Zavoda izabran je prof. ing. Đuro Hamm, tadašnji starješina Drvnoindustrijskog odjela, koji je tu dužnost obavljao od 11.XI.1967. do 13.XI.1968. godine.

13.XI.1968. godine izabran je za predstojnika Zavoda prof.dr Juraj Krpan. Ovu dužnost vršio je do svoje smrti 22.IX.1969. godine. Od tada, pa do 12.XI.1970. godine, dužnost je ponovno vršio prof. ing. Đuro Hamm, a od 12.XI.1970. za predstojnika Zavoda izabran je prof. dr Ivo Opačić.

Od 1.XI.1972. godine izabran je za predstojnika Zavoda prof. dr Stanislav Bađun i vršio je tu dužnost do 31.XII.1979. godine.

Od 31.XI.1979. godine izabran je za predstojnika Zavoda prof. dr Boris Ljuljka i vršio dužnost do 25.V.1983.

25.V.1983. godine izabran je za predstojnika Zavoda prof. dr Mladen Figurić i vrši tu dužnost do danas.

Zavod je osnovan sa zadatkom da se u njemu proučavaju, istražuju i rješavaju problemi disciplina koje se izučavaju na Drvno industrijskom odjelu Fakulteta (danas Drvnotehnološkom odjelu). Zavod se bavi prvenstveno znanstvenoistraživačkim radom, a zatim radovima na unapređenju proizvodnje, izradom ekspertiza, davanjem mišljenja i savjeta, izradom investicijske tehničke dokumentacije za drvenu industriju, održavanjem savjetovanja i seminara, objavljivanjem znanstvenog i stručnog rada i sudjelovanjem u nastavi. Na taj način formiranjem Zavoda za istraživanja u drвноj industriji nastaje samostalni razvoj drvnotehnoloških znanosti u okviru Šumarskog fakulteta.

R a z d o b l j e 1970 - 1975. g o d i n e

Prvi tragovi organiziranog znanstvenoistraživačkog rada pojavljuju se u vremenskom periodu 1970-1972. godine. Tada se Zavod za istraživanja prvi put natjecao kod tadašnjeg Odbora za postdiplomski studij i znanstveni rad Sveučilišta u Zagrebu s dva projekta. Sredstva odobrena od Sveučilišta u Zagrebu omogućila su formiranje slijedećih istraživačkih zadataka u sklopu projekta:

I. ISTRAŽIVANJE SVOJSTAVA DRVA I PROIZVODA KOD MEHANIČKE I KEMIJSKE PRERADE

- 1.1. Istraživanje varijacija strukture drva i njihov utjecaj na kvalitetu drva;
- 1.2. Sistematsko-kompleksno istraživanje kemijskog sastava domaćih komercijalnih vrsta drva;

- 1.3. Istraživanje fizičkih i mehaničkih svojstava bukovine, grabovine i mekih listača;
- 1.4. Istraživanje rasporeda crvenog srca bukovine;
- 1.5. Istraživanje naprezanja u drvu u toku procesa hidrotermičke obrade drva.

2. PROBLEM ELEKTROTERMIJE U DRVNOJ INDUSTRIJI

Odobrena sredstva za navedene istraživačke zadatke, predstavljala su samo dio zatraženih sredstava. Osnovne karakteristike tog perioda su da se unatoč navedenih, a i drugih poteškoća, znanstvenoistraživački rad počeo obavljati organizirano.

Okolnosti za razvoj znanosti u drvnoj industriji i njezino povezivanje s primjenom nisu bile povoljne, pogotovo u prvom dijelu razdoblja na koje se danas osvrćemo. Bilo je to vrijeme prekomjerne potrošnje u privredi, bez osnove, kada se smatralo da se zaduživanjem može pribaviti sve ili bar većina onoga što je potrebno za razvoj. Iluzija o nepresušnom mehanizmu zaduživanja izravno je štetila znanstvenoistraživačkom radu i razvoju vlastitog znanja i rješenja. U takvim prilikama, kada je bilo lakše i probitačnije kupovati strana rješenja, tehnologiju i organizaciju, često bez minimuma kriterija, znanstvenoistraživački rad na razvoju vlastitih tehnologija bio je gotovo izuzetak.

U tom razdoblju je odnos prema vlastitoj znanosti bio samo deklarativan, pa se sam razvoj znanstvenog i tehnološkog potencijala odvijao većim dijelom na ekstenzivan i spontan način. Takvom stanju su odgovarali i dobiveni rezultati, jer se znanost teretila kao "društvena potrošnja" sa svim pratećim ograničenjima (investicijskim, pri nabavi robe i sl.), a ne kao proizvodna snaga. U takvim se prilikama moglo i očekivati da će, u postupku samoupravnog programiranja i vrednovanja znanstvenoistraživačkog rada, biti i devijacija na štetu dugoročnih interesa udruženog rada drvne industrije.

Pojedinačni interesi neposredne egzistencije, često bez obzira na pravu kvalitetu i društveno opravdanje, nalazili su mjesto u programima, opterećujući postupke samoupravnog planiranja. Unatoč takvim pojavama sistem je uporno krčio put svojoj objektivnoj afirmaciji i unapređenju.

R a z d o b l j e 1976 -1980. g o d i n e

Značajnu ulogu za znanstvenoistraživački rad općenito, pa tako i za područje drvnotehnoloških znanosti, odigralo je donošenje Zakona o organizaciji znanstvenog rada od 20.12.1974. godine, te Samoupravno organiziranje znanosti i osnivanje SIZ-ova za znanstveni rad. Područje drvnotehnoloških znanosti u takvom je organiziranju raspoređeno u "Samoupravnu interesnu zajednicu za znanstveni rad u poljoprivredi, stočarskoj proizvodnji, šumarstvu, proizvodnji i preradi drva, prehrambenoj industriji i odgovarajućoj trgovačkoj djelatnosti (SIZ - IV). Ovakvo Samoupravno organiziranje zahtijevalo je i formiranje programa znanstvenoistraživačkog rada. U SR Hrvatskoj ovo je bilo prvi puta u povijesti ove znanstvene djelatnosti da se dogovorio, objedinio i postavio jedinstveni program istraživanja.

Udruženi rad drvne industrije je putem svoje strukovne asocijacije Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa drvnim proizvodima Hrvatske, te uz sufinanciranje SIZ-a IV za znanstveni rad, sam udružio sredstva za istraživanja i realizirao istraživanja u projektu:

ISTRAŽIVANJA SVOJSTAVA DRVA I PROIZVODA IZ DRVA KOD MEHANIČKE PRERADE

Projekt se sastojao iz 5 potprojekata:

1. ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU NAUKE O DRVU
2. ISTRAŽIVANJE TEHNOLOGIJE MASI VNOG DRVA
3. ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU TEHNOLOGIJE FURNIRA I PLOČA

4. ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU TEHNOLOGIJE NAMJEŠTAJA
5. ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU TEHNOLOGIJE PROIZVODA IZ DRVA ZA GRAĐEVINARSTVO.

Proteklo je razdoblje, bez obzira na neke ispoljene nedostatke, dalo i značajne rezultate trajne vrijednosti za razvoj udruženog rada i društva u cjelini. U nizu područja uspostavljene su komunikacije između korisnika i znanstveno-istraživačkih organizacija, došlo je do određenog usuglašavanja, potaknuta je u društvu svijest o potrebi znanstveno-istraživačkog rada kao osnove daljnjeg razvoja drvne industrije. Povrh svega, u nekim su područjima ostvareni i značajni rezultati.

Suvremena organizacija znanstveno-istraživačkog rada dovodi do sve većeg sudjelovanja stručnjaka iz operative u istraživačkim zadacima. Stoga se ovo vremensko razdoblje s pravom može nazvati periodom školovanja istraživačko-razvojnog kadra drvne industrije.

Praksa je pokazala da i radna organizacija u operativi drvne industrije i akseptori rezultata znanstveno-istraživačkog rada trebaju izgraditi i unapređivati znanstveni kadar i organizaciju znanstveno-istraživačkog rada.

R a z d o b l j e 1981 - 1985. g o d i n e

U vremenskom razdoblju 1981-1985. godine program znanstveno-istraživačkog rada izvodio se u sklopu projekta:

ISTRAŽIVANJE DRVA I PROIZVODA IZ DRVA KOD MEHANIČKE PRERADE

a sastojao se iz 4 potprojekta:

1. KOMPLEKSNO ISTRAŽIVANJE SVOJSTAVA ODRVENJENE BIOMASE.
2. ISTRAŽIVANJA RACIONALNOG KORIŠTENJA SIROVINA U DRVNOJ INDUSTRIJI.

3. OPTIMIZACIJA PROIZVODNIH PROCESA U PRERADI DRVA.
4. ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ PROIZVODA IZ DRVA, TE POBOLJŠANJE NJIHOVIH SVOJSTAVA.

Srednjoročnim planom razvoja znanstvenoistraživačke djelatnosti u SR Hrvatskoj, za razdoblje od 1981-1985. godine utvrđen je i ostvaren programsko-istraživački zaokret prema snažnijem razvoju proizvodne funkcije drvnotehnološke znanosti. Taj proces odvija se putem programskog povezivanja istraživačkih zadataka s neposrednim potrebama i razvojnim pravcima drvne industrije. On je također vidljiv i u izboru istraživačkih zadataka na načelima selektivnosti, uvjetovane, pored ostalog, neophodnom koncentracijom istraživačkih kadrova, znanja i iskustva, sredstava, tehničke opremljenosti, jednom rječju uvažavanja uvjeta uspješnog ostvarivanja i prijenosa traženih istraživačkih rezultata u praksu drvne industrije.

Iako nužan, ovaj zaokret u ostvarivanju efikasnije i jače znanosti, neophodne za dalji razvoj drvne industrije, temeljene na vlastitim rezultatima, ujedno je i dovoljan uvjet da bi znanost ostvarila povjerenu joj ulogu pokretača tehnološkog razvoja drvne industrije. Za ostvarivanje ovog opredjeljenja, kao i srednjoročnim planom utvrđenih zadataka, neophodno je bilo dugoročno i kontinuirano investirati u sam razvoj i funkcioniranje znanstvenoistraživačke djelatnosti u drvnoj industriji. S pravom možemo biti ponosni da je ovo period prvog potpisivanja Samoupravnog sporazuma o financiranju znanstvenoistraživačkog rada u drvnoj industriji, kojim je drvna industrija SR Hrvatske putem svoje asocijacije Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa drvnim proizvodima Hrvatske, udružila sredstva.

To je period koji upravo završava i možemo konstatirati da je to period najneposrednijeg oblika suradnje Zavoda za istraživanja u drvnoj industriji i udruženog rada drvne industrije SR Hrvatske.

Naime, za ovaj period je karakteristično i izuzetno

povećanje neposredne razmjene rada s pojedinim privrednim subjektima iz drvne industrije. Znanstvenoistraživački i istraživačko-razvojni radovi pojedinih OOUR-a se financiraju na teret dotičnog OOUR-a ili radne organizacije koja je zainteresirana za određena istraživanja. Ako je istraživački projekt šireg značenja, sudjeluju u financiranju i SOUR-i, a po potrebi udružuju sredstva OOUR-a iz drugih SOUR-a ili radnih organizacija. Ovdje se može istaći da nema niti jednog značajnijeg subjekta u drvnoj industriji u kojem, u ovom periodu, nisu istraživači Zavoda za istraživanja u drvnoj industriji radili na neposrednoj primjeni znanosti u operativi.

P l a n s k o r a z d o b l j e
1986 - 1990. g o d i n e

Uzimajući u obzir značenje drvne industrije SR Hrvatske u izvozu, izrađen je prijedlog strateškog projekta znanstvenoistraživačkog rada za razdoblje 1986-1990. godine pod nazivom:

ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ NOVIH PROIZVODA, PROIZVODNIH TEHNIKA, TEHNOLOGIJA I METODA UPRAVLJANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI I PROMETU DRVNIM PROIZVODIMA

Strateški projekt ima cilj da kroz sadržaj osigura, u narednom planskom periodu (1986-1990), izradu novih i modernizaciju postojećih proizvodno-tehničkih kapaciteta drvne industrije kroz uvođenje novih proizvoda, novih tehnika, tehnologija i metoda upravljanja osnovanih u značajnoj mjeri na razvoju domaćih znanja. Kao konačni ciljevi istraživanja mogu se definirati slijedeći:

1. Osigurati razvoj novih proizvodnih tehnika i tehnologija i metoda upravljanja, te njihovo uvođenje u pogone drvne industrije.
2. To bi trebalo izazvati kao posljedicu značajno proširenje i izmjenu proizvodnih programa kod privrednih subjekata drvne industrije.

3. Dosadašnja neadekvatna struktura izvoza drvne industrije trebala bi biti značajno poboljšana ovim strateškim projektom.

Iz navedenih ciljeva i osnovne koncepcije o jedinstvu znanstvenog, istraživačkog, razvojnog, stručnog i nastavnog rada proizlaze i konkretni (pretpostavljeni) rezultati istraživanja:

- nove tehnike projektiranja novih proizvoda promijenit će asortiman (proizvodne programe) drvne industrije;

- nove tehnike projektiranja tehnologije ukazat će (osigurati će) efikasnije korišćenje proizvodnih i ostalih resursa;

- povećanje izvoza drvne industrije;

Podizanje ukupne tehnološke organizacije drvne industrije na višu razinu provođenjem novih metoda upravljanja, a time i produktivnosti rada;

- povećanje stupnja informiranosti i stupnja dostupnosti rezultata istraživanja;

- predloženi strateški projekt osniva se na domaćim kadrovima i sirovinama i ima za cilj razviti domaću opremu, tehnologiju i kadrove;

- stvaranje zajedničkih timova istraživača (davaoci usluga) kroz organizirani transfer rezultata i istraživanja;

- osposobljavanje stručnog kadra kroz uključivanje u istraživački rad, te kroz to školovanje kadrova.

Na temelju iznesenog predlaže se slijedeća struktura strateškog projekta za razdoblje 1986-1990., uzimajući u obzir međuzavisnosti problematike rada i razvoja pojedinih proizvodnih jedinica.

PROJEKT 1. ISTRAŽIVANJE, OPTIMIZACIJA I RAZVOJ NOVIH PROIZVODA I PROIZVODNIH TEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA OD MASIVNOG DRVA.

PROJEKT 2. ISTRAŽIVANJE, OPTIMATIZACIJA I RAZVOJ NOVIH PROIZVODA I TEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA OD PLOČA I DRUGIH MATERIJALA.

PROJEKT 3. ISTRAŽIVANJE, OPTIMATIZACIJA I RAZVOJ NOVIH PROIZVODA I PROIZVODNIH TEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI PROIZVODA ZA GRAĐEVINARSTVO.

PROJEKT 4. ISTRAŽIVANJE, OPTIMATIZACIJA I RAZVOJ NOVIH METODA UPRAVLJANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI.

PROJEKT 5. ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ DRVNIH MATERIJALA I OSNOVNIH TEHNOLOŠKIH POSTUPAKA.

PROGRAM: TRANSFER REZULTATA ZNANSTVENOI STRAŽIVAČKOG RADA U DRVNOJ INDUSTRIJI

Sigurno je da se u uvjetima suvremenog znanstveno-tehnološkog razvoja znatno povećala potreba za znanstvenoistraživačkim i razvojnim radom kao i korišćenjem njegovih rezultata u privredi drvne industrije. Znanstveni, tehnički i tehnološki procesi postaju sve značajniji činilac porasta proizvodnosti rada, povećanja materijalne osnove društva i njegova progressa u cjelini. Iz tih razloga, važna je spoznaja da znanost danas nije samo autonomna društvena snaga i oblik potrošnje, već da je jedan od bitnih činilaca privrednog i društvenog razvoja. Ona sve više dobiva sveobuhvatni karakter i nije samo usmjerena na rješavanje tehničko-tehnoloških već i svih ostalih, organizacijskih, ekonomskih, socioloških i drugih problema živog rada.

I pored ovako jasnih koncepcijskih opredjeljenja mjesta i uloge znanstvenoistraživačkog i razvojnog rada u drvnoj industriji, ipak još uvijek razvoj znanosti i korišćenje njenim rezultatima u praksi nije u skladu s potrebama i objektivnim mogućnostima drvne industrije i znanosti. Iz tih razloga, potrebno je još mnogo razumijevanja i samoprijegornog i požrtvovnog ususretnog rada, i znanstvenoistraživačkih radnih organizacija i privrednih organizacija u udruženom radu drvne industrije naše Republike, s istim ciljem - napretkom naše

grane. Uviđajući mjesto i ulogu znanosti i znanstvenog stvaralaštva u cjelokupnom privrednom razvoju, naša grana ulaže dosta napora i resursa u razvoju znanstvenoistraživačke djelatnosti i primjeni znanosti u operativi drvne industrije, usmjerenu na povećanje efikasnosti iskorišćenja prirodnih i proizvodnih potencijala drvne industrije, pa bi i ovo Savjetovanje trebalo biti vidan doprinos tome.

Tendencija porasta ulaganja u znanstvenoistraživački rad, kao i broja kadrova koji rade u ovim djelatnostima, stalno je prisutna i u ekonomski razvijenim zemljama. Ako želimo ublažiti i smanjiti jaz koji postoji među razvijenima i nerazvijenima, zemlje u razvoju moraju pratiti ovu tendenciju. To zahtijeva povećanje obujma znanstvenih aktivnosti, veća ulaganja u znanstvenoistraživački rad, brži razvoj kadrova i efikasno osiguranje transfera znanstvenih informacija. Bez razvoja vlastite znanosti nije moguće uspješno održati korak s razvijenijima.

Iz tih razloga efikasno organiziranje znanstvenoistraživačkog i razvojnog rada, te primjena rezultata znanosti u proizvodnji drvne industrije, moguće je jedino u moderno organiziranoj i integriranoj privredi. Širim integracionim procesima, koji dovode do većih prerađivačkih kompleksa, moguće je koncentrirati veća sredstva, poduzeti veći rizik i stvoriti ostale uvjete za ostvarivanje složenih i dugoročnih istraživačkorazvojnih projekata u drvnoj industriji i šumarstvu.

Uklanjanje naslijeđenih i drugih slabosti i nedostataka - bez čega neće biti moguće osposobiti i razviti ni znanost ni drvnu industriju da postane u punoj mjeri proizvodna okosnica razvoja privrednog - nameću pred našu Poslovnu Zajednicu i udruženi rad, a i samu znanost, poduzimanje niza mjera i određivanje zadaća među kojima se ističu:

a) Osigurati jasnu i preciznu sistemsku definiciju drvnotehnološke znanosti kao proizvodne snage, a ne dijela područja društvene potrošnje, koja je naročito danas pod udarom restrikcija, odnosno osigurati i poticati njeno osposobljavanje pogodnostima koje se daju razvoju ključne društvene infrastrukture.

(b) Do kraja ovog srednjoročnog razdoblja trebalo bi osigurati da ukupan prihod znanstvenoistraživačkih organizacija dostigne adekvatan udio društvenog proizvoda. Naime, ulaganja u znanstvenoistraživačku djelatnost su 2-4 puta manja od ulaganja industrijski razvijenih zemalja (izražena u postotku društvenog proizvoda), pa bi dalje smanjenje ulaganja na ovom području značilo drastično zaostajanje znanstvenoistraživačke djelatnosti.

(c) OOUR-i koji se u perspektivi budu sve više oslanjali na rezultate znanstvenoistraživačkog i razvojnog rada i koji budu gledali dugoročno, bit će kudikamo kvalificiraniji i kritičniji za uvoz strane tehnologije. To je naročito važno zbog toga što međunarodni transferi tehnologije u ekonomskom pogledu više koriste razvijenim zemljama koje prodaju tehnologiju, nego kupcima, mahom nerazvijenim zemljama ili zemljama u razvoju. Sve to jasno i nedvojbeno pokazuje da su naše radne organizacije, ako žele ubrzati svoj ekonomski razvoj, upućene na vlastiti znanstvenoistraživački kadar, ili, ukoliko taj kadar nije izgrađen, potrebno je da ga radne organizacije što prije izgrade. Jedino na taj način moguće je brojna vlastita tehničko-tehnološka rješenja ugraditi u naš tehnički razvoj i što više omogućiti prodor vlastitih inovacija na međunarodno tržište.

(d) Unapređenje sistema planiranja razvoja znanstvenoistraživačke djelatnosti radi osiguranja i utvrđivanja dugoročnih ali i hitnih kratkoročnih potreba grane i same znanosti.

(e) Odgovarajuće definiranje odnosa između strategije znanstvenog i tehnološkog razvoja, te prikladne dugoročne politike.

(f) Izrada integralnog plana razvoja kadrova. Važno je uočiti da je značajna zapreka većoj efikasnosti znanosti u drvnoj industriji u SR Hrvatskoj svakako i nedovoljan broj istraživača.

(g) Izrada cjelovitog plana razvoja (i racionalizacije) institucionalne mreže, a naročito prijemnih punktova neophodnih u procesu prijenosa znanstvenoistraživačkih rezultata u materijalnu proizvodnju drvene industrije. Sadašnja raspoređenost istraživačkih kadrova i institucija nije povoljna s obzirom na utvrđivanje potreba i prijenosa samih rezultata istraživanja u materijalnu proizvodnju. Tako je, primjerice, u razvijenim zemljama u materijalnoj proizvodnji zaposleno 50-60 posto svih istraživača, dok se u nas u materijalnoj proizvodnji nalazi tek neznatan broj istraživača. Tim je značajnija konstatacija, da neke industrijski važnije regije kod nas, nemaju niti registrirane istraživačko-razvojne institucije.

(h) Usmjerivanje dijela kreditnog potencijala banaka (uključivo i internih banaka) u transfer znanstvenoistraživačkih rezultata u drvnoj industriji, odnosno osiguranje tehnoloških istraživanja na način da kreditni režim i kamate prilagode specifičnostima rada na ovom području. To se prvenstveno odnosi na veću prisutnost rizika u istraživanjima, duže vremensko razdoblje neophodno za prevođenje "ideje" na komercijalnu razinu (čak i 10-15 godina), kao i na značajna financijska sredstva potrebna u fazi razvoja industrijskih istraživanja. Sadašnje nepostojanje takvog mehanizma sufinanciranja vlastitog tehnološkog razvoja značajna je prepreka efikasnom korišćenju već i sada postojećih rezultata "domaće" znanosti.

(i) Dogradnja postupka odobravanja investicija na način da se prednost daje onim investicijama koje su temeljene na vlastitim rezultatima znanosti i tehnološkog razvoja, a u investicije osnovane na stranoj tehnologiji da se obvezatno ugrađuju programi vlastitih istraživanja za unapređenje i razvoj uvezene tehnologije.

(j) Ukidanje neopravdanih uvoznih ograničenja i omogućavanje uvoza neophodne znanstvene opreme i repromaterijala za znanstvenoistraživački rad, uvoza inozemne i stručne literature, te ukidanje ograničenja na putne troškove uz terenski dio znanstvenoistraživačkog rada. Naime, u svijetu se odvija

radikalna zaokret u znanosti prema automatizaciji i kompjuterizaciji svih znanstvenoistraživačkih pogona, te izrazito zamjenjivanje stare novom znanstvenoistraživačkom robom.

Činjenica je da znanstvenoistraživački i razvojni rad bitno utječu na napredak drvne industrije. Taj utjecaj zavisi pored ostalog i o tome da li su pojedini oblici istraživanja uravnoteženi. Analiza troškova financiranja pojedinih oblika znanstvenog rada u nas pokazuje da je taj odnos poprilično neuravnotežen i tendencijski sasvim drugačiji od onog u industrijski razvijenim zemljama. Premda je vrlo teško, gotovo i nemoguće povući oštru granicu između fundamentalnog istraživanja, primijenjenog istraživanja i razvojnih istraživanja, činjenica je da je takva podjela korisna, premda, razumije se, nepotpuna. Neophodno je, međutim, naglasiti da tehnološko-tehnički napredak ublažava tu razliku i čini je manje jasnom.

Fundamentalna istraživanja osnova su privrednog i društvenog napretka. Bez takvih istraživanja ne može se zamisliti ni djelotvoran obrazovni rad na sveučilištima ni u operativu. Očito je da su fundamentalna istraživanja odavno prestala biti isključiv objekt interesa neobuzdanih istraživača i izazvala pažnju grupa istraživača sa strogo definiranim istraživačkim zadacima, koji rade bilo u radnoj organizaciji ili izvan nje. Primijenjene znanosti se ne mogu razviti u punom smislu bez odgovarajućeg razvoja fundamentalnih istraživanja. Dovoljno je samo naglasiti da najrazvijenije industrijske zemlje, koje njeguju primijenjena istraživanja i pokazuju značajne proizvodno-poslovne rezultate, po pravilu ulažu značajna financijska sredstva i u fundamentalna istraživanja.

Industrijskim razvojem, razlike između fundamentalnih i primijenjenih istraživanja postaju sve manje, odnosno njihovo poklapanje sve veće. Za fundamentalno usmjerena istraživanja karakterističan je normativan pristup, tj. istraživačke su akcije usmjerene prema poznatim strateškim ciljevima i operativnim zadacima, ali su načini i metode ostvarenja tih ciljeva i zadataka nepoznati.

Bez obzira na relativno visoko sudjelovanje fundamentalnih istraživanja u ukupnim troškovima za znanstvenoistraživački rad kod nas, ta istraživanja nisu dovoljno prihvaćena u udruženom radu drvne industrije, ali ne kao opravdanje da su fundamentalna istraživanja u drvnoj industriji zapostavljena. Daljnje značenje fundamentalnih istraživanja očituje se u činjenici, da su upravo ta istraživanja dobra i temeljita škola istraživača, te izvor stvaralačkih ideja. Valja, naime, priznati da su specijalizirane grupe često orijentirane na rješavanje uobičajenih, gotovo rekli bismo standardnih zadataka. Njihov način mišljenja sticajem prilika postaje ukalupljen, bez istinskih potreba za stvaralačkim idejama. Rad na fundamentalnim istraživanjima omogućuje tim ljudima da razbiju taj kalup i da osvježe ideje i način mišljenja.

Hitno rješavanje navedenih problema i uklanjanje prepreka, stvaranje jače i efikasnije znanosti kao proizvodne snage, okosnica je ukupnog privrednog i društvenog razvoja naše grane i naše zajednice u cjelini.

Ovaj prigodni prikaz nije mogao izbjeći zamku neravnomojnosti osobne obaviještenosti. Nije se ni mogao dati cjelovit uravnoteženi prikaz rezultata koje je znanstvenoistraživački rad, organiziran u sistemu samoupravnih interesnih zajednica i Poslovne zajednice "Exportdrvo" Zagreb, posebno dao udruženom radu drvne industrije. Navedena dostignuća valja shvatiti kao vremenski prikaz. Međutim, on pokazuje unatoč nizu propusta, padova i nesnalaženja, da je organizacija znanstvenoistraživačkog rada u drvnoj industriji u proteklih 125 godina postigla pozitivan rezultat koji nas čini ponosnim.

Srazmjerno ulaganjima postignuto je dosta. Posebno valja cijeliti zrelost i povjerenje radnika u udruženom radu, koji su naročito u posljednje vrijeme, usprkos velikim teškoćama, prihvatili usmjerenje na pojačani razvoj znanstvenoistraživačkih aktivnosti kao osnove za uspješniji materijalni i sveukupni razvoj drvne industrije. Na tu zrelost valja računati i u budućnosti.

L i t e r a t u r a

1. *** : Izvještaji predstojnika Zavoda objavljeni u "Biltenu ZIPI" Šumarski fakultet Zagreb, 1967-1985. god.
2. *** : Šumarska nastava u Hrvatskoj 1860-1960. Šumarski fakultet Zagreb, Zagreb 1963.

Prof. dr MARIJAN BREŽNJAK
 Dr mr ĐORĐE BUTKOVIĆ
 Katedra za tehnologiju drva
 Šumarski fakultet Zagreb

PILJENJE JELOVIH TRUPACA I PROCJENA KVALITETE PILJENICA

1.0 UVOD

U okviru istraživačkog zadatka "BOLJE I POTPUNIJE KORIŠĆENJE PILANSKE SIROVINE" razvila se metoda simuliranog piljenja uz upotrebu elektroničkog računala. Osnova ovakvog programa je brzo iznalaženje nekog rasporeda pila koji će dati teorijski najpovoljnije rješenje tj. optimalno iskorišćenje.

Ovo istraživanje se odnosi na iznalaženje mogućnosti prognoziranja kvalitete jelovih piljenica. U toku prerade trupaca na jarmačama ne može se utjecati na izradu kvalitetnijeg proizvoda iz onog dijela trupaca gdje se on nalazi, kao kod tračne pile uz individualno piljenje. Radi toga se nastojala utvrditi pozicija pojedine zone kvalitete u trupcu.

Put kojim se prišlo rješavanju ovog pitanja sigurno nije jedini. Ova će istraživanja trebati nastaviti sa ciljem usavršavanja otkrivenih spoznaja za jelovinu i proširenjem na druge vrste drva. Ideja za ovakav način istraživanja proizlazi iz problema snabdijevanja finalnih pogona s piljenom građom iz pilane. Istraživanje je obavljeno u Gorskom Kotaru na piljenju jelovine.

2.0 CILJ ISTRAŽIVANJA

Za cilj istraživanja u ovom radu su postavljena dva problema:

- 2.1 Mogućnost prognoziranja kvalitete piljene građe
- 2.2 Mogućnost optimiziranja kvalitete piljenice ili grupe piljenica

2.1 Za mogućnost prognoziranja kvalitete piljenica pri preradi znatne količine trupaca na jarmačama, a u cilju postizanja bolje kvalitete

u željenim debljinama piljenica, postavilo se pitanje, da li je moguće, na neki način, utjecati na raspored pila sa ciljem postizanja bolje kvalitete odnosno veće vrijednosti piljene građe. Činjenica je da postoji velika razlika u kvaliteti piljene građe iz centralnog dijela i bočne zone trupca. Srce trupca i zona oko njega ima vrlo lošu kvalitetu i takva građa ne nalazi primjenu u finalnoj proizvodnji (najveći utjecaj na lošiju kvalitetu imaju raspukline). Bočni dijelovi trupca su kvalitetniji, ali su to zone sa znatnijim udjelom kvrga i eventualno drugim greškama. Kod piljene građe iz jelovih trupaca s područja Gorskog Kotara, klasu kvalitete najčešće određuju kvрге i raspukline, a manjim dijelom druge greške (bušotine od insekata, trulež i dr.).

Prema pregledu udjela trupaca, uočljiva je veća količina trupaca većih promjera. Za njih je, općenito, pa i u ovom radu, razvijena tehnologija prerade prizmiranjem. Deblje trupce nije preporučljivo prerađivati "šablonski" kao tanje trupce, koji su ujednačenije kvalitete, pa je za njih, možda, najpodesnije piljenje u cijelo. Stoga se mora voditi strogo računa o tome kako sastaviti raspored pila u smislu dobivanja veće kvalitete piljene građe. Rasporedi pila se moraju sastaviti na način da se zadovolje potrebe dalje prerade, ali poštujući kod toga i osnovne postavke kvantitativnog iskorišćenja u pilanskoj preradi. Dio piljenica koje moraju imati bolju kvalitetu raspoređuje se u bočne dijelove trupca. Ti dijelovi do danas nisu bili točno utvrđeni, nego se raspored pila sastavljao na osnovi iskustvenih spoznaja. Cilj ovog istraživanja bio je da se na osnovi mjerenja ustanove, dovoljno točno, zone drva u trupcu b o l j e odnosno l o š i j e kvalitete, što bi omogućilo prognoziranje kvalitete piljene građe. Određene zone kvalitete činili bi oni dijelovi trupca, kvaliteta kojih odgovara kriterijima za sortiranje piljene građe po klasama za potrebe dalje prerade u finalu (kriterij JUS-a jele/smreke s manjim izmjenama).

Za ovakvo istraživanje bilo je potrebno odrediti kvalitetu trupaca iz kojih će se uzimati uzorak za mjerenje. Kvaliteta trupaca, koji pristižu u pilanu već duži niz godina, zadržava iste omjere:

80%	III klasa kvalitete
15%	II klasa kvalitete
5%	I klasa kvalitete

S obzirom da su trupci treće klase najviše zastupljeni, nastojalo se da oni budu reprezentant u ovom istraživanju.

2.2 Pretpostavkom da je moguće prognozirati kvalitetu piljenica otvara se mogućnost optimiziranja kvalitete piljenica. To znači sastaviti takve rasporede pila, gdje će se za piljenice određenih dimenzija, sa izvjesnom sigurnošću, moći garantirati željena kvaliteta. Iz toga bi trebalo proizaći programirano sastavljanje rasporeda pila na jarmačama.

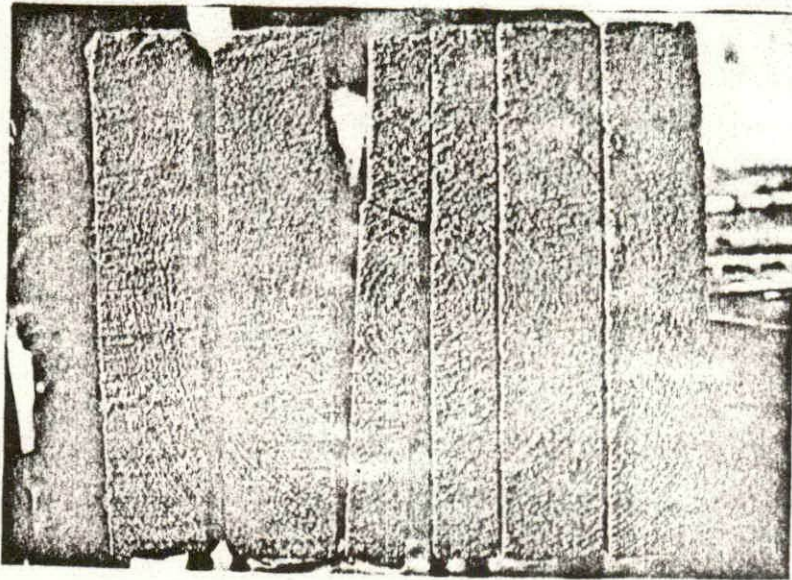
3.0 METODA RADA

Izabiranje trupaca nije obavljeno prije piljenja nego je ono uslijedilo u procesu prerade, a nastojalo se da to budu reprezentanti prosječne klase kvalitete trupaca kakvi dolaze u ovu pilanu. Trupci bolje kvalitete nastoje se prerađivati na liniji tračnih pila, radi individualnog načina piljenja, što može garantirati nešto veću kvalitetu piljenica u željenim debljinama. Za liniju jarmače preostaju trupci uglavnom lošije kvalitete. S obzirom na najveću zastupljenost trupaca u trećoj klasi može se smatrati da bi to bila neka uobičajena klasa kvalitete za preradu na liniji jarmača. Stoga je izvršeno mjerenje i istraživanje na tim trupcima. Pri tome je temeljna namjera bila da se iz njih dobije što bolja kvaliteta piljene građe potrebnih debljina. Nakon toga bi uslijedila izmjena uglavnom uvriježenih rasporeda pila. Navedeni faktori bili su glavni poticaj istraživanju na analizi kvalitete pojedinih dijelova u trupcu.

Na trupcima su izmjerena tri unakrsna promjera na tanjem, u sredini i debljem kraju, izbrojene kvрге i registrirane po veličini, te zabilježene ostale greške koje su se mogle vizuelno uočiti. Svaki trupac je zasebno praćen u toku piljenja, a za dobivenu građu određeno je kvantitativno i kvalitativno iskorišćenje po trupcu.

3.1 Određivanje zona kvalitete u prizmi

Dobivena piljena građa reponirana je u prizmu i time je dobivena slika strukture prizme po kvaliteti na osnovi kvalitete piljenica (slika 1). Kratka piljena građa se ne sortira po istim kriterijima kao građa normalne dužine (3 - 6 m), pa nije



Slika 1 - Reponiranje piljenica u prizmu.

uzimana u obzir za određivanje zona kvalitete trupaca. No izmjerene su dimenzije i određena joj je kvaliteta, radi uvida u kompletnu strukturu iskorišćenja.

Reponiranjem piljenica poznate kvalitete u prizmu, dobivene su iz njihovih debljina širine određene zone kvalitete u obliku kružnog vijenca odnosno kružnih cilindara, pojedinačno za svaki trupac. Određivanjem aritmetičke sredine izračunatih granica za sva tri rasporeda pila, dobiveni su prosječni promjeri granica kvalitete.

Piljena građa jele/smreke se sortira u šest klasa kvalitete: ČPČ, I, II, III, IV i V. Finalni pogoni građevne stolarije u poligonu ovih istraživanja, koriste četiri klase kvalitete:

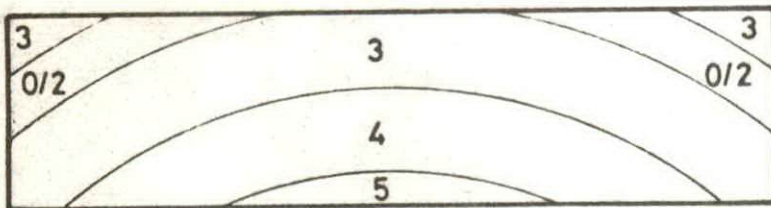
ČPČ, I, II i III, ali grupirane u dva razreda. ČPČ, I i II zajedno nazvane su O/2 klasa kvalitete i III posebno. To je stoga što su prve tri klase, dosta slične po kvaliteti, mogu koristiti za isti proizvod, pa nije potrebno posebno odvajanje. Zato je kod određivanja zona kvalitete u trupcu, ČPČ, I i II klasa nazvana O/2 klasa kvalitete.

Za svaku prizmu su posebno izračunate zone kvalitete. Na temelju tri pokusna piljenja pomoću aritmetičkih sredina su obračunate vrijednosti granice zona kvalitete, koje se dalje upotrebljavaju u kompjuterskom programu za prognoziranje kvalitete piljenica. S programom je moguće prognoziranje kvalitete piljenica uz tehniku piljenja prizmiranjem.

Nakon toga je izvršeno testiranje rezultata prognoziranja kvalitete piljenica četvrtim piljenjem, s novim rasporedima pila, za sve debljinske grupe. Dobivena piljena građa je klasirana po istim kriterijima kao i u prethodna tri piljenja. Isti rasporedi pila su putem računala dali rezultate, koji su uspoređeni s eksperimentalnim piljenjem.

Ovdje je bitno naglasiti da su granice zona kvalitete u prizmi određene na temelju aritmetičke sredine dobivene iz nekog uzorka. S obzirom na to da su trupci različiti, pojedine granice zona kvalitete su također različite, pa je na istom mjestu u trupcu - prizmi utjecaj pojedinih zona kvalitete na piljenicu različit. Stoga piljenice smještene u istom mjestu jednog rasporeda pila neće imati identičnu kvalitetu, nego će biti zastupljene s nekoliko klasa kvalitete u različitom postupku.

Računalo prognozira kvalitetu piljenica na osnovi površina pojedinih klasa kvalitete u poprečnom presjeku piljenice (slika 2).



V	klase kvalitete..%
IV	klase kvalitete..%
III	klase kvalitete..%
O/2	klase kvalitete..%

Slika 2.

Pojedina zona kvalitete zauzima određenu površinu i u odnosu na cijelu površinu poprečnog presjeka piljenice daje postotno učešće klase kvalitete. To je hipoteza kojom se definiraju klase kvalitete piljenica smještenih u istom mjestu rasporeda pila. Iz toga

slijedi da će iz određenog rasporeda pila i piljenice smještene u njemu, biti zastupljeno više klasa kvalitete u određenim postocima.

3.2 Optimiziranje kvalitete piljenice

Na osnovi dobivenih rezultata promjera zona kvalitete, u trupcu sa prišlo izradi novog kompjuterskog programa, pomoću kojeg je moguće određivanje smještaja piljenice željene debljine u dio prizme za postizanje maksimalne količine određene klase kvalitete.

4.0 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Dobiveni rezultati su podijeljeni u dvije grupe:

4.1 Rezultati prognoziranja kvalitete piljenica.

4.2 Rezultati optimiziranja kvalitete piljenice ili grupe piljenica.

U eksperimentalnom dijelu istraživanja ispitani su trupci, jedne debljinske grupe, sa četiri različita rasporeda pila. Radi lakšeg praćenja, rezultati su promatrani u četiri grupe rasporeda pila 1, 2, 3 i 4, koji obuhvaćaju sve trupce u određenim debljinskim grupama od 26 do 61 centimetar promjera trupca u sredini dužine (primjer tabela broj 1). Svi trupci su dužine 4 m.

Na desnoj strani tabele broj 1 je prikazano kvantitativno iskorišćenje dobiveno simuliranim piljenjem, a na lijevoj strani eksperimentalnim piljenjem.

Na grafikonu 1 je dat prikaz sumarnog kvantitativnog iskorišćenja, izjednačen krivuljom drugog reda za sve četiri grupe trupaca, posebno za simulirano i posebno za eksperimentalno piljenje.

REZULTATI KVANTITATIVNOG ISKORIŠĆENJA

DEBLJINSKA GRUPA:

32 - 34 cm

TABELA: 1

Broj	PODACI O TRUPCIMA						PILJENA GRADA eksperimentalno piljenje						PILJENA GRADA simulirano piljenje						
	D_s		V	i		N_k		3-4 m		1-2.75 m		UKUPNO		3-4 m		1-2.75 m		UKUPNO	
	cm	m^3	cm/m^3	m	s	v	m^3	l_m^1	m^3	l_m^2	m^3	l_m	m^3	l_m^1	m^3	l_m^2	m^3	l_m	
1	33	0,34	0,75	5	3	2	0,202	0,5941	0,006	0,0177	0,208	0,6118	0,227	0,6676	-	-	0,227	0,6676	
2	34	0,36	1,00	7	6	3	0,223	0,6194	0,007	0,0195	0,230	0,6389	0,235	0,6528	-	-	0,235	0,6528	
3	34	0,36	0,75	6	4	3	0,226	0,6278	0,015	0,0416	0,241	0,6694	0,244	0,6778	-	-	0,244	0,6778	
4	32	0,32	1,00	8	3	-	0,199	0,6218	0,004	0,0126	0,203	0,6344	0,199	0,6219	0,009	0,0281	0,208	0,6500	
5	33	0,34	1,00	9	4	1	0,202	0,5941	0,009	0,0265	0,211	0,6206	0,211	0,6206	0,013	0,0382	0,224	0,6588	
6	33	0,34	1,00	7	7	2	0,219	0,6441	0,003	0,0088	0,222	0,6529	0,211	0,6206	0,013	0,0382	0,224	0,6588	
7	33	0,34	0,50	4	2	-	0,215	0,6323	0,007	0,0206	0,222	0,6529	0,234	0,6882	-	-	0,234	0,6882	
8	34	0,36	0,25	10	-	-	0,247	0,6861	0,003	0,0083	0,250	0,6944	0,251	0,6982	-	-	0,251	0,6982	
9	32	0,32	0,75	11	2	-	0,184	0,5750	0,010	0,0312	0,194	0,6062	0,205	0,6406	0,009	0,0281	0,214	0,6687	
10	32	0,32	1,00	8	3	2	0,201	0,6281	0,002	0,0063	0,203	0,6344	0,199	0,6219	0,009	0,0281	0,208	0,6500	
11	33	0,34	0,75	5	2	-	0,214	0,6294	0,010	0,0294	0,224	0,6588	0,227	0,6676	-	-	0,227	0,6676	

 D_s - srednji promjer trupca

 V - volumen trupca

 i - pad promjera

 N_k - broj kvrga

 m - mala kvrga

 s - srednja kvrga

 v - velika kvrga

 l_m^1 - koeficijent kvantitativnog iskorišćenja za piljenu gradu dužine 3-4 m

 l_m^2 - koeficijent kvantitativnog iskorišćenja za piljenu gradu dužine 1-2.75 m

 l_m - koeficijent kvantitativnog iskorišćenja

Raspored pila:

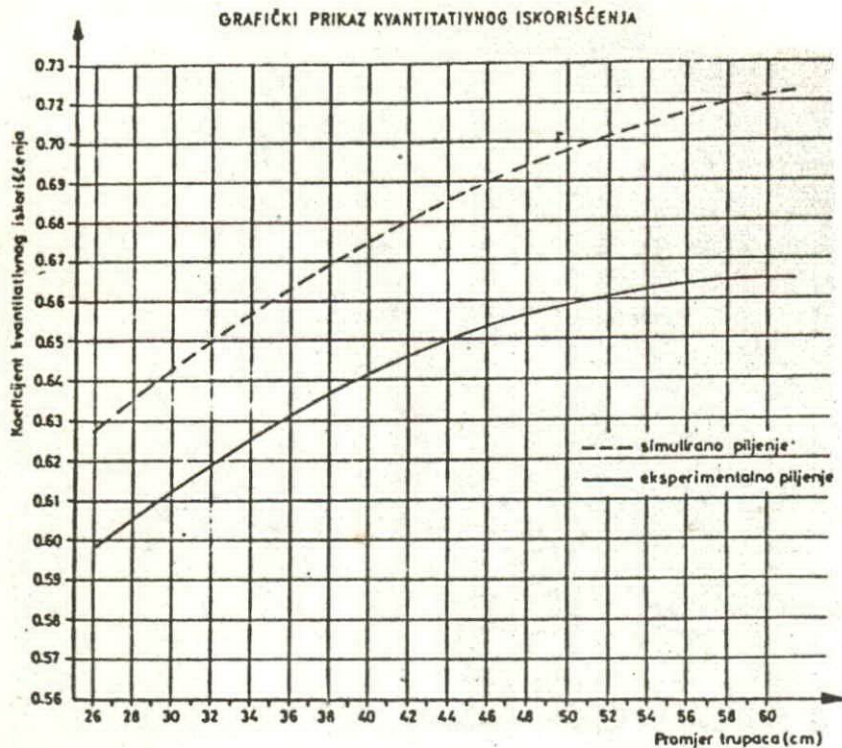
Nominalne dimenzije:

1/160 1/37 R/23; 1/23 2/47 R/23

Dimenzije s nadmjerom:

1/166 1/39 R/24; 1/24 2/49 R/24

 $\bar{\Delta} = 0,02398$
 $t = 3,8463$



Grafikon 1

4.1 Rezultati prognoziranja kvalitete piljenica

Na osnovi dobivene piljene građe i njene kvalitete izračunati su prosječni promjeri pojedinih zona kvalitete u prizmi. Sve zone kvalitete su omeđene kružnicama i prikazane na tanjem kraju trupca. Zone kvalitete su izračunate za prva tri rasporeda pila, posebno za svaku debljinsku grupu.

Rezultati izračunatih prosječnih promjera zona kvalitete za debljinske grupe, prikazani su u tabeli 2.

Na grafikonu broj 2 može se vidjeti kako promjeri istih zona kvalitete rastu sa porastom promjera trupca. Najveći udjel "V" klase kvalitete nalazi se oko zone srca trupca, a prema plaštu trupca udjeli pojedinih zona kvalitete opadaju. Uspoređivanje rezultata eksperimentalnog piljenja i prognoziranja kvalitete je izvršeno za centralnu piljenu građu i dio stranične piljene građe određenih dimenzija, a koje su interesantne za dalju finalnu preradu (primjer tabela 3). Rasporedi pila napisani su s nadmjerama. U zaglavlju tabele prikazane su debljine piljenica.

UČEŠĆE ZONA KVALITETE U POPREČNOM PRESJECU TRUPCA (POLOVINA PRESJEKA)

Dražen 2

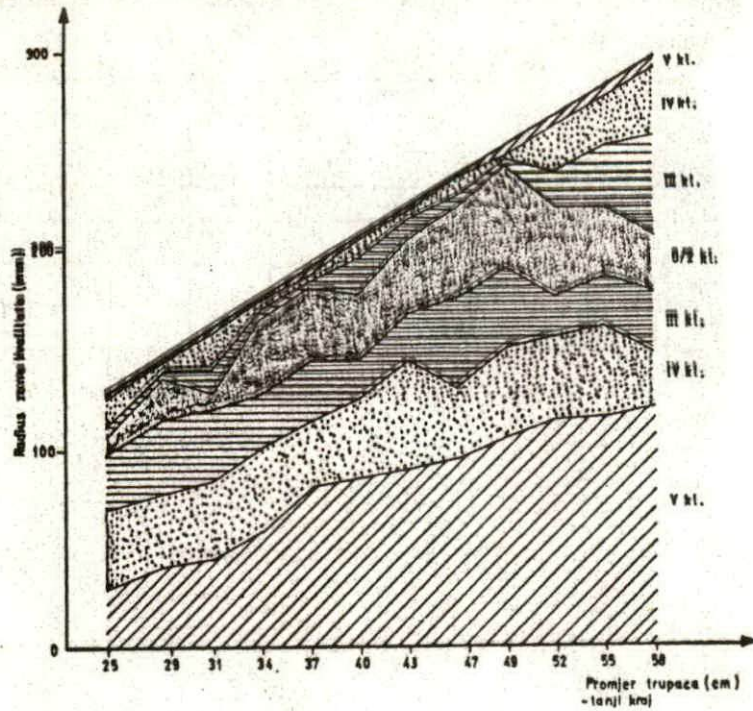


Tabela 2.

Debljinska grupa cm	Prosječni promjeri zona kvalitete u prizmi (trupcu) - mm po klasi kvalitete piljenica						
	V	IV	III	O/2	III	IV	V
	1. 26 - 28	60	145	200	220	230	245
2. 29 - 31	80	155	230	270	280	285	290
3. 32 - 34	85	165	240	255	280	305	310
4. 35 - 37	115	200	255	330	335	338	340
5. 38 - 40	160	225	285	360	365	368	370
6. 41 - 43	170	250	290	355	390	395	400
7. 44 - 46	180	285	315	405	420	428	430
8. 47 - 49	190	260	350	440	450	468	470
9. 50 - 52	210	300	380	480	485	488	490
10. 53 - 55	225	310	350	440	475	510	520
11. 56 - 58	230	320	370	440	500	540	550
12. 59 - 61	240	295	355	410	510	570	580

UPOREĐENJE REZULTATA PROGNOZIRANJA KVALITETE PILJENICA (P) SA EKSPERIMENTALNIM PILJENJEM (E)

Dobijinska grupa: 59-61 cm Klasa kvalitete: V IV III 0/2 III IV V
 Promjeri zona kvalitete(mm): 240 295 355 410 510 570 580 TABELA: 3

Mjerenje broj	RASPORED PILA Dimenzije s nadmjerom	Klasa kvalitete	DEBLJINA PILJENICE mm									
			24		39		49		68		78	
			E	P	E	P	E	P	E	P	E	P
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
48	1/355 1/49 R/24 5/24 1/39 1/78 R/24	V	78	68 ^x	18	44					5	-
		IV	13	17 ^x	50	24 ^{xxx}					23	16 ^x
		III	9	15	23	22 ^x					46	53 ^x
		0/2	-	- ^x	9	10					27	31 ^x

Promjer trupca na tanjem kraju: 58 cm

koje su ispiljene iz prizme i udio njihovih klasa kvalitete. Uz svaki rezultat kvalitete, dobiven iz eksperimentalnog piljenja (E), nalazi se i rezultat dobiven prognoziranjem kvalitete (P) (rezultati prognoziranja vidljivi su u prilogu 1). U tabeli se vide udjeli pojedinih klasa kvalitete u postocima (zaokruženo na cijeli broj), iz čega se mogu rezultati međusobno uspoređivati.

Za analizu dobivenih rezultata su najinteresantnije piljenice ispiljene izvan zone srca. Naime, zona oko srca ima kod jele/smreke, iz spomenutog područja, loš utjecaj na kvalitetu zbog raspucavanja (paljivost). U nekim slučajevima prognoziiranje kvalitete oko zone srca ne daje odgovarajuće rezultate. Za piljenice izvan te zone može se reći da su rezultati prognoziiranja dosta dobri i da se za njih može vršiti prognoziiranje kvalitete pomoću računala. Ujedno valja naglasiti da su to kvalitetnije piljenice i da su interesantne za dalju preradu u finali.

Na osnovi rezultata dobivenih eksperimentom i prognozom, izvršeno je testiranje hipoteze, da se postotak dobiven eksperimentom signifikantno ne razlikuje od teoretski pretpostavljenog. Prag sigifikantnosti je postavljen na razini većoj od 5% kao nesigifikantno (oznaka x), na razini većoj od 1% a manjoj od 5% kao sigifikantno (oznaka xx) i na razini manjoj od 1% kao

PROGNOZIRANJE KVALITETE PILJENICA

Promjer trupca $D = 580 \text{ mm}$

Visina prizme $h = 335 \text{ mm}$

Sirina propiljka $p = 3.2 \text{ mm}$

Piljenica br. 1

$d = 97.4 \text{ mm}$

klase 4 ima 44.29 %
 klase 3 ima 51.63 %
 klase 0-2 ima 3.67 %

Piljenica br. 2

$d = 78 \text{ mm}$

klase 4 ima 15.78 %
 klase 3 ima 53.39 %
 klase 0-2 ima 30.82 %

Piljenica br. 3

$d = 39 \text{ mm}$

klase 5 ima 44.44 %
 klase 4 ima 23.52 %
 klase 3 ima 22.04 %
 klase 0-2 ima 10.00 %

Piljenica br. 4

$d = 66 \text{ mm}$

klase 5 ima 67.49 %
 klase 4 ima 17.25 %
 klase 3 ima 15.18 %
 klase 0-2 ima .08 %

Piljenica br. 5

$d = 66 \text{ mm}$

klase 5 ima 68.56 %
 klase 4 ima 17.03 %
 klase 3 ima 14.41 %

visoko signifikantno (oznaka xxx). Na mjestima gdje nema oznake nije se testiranje moglo izvršiti radi manjeg broja od 5 komada piljenica.

Od ukupno 100 podataka, izvršeno je 74 testiranja rezultata prognoziiranja kvalitete piljenica uspoređenih sa stvarnim podacima dobivenim u eksperimentu, pokazuje se slijedeće:

- u 67 slučajeva nema signifikantnosti (x)
- u 1 slučaju je signifikantno (xx)
- u 6 slučajeva je visokosignifikantno (xxx)

Signifikantnost odnosno visoka signifikantnost se najčešće pojavljuje kod dvije najtanje debljinske grupe: 26 - 28 cm i 29 - 31 cm. Pojavljuje se još kod debljinskih grupa 53 - 55 cm i 59 - 61 cm.

4.2 Rezultati optimiziranja kvalitete piljenice ili grupe piljenica

Na osnovi izračunatih zona kvalitete u prizmi (trupcu), moguće je putem elektroničkog računala odrediti položaj piljenice određene debljine u prizmi, u svrhu davanja optimalne kvalitete piljenice. Računalo daje upute za udaljenost piljenice ili grupe piljenica od osi trupca. U nju se mogu uvrstiti i rasporediti standardne debljine piljenica kod sastavljanja rasporeda pila, pri različitim visinama prizama. U nastavku će se na primjeru pokazati praktična upotreba ove postavke. U navedenom primjeru je izračunata 0/2 klasa kvalitete kao optimalna za dvije visine prizama, $h_1 = 0,5 D_t$ i $h_2 = 0,8 D_t$.

P r i m j e r :

Promjer trupca: $D_t = 44$ cm

Visina prizme: $h_1 = 220$ mm

$h_2 = 352$ mm

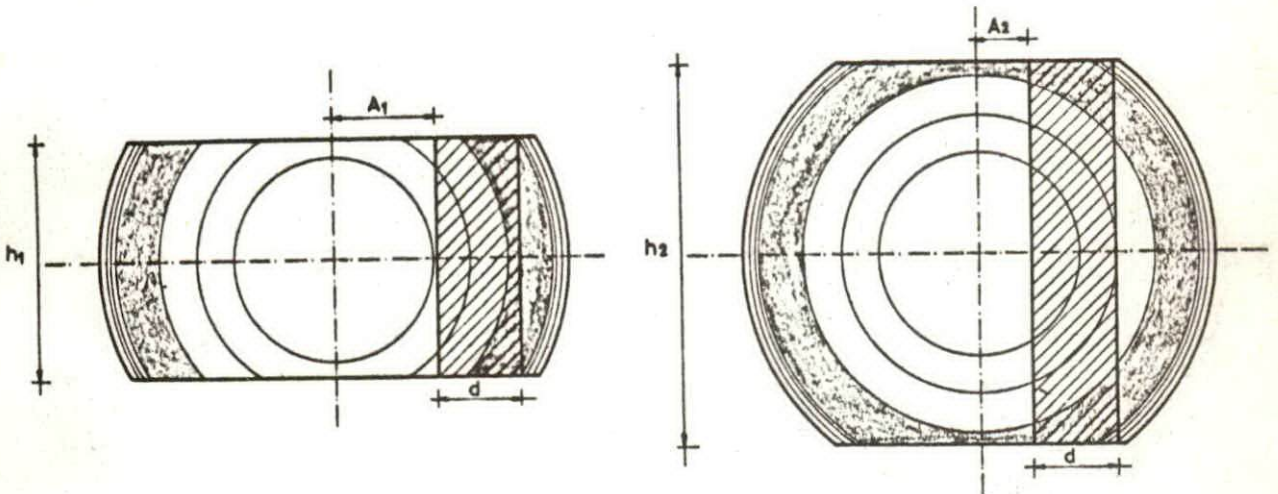
Debljina piljenice: $d = 78$ mm

Udaljenost od osi trupca: $A_1 = 112$ mm, $A_2 = 42$ mm

Očekivane klase kvalitete su:

	h_1	h_2
V klasa kvalitete	-	19,85 %
IV klasa kvalitete	21,61 %	44,83 %
III klasa kvalitete	23,01 %	11,45 %
0/2 klasa kvalitete	55,38 %	23,87 %

Iz priloženih rezultata je moguće sastaviti rasporede pila, a u razmak od osi trupca do optimizirane piljenice mogu se smjestiti piljenice koje će imati lošiju kvalitetu. To znači, da se za taj dio trupca odabiru debljine piljenica koje se u lošijoj kvaliteti mogu najlakše prodati na tržištu. U priloženim rezultatima je 0/2 klasa optimizirana, no to se može uraditi za bilo koju klasu kvalitete. Važno je naglasiti, da kod određivanja udaljenosti piljenica od osi trupca, veliku ulogu ima visina prizme. Niža prizma garantira nešto veći udjel bolje klase kvalitete od više prizme, ako se optimizira bolja klasa kvalitete (slika 3). Ova tvrdnja nije eksperimentalno provjerena i temelji se na prethodnoj podudarnosti pokusnih piljenja (mjerjenje 1, 2, 3), te četvrtog kontrolnog piljenja. Navedeni rezultati optimiziranja piljenica nalaze se u prilogu 2.



Slika 3.

PROGNOZIRANJE KVALITETE OPTIMALNE PILJENICE

Promjer trupca: $D = 440$ mm

Visina prizme: $h = 220$ mm

Debljina piljenice: $d = 78$ mm

KARAKTERISTIKE OPTIMALNE PILJENICE:

Udaljenost od osi trupca: $A = 112$ mm

klase 5 ima	.00 %
klase 4 ima	21.61 %
klase 3 ima	23.01 %
klase 0-2 ima	55.38 %

PROGNOZIRANJE KVALITETE OPTIMALNE PILJENICE

Promjer trupca: $D = 440$ mm

Visina prizme: $h = 352$ mm

Debljina piljenice: $d = 78$ mm

KARAKTERISTIKE OPTIMALNE PILJENICE:

Udaljenost od osi trupca: $A = 42$ mm

klase 5 ima	19.85 %
klase 4 ima	44.83 %
klase 3 ima	11.45 %
klase 0-2 ima	23.87 %

6.0 DISKUSIJA O REZULTATIMA

U ovom će se poglavlju rezultati istraživanja razmatrati sa stajališta dva postavljena cilja i to kako slijedi:

1. U rezultatima kompariranja prognoziranja klasa kvalitete piljenica i eksperimentalno dobivenih klasa kvalitete, mogu se uočiti nešto veće razlike kod piljenica iz zone srca. Razlog treba tražiti u nesavršenosti programa za elektroničko računalo, jer su sve granice zone kvalitete prikazane kao kružnice. U stvarnosti srce i zona oko njega je najlošije kvalitete, uglavnom zbog raspucalosti i ta greška u najvećem dijelu određuje kvalitetu piljenica. Raspuklina se nalazi u sredini širine piljenice, dok su rubni dijelovi kvalitetniji. Iz toga slijedi da bi kvalitetnije dijelove piljenice trebalo odvojiti od lošijeg dijela. U pilani gdje su vršena istraživanja, s obzirom na postojeću tehnologiju, to se nije moglo učiniti.

Granice zona kvalitete u trupcima pokazuju da kvaliteta drva u trupcu raste od središta prema bočnoj zoni, do dijela gdje je ono najkvalitetnije, a nakon toga kvaliteta opada u smjeru prema plaštu trupca (grafikon 2). Reponiranjem piljenica u prizmu uočeno je da ne postoji među piljenicama nagli prijelaz kvalitete za nekoliko klasa (bolje ili lošije). To upućuje na konstataciju da je u trupcima prisutan blagi prijelaz iz jedne klase kvalitete u susjednu, višu ili nižu klasu. Nadalje se uočava da su periferni dijelovi trupca (uz plašt) loše kvalitete, ali s manjim udjelom slabije klase od centralnog dijela trupca. Oni zahvaćaju vrlo uski pojas uz plašt trupca.

Prognoziranje kvalitete pomoću računala daje podatke koji se ne razlikuju znatno od rezultata eksperimentalnih piljenja. Nešto veće razlike u kvaliteti se nalaze u centralnoj zoni trupca. No, piljenice iz tih zona nisu interesantne za finalnu proizvodnju. Ako se četvrta i peta klasa kvalitete piljenica iz centralnog dijela trupca promatra zajedno, i tako predoči u rezultatima, onda su razlike prognozirane i eksperimentalno dobivene kvalitete piljenica još manje.

Testiranjem dobivenih rezultata uočava se signifikantnost kod tanjih trupaca, za što se pretpostavlja, da je dosta teško odrediti zone kvalitete, zbog vrlo neujednačene kvalitete takvih trupaca. To su najčešće trupci izrađeni iz ovršina sa velikim učešćem grana. Iz toga proizlazi poteškoća definiranja zona kvalitete, koje su u ovim slučajevima vrlo promjenljive i neujednačene među pojedinim trupcima. Za signifikantnost koja se pojavila kod debljih trupaca, teško je naći obrazloženje, pa se smatra da bi za ove dvije grupe trupaca valjalo povećati uzorak i točnije obračunati zone kvalitete.

2. Za način definiranja zona kvalitete u trupcu, primijenjen u ovom radu, moguće je sastavljanje rasporeda pila, a željene debljine piljenica najpodesnije smjestiti u dio prizme određene zone kvalitete. Radi lakšeg i bržeg određivanja udaljenosti piljenica od osi trupca može se upotrijebiti elektroničko računalo. Osim udaljenosti od osi trupca, računalo daje podatke i o prognoziranju kvalitete željene piljenice. Prikazani rezultati se odnose na tehniku piljenja prizmiranjem, a uočava se da pri tome visina prizme igra značajnu ulogu. Smanjivanjem visine prizme smanjuje se količina optimiziranih piljenica po volumenu, jer se smanjuje širina (jednaka visini prizme). Stoga je pri tome vrlo značajno odrediti optimalnu visinu prizme u svrhu postizanja maksimalne količine i maksimalne kvalitete piljenica.

7.0 ZAKLJUČAK

Na osnovi provedenog eksperimentalnog i simuliranog (teorijskog) istraživanja piljenja jele/smreke moguće je dati slijedeće zaključke:

1. Kvantitativno iskorišćenje raste s porastom promjera trupca.
2. Promjeri pojedinih zona kvalitete su različiti za različite promjere trupaca po debljinskim grupama (podrazredima).
3. Na poprečnom presjeku trupca kvaliteta drva se poboljšava od središta do određenog dijela trupca. Nakon toga, u smjeru periferije trupca, kvaliteta opada.
4. Postoji postepeni prijelaz iz jedne klase kvalitete u susjednu (bolju ili lošiju).

5. Moguće je prognoziranje kvalitete piljenica putem elektroničkog računala.
6. Moguće je pomoću elektroničkog računala odrediti mjesto piljenice u prizmi, na kojem će piljenica određene debljine imati optimalnu kvalitetu.
7. Visina prizme utječe na udaljenost optimizirane piljenice od osi trupca.

8.0 LITERATURA

1. BREŽNJAK, M.: 1963., Analiza elemenata koji utiču na iskorišćenje trupaca. Šumarski fakultet Zagreb, Interna studija.
2. BREŽNJAK, M.: 1973., Mogućnosti povećanja vrijednosnog iskorišćenja sirovine u proizvodnji masivnog drva u pilanskoj proizvodnji. Centar za stručno obrazovanje, Slavonski Brod.
3. BUTKOVIĆ, Đ.: 1985., Istraživanje iskorišćenja jelovih trupaca kod eksperimentalnog i simuliranog piljenja te prognoziranje kvalitete piljenica. Disertacija. Šumarski fakultet Zagreb.
4. HITREC, V.: 1983., Utjecaj debljine i pada promjera trupca, te širine raspiljka i netočnosti piljenja na volumno iskorišćenje trupaca kod piljenja na jarmačama te neke ideje za sortiranje trupaca. Bilten - ZIDI, 3(11), 64-83.
5. RICHARDS, D.B.: 1973., Hardwood lumber yield by various simulated sawing methods. For. Prod. Jour., 10(23), 48-58.
6. RICHARDS, D.B., ADKINS, W.K., HALLOCK, H., BULGRIN, E.H.: 1979. Simulation of hardwood log sawing. Forest products laboratory.
7. SZYMANI, R., McDONALD, A.K.: 1981. Defect detection in lumber: State of the art. For., Prod. Jour., 11(31), 34-44.

Prof. dr BORIS LJULJKA
Mr IVICA GRBAC
Katedra za finalnu obradu drva
Šumarski fakultet Zagreb

ISTRAŽIVANJE INTERAKCIJE ČOVJEK - LEŽAJ

UVOD

Otprilike dvadeset produktivnih godina čovjek spava. Iako je spavanje od pradavnih vremena svima poznato kao neizbježna fiziološka funkcija, ono je i danas najslabije istraženo, što više spavanje je još prije nepunih 60 godina bilo prava nepoznanica. No unatoč tome može se reći, da će se vrlo teško naći bilo koja druga fiziološka funkcija, koja bi toliko impresionirala ljudsku radoznalost i potakla toliku težnju za osnovnim spoznajama kao spavanje.

Statističke analize pokazuju da u industrijski razvijenim zemljama 7 do 15% ljudi pati od nesanice. Prema američkim analizama oko 35% nesanica uzrokovano je endogenim poremećajima rada organizma ili bolestima, najčešće iz skupine teških psihijatrijskih oboljenja. Sve ostale nesanice (65%) posljedica su poremećaja spavanja uzrokovanih okolinom. Među tim poremećajima svakako važno mjesto ima i ležaj i njegova usklađenost s potrebama čovjeka.

Ležaj je tipičan predstavnik ojaštuenog namještaja koji u današnjem tempu razvoja čovjeka ima veliko značenje. Već samo spomenute činjenice ukazuju koliki značaj treba dati ležaju kao dijelu kreveta.

Industrijska medicina napravila je značajne korake na polju preventivne terapije za ljude s različitim oboljenjima kičmenog stupa, kao posljedice neadekvatnog ležaja, i do danas se visoko razvila. Unutar opisane preventivne terapije, razvoj rekreacije također obuhvaća stalno rastući znanstveni značaj, zbog toga što stanovništvo mora biti dovoljno sposobno i obrazovano da slijedi zdrav način življe-

nja nakon radnog vremena, preko vikenda i praznika. Međutim do danas medicinska literatura raspolaže s vrlo malo podataka o razvoju preventivne terapije na tom području, a budući da trećinu života provodimo spavajući trebali bi na ležaju biti obuhvaćeni idealni vanjski uvjeti. Spavanje je tako važno za optimalan tok vitalnih funkcija, da je poznati berlinski kirurg Carl Ludwig Schleich izjavio: "Spavajte pola života i drugu polovicu uživati ćete dvostruko!" Naravno ovaj dobro smišljeni savjet ne možemo u potpunosti primijenjivati u našim konkurentnim društvima, a čak i kad bi to bilo i moguće još uvijek bi se bavili poremećajima spavanja koji proizlaze npr. iz šokova, preopterećenosti, zabrinutosti, uzbuđenja, nerviranja ili psihičkih smetnji različitih vrsta. Zato je danas prije svega potrebno ozbiljnije pristupiti stvaranju najpovoljnijih preduvjeta za najbolji mogući san i na taj način potpunog psihofiziološkog preobražaja.

Poznato je da se danas, u laboratorijima raznih instituta širom svijeta, ispituje kvaliteta raznih konstrukcija ležaja. Dio metoda koje se koriste pri ispitivanju uključena je i u standarde pojedinih zemalja. Na taj se način mjere konstruktivno-tehničke karakteristike kao takve, ali kakve bi one idealno morale biti može se tek približno odrediti. Cilj svih tih postupaka je izrada ležaja koji će najbolje zadovoljiti ljudske potrebe, a logično je poći i od samog čovjeka koji će takav ležaj ocijeniti.

1. LEŽAJ

Ležaj je osnovni funkcionalni sklop namještaja za ležanje koji se koristi pri odmoru, spavanju i dr. Taj dio namještaja čovjek najviše koristi, a nalazi se pretežno u spavaćim sobama, bolnicama, hotelima i na svim drugim mjestima bitnim za spavanje i odmor. Zbog svoje specifičnosti ležaj je hvaljen od mnogih, ali još uvijek vrijednost mu je

nedovoljno naglašena. Pisac Alfred Polgar je rekao: "Spanje je jedina sreća u kojoj čovjek najviše uživa kada je prošlo."

1.1. Značajne karakteristike ležaja

Ležaj je značajan s dva stanovišta. Prvo je mogućnost držanja pravilnog položaja tijela s anatomsko-fiziološkog aspekta, tj. udobnost i drugo neuro-psihološki pristup čovjeka prema ležaju.

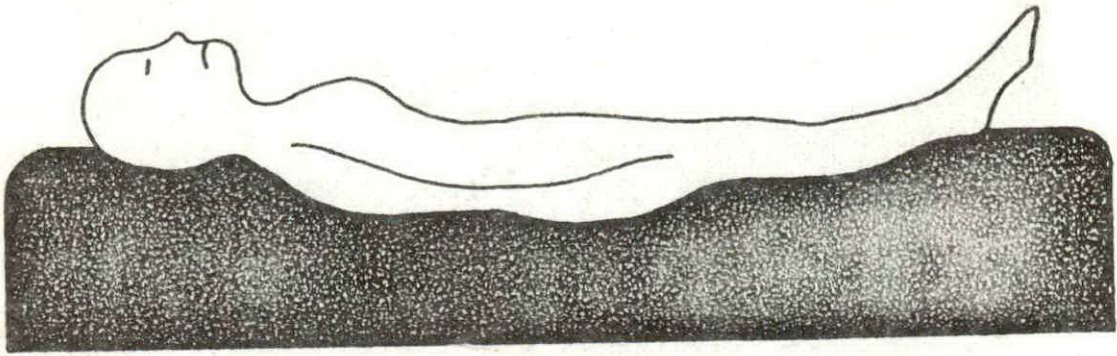
Što se tijelo više približava ležećem položaju, to je više oslobođeno vlastite težine i faza odmora je intenzivnija. Svako od naznačenih stanovišta može biti ispunjeno konstrukcijom proizvoda (ležaja), oblikom i dimenzijama. Neovisno o tome za što je ležaj predviđen možemo razlikovati četiri stadija njegove upotrebe:

- a) mirovanje (nepokretno),
- b) promjena položaja,
- c) opterećenje površine ležanja,
- d) rasterećenje površine ležanja.

Dosadašnja istraživanja interakcije između čovjeka i ležaja također su ukazala kakva sve značenja ima ležaj danas. Neka od tih značenja su:

- ležaj mora garantirati takav položaj tijela kod kojeg je kralješnica neiskrivljena, npr. vodeni ležaj (sl. 1),
- protupritisak ležeće površine na čovjeka treba biti proporcionalan raspodjeli mase čovjeka kojom opterećuje pojedine dijelove površine,
- ne smije se pojavljivati neravnomjeran pritisak,
- mora omogućiti promjenu položaja čovjeka u širem smislu, tj. za vrijeme promjene položaja ne smije se pritisak ležeće površine naglo mijenjati na pojedine dijelove tijela.

To su samo neki od faktora koji ukazuju na važnostko-



Sl. 1 Položaj tijela na vodenom ležaju

ju moramo posvetiti tom dijelu namještaja za ležanje. Poseban značaj imaju i druge fizikalne karakteristike ležaja, kao npr. upijanje, provođenje i ispuštanje vlage, te zadovoljavajuće termičke karakteristike.

2. METODE ISPITIVANJA LEŽAJA

Mnogo se govori o proizvodnji ojastučenog namještaja, o materijalima, novim progresivnim tehnologijama, perspektivama u toj proizvodnji i sličnom.

Svenove proizvode treba ispitati kako bi se ustanovilo da li odgovaraju svojoj namjeni, tj. funkciji. Ranija ispitivanja bazirala su se uglavnom na procjeni i ovisila su o iskustvu procjenitelja. U posljednje vrijeme razvijaju se u mnogim zemljama objektivne metode ispitivanja, te provjera kvalitete ojastučenih dijelova.

Namještaj za ležanje određene konstrukcije odlikuje se između ostalog i odgovarajućom čvrstoćom i krutošću u opsegu određenog korišćenja. U težnji za određivanjem tih karakterističnih značajki na tom namještaju provode se ispitivanja. Cilj tih ispitivanja je točno određivanje svojstava konstrukcija pri korišćenju. Pojam čvrstoće namještaja povezuje se prije svega sa čvrstoćom njegovih konstrukcionih elemenata, kao i gotovih proizvoda u cjelini. Trajnost ojastučenih dijelova ovisi međutim o otpornosti pok-

rivnih materijala, te o mogućnosti da zadovolji konstrukcijski oblik cijelog proizvoda.

Za ocjenu trajnosti i elastičnosti namještaja za ležanje izrađeno je mnogo tehničkih metoda koje primijenjuju različite kriterije ispitivanja. Većina tih metoda identična je s uvjetima korišćenja namještaja, tj. oslanja se na statička ili dinamička opterećenja proizvoda. Takve vrste opterećenja omogućuju određivanje trajne izdržljivosti proizvoda i daju približnu ocjenu vremena eksploatacije.

U cjelokupnim istraživanjima proizvodnje namještaja, pri ispitivanju ojastučenih dijelova, postoji najviše poteškoća i tu ima uvijek mnogo proturječnosti. U općem okviru programa istraživanja mekanog dijela namještaja za ležanje obuhvaćena je provjera otpornosti i deformacije uslijed višekratnog opterećenja.

Mjera otpornosti različitih ojastučenih dijelova je u suštini veličina ulegnuća tih sklopova i organoleptična ocjena izmjena ili oštećenja konstrukcija pod utjecajem primijenjenih opterećenja.

Koliko su različiti zahtjevi koji se postavljaju na namještaj za ležanje mogu posvjedočiti brojevi parametara, koji se primijenjuju pri opterećenju ležaja u raznim zemljama.

U pogledu zahtjeva koji se postavljaju na ležaj mogli bi metode ispitivanja podijeliti na:

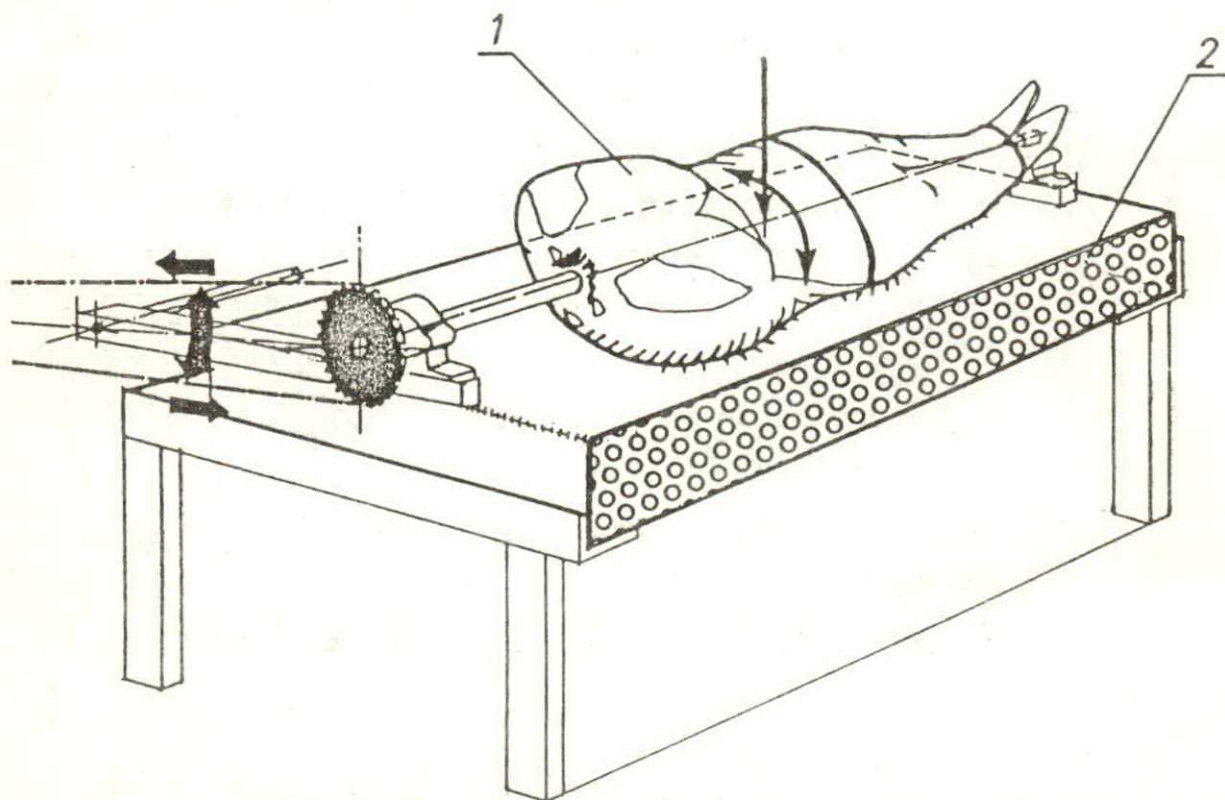
1. Karakteristične metode s gledišta trajnosti i elastičnosti
2. Karakteristične metode s gledišta komfora
3. Metode istraživanja spavanja i odmora

2.1. Trajnost i elastičnost ležaja

Poodavno se u stručnoj literaturi susrećemo s informacijama koje se odnose na ispitivanje ležaja metodom valjanja. U nekim je zemljama taj način ispitivanja proveden kao

obvezatan i na temelju njega su izrađeni standardi za ispitivanje ležaja. Spomenuti način ispitivanja karakteriziran je time što se ležaj podvrgava opterećenju u obliku valjka koji se kotrlja po ispitivanom objektu. Pri takvom ispitivanju cijeli je sklop izložen opterećenju kojim se simuliraju izmjenična opterećenja u upotrebi. Taj se problem različito rješava u pojedinim ispitivačkim centrima ili zemljama. Metodu valjanja koriste ČSSR, SSSR, Velika Britanija, Rumunjska, Mađarska, te još neki instituti. Svaka zemlja prilagodila je tu metodu ispitivanja svojim potrebama.

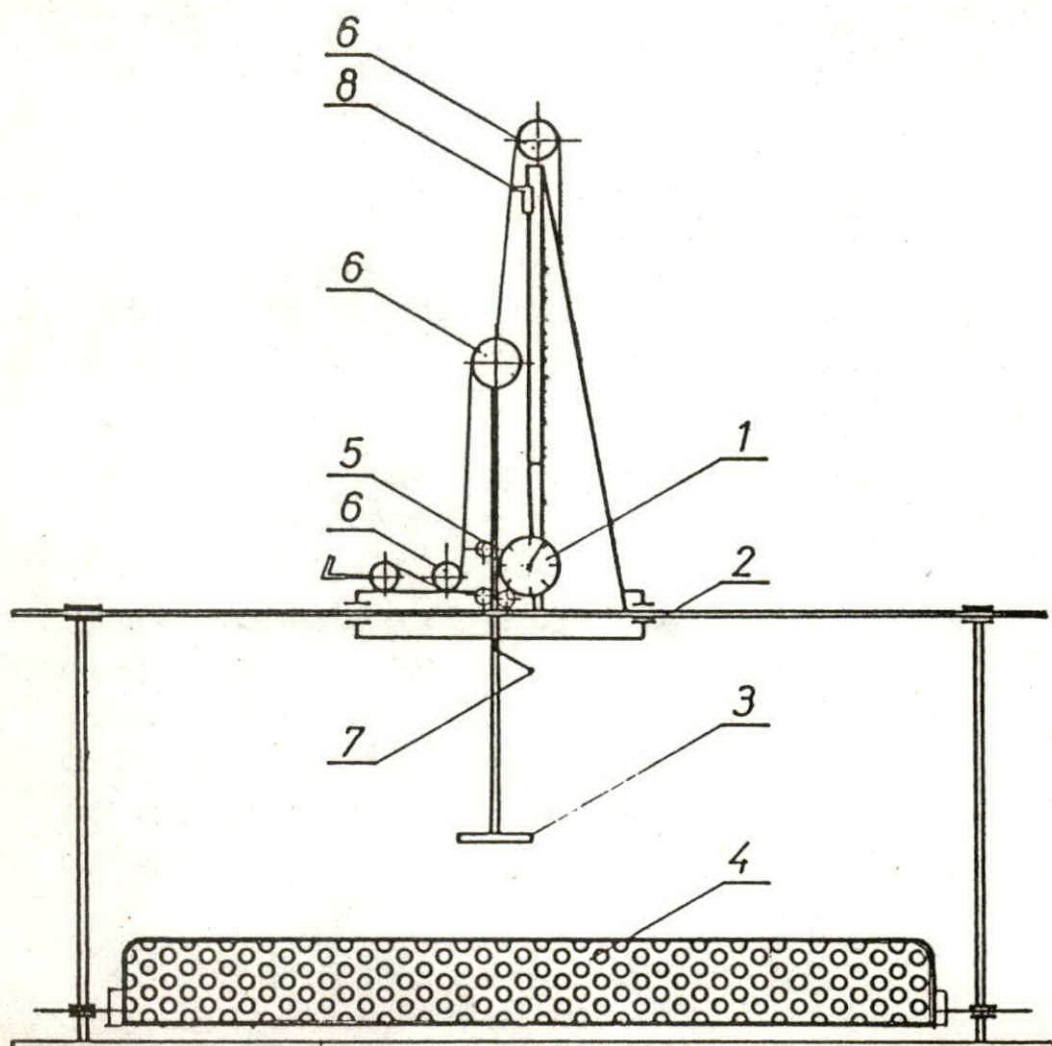
U Francuskoj, kao i u Danskom centru za dizajn (sl. 2) u svrhu približenja uvjetima u upotrebi primijenjuje se model čovjeka koji leži. Taj bi način trebao u cijelosti odgovarati eksploatacijskim uvjetima namještaja za ležanje. (Ova metoda nije standardizirana u Danskoj.)



Sl. 2 Shema ispitivanja ležaja u Danskom centru za dizajn
1 - model čovjeka, 2 - ležaj

Kod nas se ispitivanje trajnosti i elastičnosti ležaja vrši u skladu sa standardom JUS D.E8.228 od 30.10.1982, što je identično švedskom standardu SIS 83 96 21 od 1978.

U svim metodama koje razvijaju pojedine zemlje problem je mjerenje deformacija, pa za tu svrhu postoje različiti načini mjerenja. Jedan od načina prikazan je na slici 3, a uveden je u Poljskoj.



Sl. 3 Shema elastometra za mjerenje deformacija kod ojašćenog namještaja

- 1 - dinamometar, 2 - okvirna konstrukcija,
 3 - pritiskivač, 4 - ispitivani materijal (ležaj),
 5 - pritiski valjak,
 6 - valjci za pomicanje lijevo - desno,
 7 - sigurnosni graničnik, 8 - vodilica

Kako je predmet ovog rada istraživanje interakcije čovjek - ležaj ta će metoda ispitivanja trajnosti i elastičnosti biti opisana kasnije.

2.2. Komfor

Težnja čovjeka za udobnošću i komforom daje povod za stalno traženje novih konstrukcijskih oblika namještaja koji bi uspješno zadovoljili zahtjeve čovjeka. Prikladnost zavisi uglavnom o stupnju njegove primjene u različitim uvjetima korišćenja, kao i o psihofizičkim prilagođavanjima korisniku. To nije stalna karakteristika, nego se mijenja tako da podliježe promjenama u ovisnosti o ljudskim potrebama. Korisnik ne smije osjećati neugodan pritisak od strane namještaja. Namještaj mora omogućiti postizanje vlastitog položaja tijela, te ostvarenje, po mogućnosti, najpotpunije ugodnosti za vrijeme ležanja.

Do današnjih dana je na raspolaganju vrlo malo rezultata, za gotovo najvažniji kriterij kvalitete ojaštuenog namještaja, komfor . Ovaj nam pojam ništa ne govori ako nije izvršen u odgovarajućem pogodnom stupnju. Ne radi se samo o nedopustivom umoru pri dugotrajnom korišćenju, nego i o ponašanju ojaštuenog dijela u čitavom ciklusu ležanja ili sjedenja, to znači od prvog kontakta, pa do ustajanja, ponašanje pri promjenama tijela ili ponašanje pri ustajanju. Ojaštueni namještaj koji ispunjava sve ove zahtjeve u toj oblasti može se smatrati komfornim.

U današnje vrijeme u mnogim zemljama ocjenjivanje komfora vrše stručnjaci iz proizvodnje, trgovine, kao i individualni korisnici. Ovakvo ocjenjivanje je subjektivno, jer ovisi o osobi koja ocjenjuje. Danas se u trgovačkoj mreži pojavljuje i ojaštueni namještaj sa smanjenim komforom. Zbog toga je nužno ovu osobinu iznijeti na objektivan način.

Ovom problemu kod nas do danas nije bila posvećena dovoljna pažnja, iako je u nekim zemljama iz ovog pod-

ručja riješeno nekoliko istraživačkih zadataka. Iz rezultata takvih istraživanja moguće je ocjenjivanje komfora podijeliti na subjektivno i objektivno utvrđivanje komfora. Upravo novija istraživanja na tom polju, nedvosmisleno, pokazuju da interakciji ljudsko tijelo - ojasučen namještaj u prošlosti nije data dovoljna pažnja, što je kod određenih kategorija stanovništva vjerovatno imalo neprocjenjive posljedice, npr. deformacija kralješnice kod djece i odraslih. Dublje analize mogle bi te posljedice tek približno kvantificirati, jer zdravlje je ipak najvažnije. Dakle, ojasučen namještaj za sjedenje i ležanje ima direktan i najveći utjecaj na relaksaciju ljudskog tijela, osjećaj udobnosti i zadovoljstva, a time i na zdravlje.

- Subjektivne metode

Metode utvrđivanja komfora na osnovi subjektivnog karaktera u biti su vrlo slične. Kao jednu takvu metodu možemo spomenuti metodu utiskivanja prsta. U osnovi radi se o snažnom utiskivanju prsta u uzorak, a nakon izvlačenja mjeri se vrijeme potrebno za izravnavanje udubljenja. Zatim su poznate metode utiskivanja lakta ili ocjenjivanje prema osjećaju ugodnosti ležanja testiranih osoba. Sve te metode zasnivaju se na osnovi iskustva i na osnovi osjećaja za utvrđivanje nivoa kvalitete pod subjektivnim utjecajem.

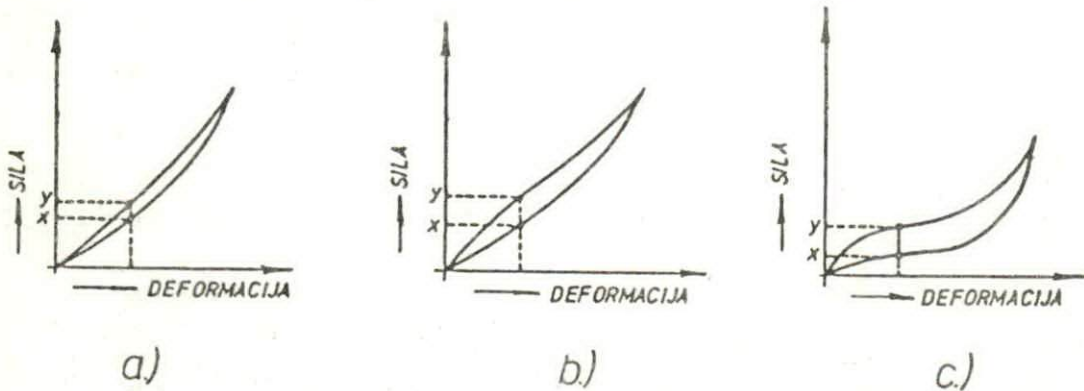
Često naznačeni visoki stupanj komfora ima samo značaj reklame, a proizvodi deklarirani ili označeni kao visoko komforni ustvari su manje komforni od ostalih. Stoga da se ne izgubi općenita vrijednost proizvoda potrebno je ustanoviti što je moguće objektivnije mjerljive kriterije za procjenu komfora.

- Objektivne metode

U želji da se izbjegnu nedostaci subjektivnih metoda čine se razni pokušaji objektiviziranja ispitivanja u određenim uvjetima i režimima. Pritom je korisno simulira-

ti tipične slučajeve opterećenja. Nažalost, iako su razvijene razne metode koje prilično dobro oponašaju opterećenja ojaštanih obloga u upotrebi, nisu razrađeni i usvojeni kriteriji za vrednovanje i ocjenjivanje udobnosti ispitivanih materijala. To svakako proizlazi iz različitih tumačenja pojma udobnosti ojaštanih namještaja.

Prema nekim metodama ocjenjivanja komfora vrši se pomoću čvrstoće pri statičkom naprezanju i rasterećenju. Čvrstoća je okarakterizirana veličinom površine između krivulje deformacije pri opterećenju i krivulje deformacije pri rasterećenju. Ova površina - histereza predstavlja gubitak energije ili njenu apsorpciju pri deformaciji ispitivanog materijala. Određivanje veličine histereze vrši se, pri utiskivanju modela promjera 200 mm u ojaštenu konstrukciju ili materijal, silom koja se mijenja od 0 do max 500 N i opet pada na 0 u vremenu od 1 sekunde. Tokom opterećenja deformacija materijala ovisna od sile bila je manja u fazi opterećenja od deformacije u fazi rasterećenja. Ovako dobivene krivulje čine histerezu (sl. 4).



Sl. 4 Histereze raznih materijala

- a - opružna jezgra,
- b - lateks,
- c - vruća PU spužva

Što je histereza uža materijal ima viša elastična svojstva, dok šira histereza obilježava "trom" materijal kod kojeg su povratne deformacije (relaksacija) suviše spore.

Elastičnost materijala moguće je numerički izraziti kao pokazatelj relativne tvrdoće koja je ustanovljena Fisher-Body testom :

$$\text{Relativna tvrdoća} = \frac{\text{opterećenje kod 25\% pritiska}}{\text{opterećenje kod 25\% opuštanja}} \cdot 100$$

Prema Suhovoj za definiranje mekoće namještaja bitni su slijedeći elementi:

- veličina deformacije,
- otpor u početnom momentu opterećivanja,
- relaksaciona svojstva elemenata,
- sposobnost kopiranja oblika tijela.

Osobito veliku važnost imaju prva dva elementa. U Sovjetskom savezu u vezi s tim predložena je metoda za određivanje mekoće. Kružne ploče promjera 250 mm utiskuju se pod silom od 50 N, 150 N i 700 N i pritom se mjere deformacije:

- ukupna mekoća izražava se deformacijom kod sile od 700 N,
- podatnost se određuje po formuli:

$$P = \frac{\text{deformacija kod 150 N} - \text{deformacija kod 50 N}}{\text{sila kod 150 N} - \text{sila kod 50 N}}$$

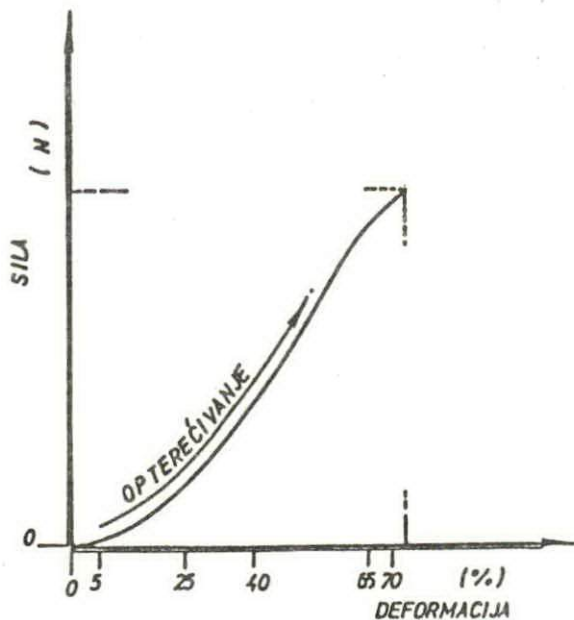
Dok Fischer-Body promatra odnos dviju točaka na krivulji, ruska metoda stavlja u odnos promjenu deformacije pri promjeni sile, što je vjerovatno bolji kriterij za ocjenu udobnosti.

Iako veličina histereze daje donekle uvid u udobnost, novija shvaćanja sve više ističu važnost oblika i toka krivulja koje čine histerezu. Niz autora smatra oblik krivulje zavisnosti opterećenja i deformacije najznačajnijom karakteristikom udobnosti, ali nisu jedinstveni po pitanju utjecaja pojedinih dijelova i oblika krivulje na udobnost.

Za uočavanje karakteristika obično se kompariraju opterećenja za deformaciju 25, 40 i 65%. Postoji i prijedlog za indeks komfornosti kojeg bi predstavljao odnos opterećenja kod 65% deformacije i opterećenja kod 25% defor-

macije. Što je indeks veći veća je i komfornost. Naime čovjek želi da se namještaj doima jednako mekano kod malih kao i kod velikih opterećenja uz relativno visoku maksimalnu nosivost.

Postojanost oblika spužve direktno je ovisna o gustoći. Udoban materijal morao bi u početku pokazivati veću mekoću, zatim period određene proporcionalnosti, te na kraju još uvijek određenu mekoću, kao što je idealizirano na slici 5.



Sl. 5 Poželjna krivulja deformacije

Neki autori ocjenjuju udobnost pomoću nosivog dijela krivulje (Taylor, Helmers, Grey, Reges, Wolfe), što je prikazano na slici 6 i u tablici 1.



Sl. 6 Ocjena komfora pomoću nosive krivulje

Vrijednost "sag faktora" za neke materijale

Tablica 1

M a t e r i j a l	Taylor	Zwolinski Frink	Cohen Ferrari
Lateks	2,5	2,5	2,5
Vruća PU spužva	2,3	2,3	2,0
Hladna PU spužva	2,6-3,6	3,0	3,5
Opružna jezgra	-	-	3,5

Taylor i Helmers ocjenjuju komfor prema većem dijelu krivulje naprezanja čija je karakteristika deformacija (sag faktor ili ILD faktor). Prema ovoj karakteristici podrazumijeva se odnos opterećenja od 65% i 25% deformacije. Prema standardu ASTM 1564-71 ovo svojstvo utvrđuje se utiskivanjem kružne ploče površine 320 cm². Za izračunavanje komfornosti može se koristiti formula:

$$\text{ILD faktor} = \frac{T_{65\%}}{T_{25\%}} = \text{indeks komfornosti}$$

gdje je: T 65% ... opterećenje kod 65% deformacije
T 25% ... opterećenje kod 25% deformacije

Veća vrijednost faktora znači i veću komfornost, odnosno veliku mekoću uz maksimalnu nosivost.

Drugi autori ocjenjuju nivo komfora prema početnom dijelu krivulje. Sa stanovišta komfora potrebno je da krivulja u početnom dijelu ima linearni karakter, što znači da za male deformacije (do 5% ukupne visine) potrebna su i mala opterećenja. I ova metoda je nepotpuna, jer uzima u obzir samo prvi (početni) dio krivulje koji se odnosi na prvi kontakt korisnika s ojaštanim dijelom.

Najveći broj radova i autora prihvaća definiciju komfora pomoću krivulje opterećenja i deformacije, te veličine histereze.

Za početni dio krivulje karakteristika je definirana kao mekoća. Cohen i Ferrari ocjenjuju prvi dio krivulje prema početnoj mekoći nazvanoj površinska mekoća (INICIAL

SOFTNESS RATIO ili ISR FAKTOR), koja je omjer opterećenja pri 25% i 5% deformacije. Izračunava se prema formuli:

$$P_m = \frac{T_{25\%}}{T_{5\%}}$$

gdje je: P_m ... početna (površinska) mekoća - ISR faktor
 T_{25} .. opterećenje kod 25% deformacije
 T_5 .. opterećenje kod 5% deformacije

Daljnja metoda koja procjenjuje nivo komfora je procjena pomoću tlačne rezerve (rezerve elastičnosti). Prema Böttcheru moguće je tu karakteristiku definirati na slijedeći način:

$$D_v = \frac{d_e - d_s}{d_u} \cdot 100$$

gdje je: D_v ... rezerva elastičnosti
 d_e ... debljina uzorka kod uobičajenog najvećeg opterećenja
 d_s ... debljina materijala (maksimalno stlačenog)
 d_u ... početna debljina

Iz gornjeg izraza slijedi da veće vrijednosti D_v znače veću tlačnu rezervu (rezervu elastičnosti), odnosno udobniju ojašanu konstrukciju pri višim opterećenjima.

Ova metoda je interesantna, jer se ojašani namještaj ne koristi samo pri statičkom opterećenju, nego se vrše različiti dinamički pokreti i na pojedinim mjestima dolazi do povećanih opterećenja. Ako ovakva opterećenja materijal ne može izdržati govorimo o nedovoljnom komforu.

Još uvijek je ispitivanje komfora dosta složeno. Stavovi se veoma razlikuju u vezi s krivuljom histereze. Prema Suhovoj ta krivulja bi trebala biti što uža, prema Cohenu i Ferrariju ne smije biti niti preširoka, niti preuska.

Iako postoji različitost pogleda na pojedine detalje ocjenjivanja u usporedbi s ranijim metodama može se govori-

ti o značajnijem poboljšanju u tom pravcu. Na osnovi navedenih mogućnosti ocjenjivanja moguće je konstatirati da komfor nije definiran samo jednim parametrom, nego skupom parametara koji moraju karakterizirati sve faze ležanja.

Prva faza ove aktivnosti su prvi kontakti tijela s ojasučenim dijelovima pri malim vrijednostima opterećenja. Prvi karakterističan parametar je ISR faktor - početna mekoća. Drugi parametar je ILD vrijednost ili vrijednost ukupne deformacije, tj. zauzimanje punog položaja pri ležanju.

Daljnja faza je ležanje s uobičajenim pokretima, koji su izazvani umorom pojedinih dijelova tijela ili su izazvani svjesnim aktivnostima. Ako je utjecaj ovih pokreta značajniji dolazi pri njima do lokalnog opterećenja. Ojasučeni dio mora ovo povećanje prihvatiti i deformirati se, što znači da mora posjedovati rezervu elastičnosti. Dakle moguće je konstatirati da je komfor ojasučenih dijelova definiran karakterističnim početnim dijelom krivulje (ISR faktor - početna mekoća), karakteristikom nosivog dijela krivulje (ILD faktor ili cjelokupna deformacija), rezervom elastičnosti (tlačna rezerva), te veličinom površine histereze.

2.3. Istraživanje spavanja i odmora na različitim vrstama ležajeva

Za zdravo ležanje potrebno je da ojasučeni dio vrši funkciju podupiranja kralješnice i velikih nosivih zglobova, tj. cijelog nosećeg aparata tijela. Važnost ispravnog podupiranja kralješnice je općenito poznata.

U VNP - Čehoslovačka napravljen je pokus u suradnji s liječnicima, rentgenolozima i ortopedima o prilagođavanju raznih vrsta ležaja, te djelovanju na oblik i položaj kralješnice. Postignuti rezultati su veoma zanimljivi. Rentgenom su promatrana tri mlađa muškarca različitih težina. Za pokus su odabrana tri tipa ležaja:

1. Trodjelna konstrukcija ležaja izrađena suvremenom tehnologijom, tj. opružna jezgra, gumirana žima, PU spužva i dekorativna tkanina;
2. Trodjelna konstrukcija ležaja od PU spužve sa umetnutom opružnom jezgrom, tj. PU spužvom, rezana PU spužva i damast (vrsta tkanine);
3. Jednodjelna konstrukcija od PU spužve s umetnutom opružnom jezgrom, tj. rezana PU spužva i damast.

Svaki ispitanik bio je 4 puta snimljen rentgenom. Najprije je učinjen snimak oblika kralješnice vertikalnim zrakama s boka bez ojastučenja. Nakon toga načinjeni su snimci na svim vrstama ojastučenja horizontalnim zrakama. Iako je na površinu ojastučenja bila stavljena rentgenokontrastna cijev i metalni vodič nije na snimku bila dosta uočljiva površina ojastučenja.

Vrsta ležaja, navika spavanja, način odmaranja, sve to ima utjecaja na oblik kralješnice i nastanak nekih njenih oboljenja, osobito u starijih osoba. Prije se je liječnik trudio da liječi nastala oboljenja. Danas veliki dio posla higijeničara čini preventiva, tj. sprečavanje bolesti i nezgoda. Upravo pogodan ležaj je nedjeljiv dio preventive bolesti kostiju, a osobito oboljenja kralješnice. U slučajevima već nastalih promjena i disproporcija, odgovarajući ležaj je životna potreba. U pokusu Prokopove i suradnika došle su do izražaja ne samo razlike u težini (56 kg, 75 kg i 88 kg), nego i razlika u čvrstoći pojedinih ležajeva.

Kinkel i Maxion su 1970. godine izvršili ocjenjivanje različitih tipova ležajeva s pomoću ispitivanja fiziologije spavanja na njima. U tim istraživanjima pokušalo se je ocijeniti kvalitetu nekih vrsta ležajeva s pomoću izabranih osoba, tako što su one spavale određeni broj noći na ležajevima, a pritom se je vršilo mjerenje i to: valova koje emitira mozak (pomoću elektroencefalograma), pomicanja u toku spavanja, temperature, sposobnosti raspoznavanja frekvencija svjetlosnih bljeskova neposredno nakon spavanja, spo-

sobnosti koncentracije neposredno nakon spavanja, te subjektivnih zapažanja nakon spavanja (putem pismenih upitnika). Ispitivane su dvije po konstrukciji različite vrste ležajeva. Rezultati Kinkela i Maxiona bazirani su na različitim kriterijima prosuđivanja, a primijenjene metode svojom sveobuhvatnošću dale su ipak upotrebljive ocjene za ispitivane ležajeve.

U novije vrijeme razvijaju se nove metode za istraživanje spavanja i odmora. Jedan od najpoznatijih instituta koji se bavi isključivo spavanjem i odmorom je "WENNER - GRENS LABORATORY" iz Stockholma. U tom institutu radi se na pronalaženju novih ležajeva za naše tijelo i za dobar san.

Sten Endgal poznati je autoritet s područja istraživanja ležajeva. Carl Wegelius je rentgenolog koji radi na promatranju kralješnice kod različitih sistema ležajeva i ima opremljen laboratorij s videofilmovima na kojima su prikazani razni tipovi danas poznatih konstrukcija ležajeva s položajim čovjeka pri odmoru i spavanju. Evert Knutsson radi na neurofiziološkoj klinici u Centralnom laboratoriju karolinske bolnice u Stockholmu i posjeduje razvijen kompjutorski sistem ispitivanja utjecaja raznih konstrukcija ležajeva na kvalitetu spavanja. Björn Lindström ima centralni laboratorij u Helsingforsu (Švedska) u kojem istražuje djelovanje različitih konstrukcija ležajeva na cirkulaciju.

Sten Endgal je obuhvatio tri područja istraživanja: Kakvo značenje ima ležaj na naš san, naše zdravlje i naše osjećaje. Igra li to ulogu na kakvom ležaju spavamo. Odgovor na ta pitanja interesantan je za sve nas. Ništa toliko ne koristimo kao krevet i ništa toliko ne djeluje na naše tijelo, nakon povratka kući, poslije fizičkog i psihičkog zamora bilo manjeg ili većeg.

Tehnički odgovor o širini i dubini ležaja i o značaju tih elemenata sam za sebe bio bi nepotpun. Centralno pitanje o našem spavanju varira prema samoj konstrukciji

ležaja i primijenjenim materijalima. Na to daju odgovor metode mjerenja. Sten Engdal konstatirao je da je važnost eksperimenta u tome što se obavlja testiranjem spavanja na različitim tipovima ležajeva. Ležajevi s dvostrukim opruženjem pokazali su 10% veću dubinu sna u toku noći u odnosu na ostale tipove ležajeva.

Opruženje jezgre u ležaju mora istovremeno pratiti položaj kralješnice, odnosno kralješnica treba zauzimati svoj ispravan fiziološki položaj. Kod jače istaknutog struka i jačih bedara u pravilu takav ležaj mora više odgovarati.

Iz istraživanja koja su navedena uočavamo kako se mnogi znanstvenici bave problemima odmora i spavanja. Na temelju mnogih rezultata vidimo da je odnos ležaj - kralješnica čovjeka bitan za zdravo življenje. No danas su mnoga istraživanja usmjerena i na poboljšanje uvjeta življenja bolesnih ljudi, odnosno ljudi koji su godinama vezani za bolničku postelju. Osnovni problem i ovdje jest pronaći adekvatan ležaj, koji bi bolesnom čovjeku omogućio da se odmara i da normalno spava.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Budući da se kvaliteta u laboratorijima kvantitativno određuje mjerenjem kvalitete materijala i obrade, te elastičnosti i izdržljivosti, u ovom radu ispitana je elastičnost i izdržljivost karakterističnih tipova ležajeva.

Kako je cilj svih ovih postupaka izrada namještaja, koji će što bolje zadovoljiti ljudske potrebe, logično je poći od čovjeka. Neka on neposredno ocijeni taj namještaj, pri čemu značajnu negativnu ulogu igra subjektivnost takve ocjene.

Iz pregleda literature vidljivo je da su problemu odmora, odnosno spavanja mnoge zemlje počele posvećivati sve veću pažnju. Kod nas do sada nije bilo istraživanja koja bi

nam dala odgovore koji je od naših ležajeva najpogodniji za odmor, odnosno spavanje. Kako je to područje vezano i za ispitivanje kvalitete spavanja, neophodna je povezanost stručnjaka raznih profila i to s područja namještaja, zatim psihologa, neurofiziologa, somnologa, ortopeda i dr. Vođeni tom idejom, zajedno sa stručnjacima Centra za poremećaje spavanja Psihijatrijske bolnice Vrapče, pristupljeno je istraživanju kvalitete spavanja s neurofiziološkog i psihološkog aspekta, a u okviru toga i psihologijsko ispitivanje na dva tipa ležaja različite konstrukcije. Odlučili smo se za Lattoflex ležaj i ležaj s GR jezgrom. Konstrukcijski sastav, odnosno same karakteristike tih ležajeva vidljive su iz slike 7 i 8.

Ciljevi istraživanja bili su:

- Istraživanje elastičnih karakteristika ležajeva
- Istraživanje izdržljivosti (trajnosti) ležajeva
- Istraživanje komfora
- Istraživanje kvalitete spavanja na temelju polysomnografske obrade (EEG, EOG, EMG, EKG, respiracija, aktogram)
- Istraživanje kvalitete spavanja na temelju psihološke obrade (Cornell indeks N-4, PIE i PT test)

4. UZORCI, ISPITANICI I METODE OBRADJE

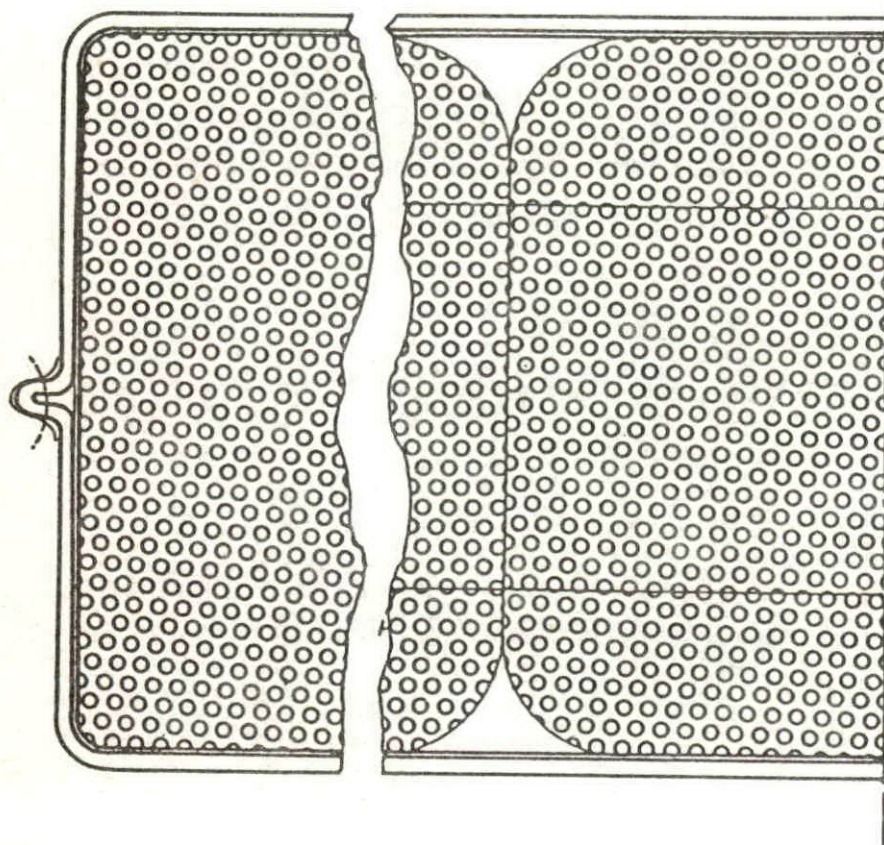
4.1. Uzorci

Kao što je već ranije navedeno postoji veliki broj različitih konstrukcija ležajeva. Pri izboru karakterističnih tipova odlučili smo se za tri međusobno različite konstrukcije.

1. Ležaj Lattoflex

Ovaj ležaj predstavlja najsvremeniju konstrukciju izrađenu iz spužve koja je u stručnoj literaturi dobila visoke ocjene. Ispitivanje je izvršeno na tri uzorka.

DEKORATIVNA TKANINA
(presvlaka)
TRIKO OVOJNICA
HIGROSKOPSKI OMOTAČ
ZRAČNE ZONE (KOMORE)
POMIČNI ČLANCI
(fleksibilni članci)



Sl. 7 Konstrukcija Lattoflex

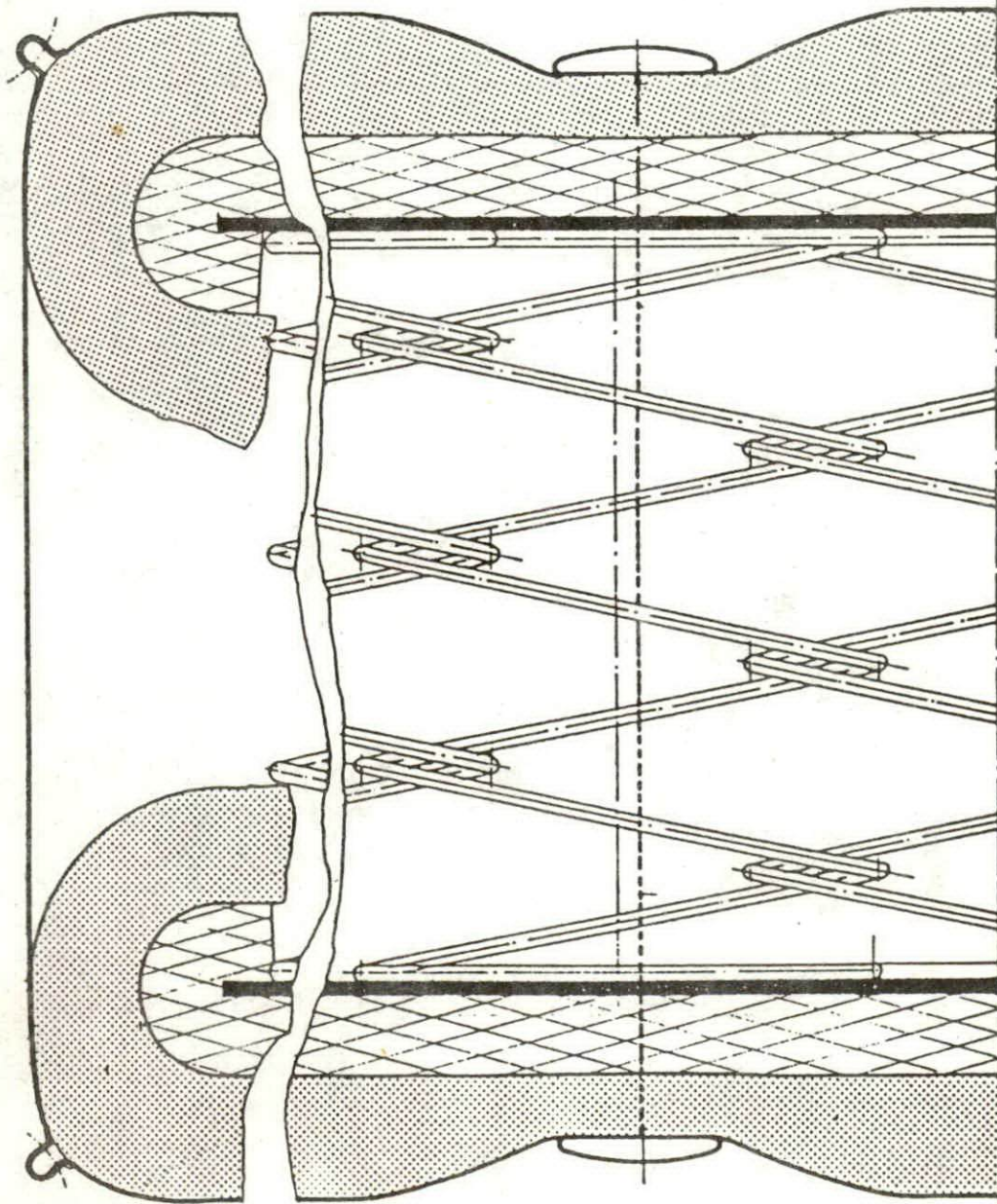
2. Ležaj s višeslojnom jezgrom od spužve

Ovo je suvremena konstrukcija ležaja od spužve, kod kojeg se, konstruiranjem više slojeva različitih svojstava, nastoji postići optimalne elastične i druge karakteristike. Ispitivanje je izvršeno na jednom uzorku.

3. Ležaj s opružnom GR jezgrom

Ova konstrukcija počiva na dugogodišnjim iskustvima izrade ojašanog namještaja i ima mnoge dobre karakteristike. Ispitivanje je izvršeno na tri uzorka.

DEKORATIVNA TKANINA	
INDUSTRIJSKA VATA	15 mm
KOKOS OBLOGA	11 mm
GR JEZGRA	105 mm



Sl. 8 Konstrukcija s GR jezgrom

4.2. Ispitanici

Za ispitanike je uzeto pet zdravih studenata Šumarskog fakulteta u Zagrebu, muškog spola i podjednake starosne dobi. Cilj je bio da se na tom području ustanovi da li pojedina vrsta ležaja ima utjecaj na čovjekov odmor i spavanje. Za lakše praćenje Lattoflex ležaj je broj 1, a ležaj s GR jezgrom broj 2. Niti jednom od ispitanika nije bilo rečeno na kojoj će vrsti ležaja spavati.

Ispitanici su se pridržavali slijedećeg:

- preko dana su se bavili svojim uobičajenim poslovima,
- obroke hrane uzimali su također na uobičajeni način,
- prije spavanja svi su pustili mokraću.

Uvjeti spavanja:

- temperatura 18° - 20° C,
- vlaga zraka oko 60%,
- vrijeme spavanja od 22 sata do 6 sati
(odgovaralo je uobičajenom vremenu spavanja ispitanika).

Radi eliminacije egzogenih utjecaja vremenskih prilika ležajevi 1 i 2 korišćeni su naizmjenično. Za vrijeme ispitivanja ispitanici nisu u svojim upitnim testovima naveli nikakva posebna tjelesna i duševna opterećenja.

4.3. Metode obrade

4.3.1. Elastične karakteristike i izdržljivost

Sva istraživanja elastičnih karakteristika i trajnosti ležajeva izvršena su u Laboratoriju za ispitivanje kreveta Katedre za finalnu obradu drva Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Primijenjen uređaj razvijen je u Katedri, a izrađen je u skladu s jugoslavenskim i švedskim standardima, s proširenom mogućnošću variranja i mjerenja parametara.

Elastične karakteristike mjerene su s točnošću 0,1 mm i to pri opterećenjima 0, 4, 15, 40, 100, 150, 200, 250 i 300 N. Promjene elastičnih karakteristika mjerene su nakon 100, 500, 1000, 2500, 6250, 15625, 25000, 42500, 60000 i 130000 ciklusa.

Standardizirane metode ispitivanja koriste mali broj opterećenja i mjerenja, pa je za dobivanje točnijih podataka uzeto više opterećenja i učestalije mjerenje promjena elastičnih karakteristika.

4.3.2. Komfor

Istraživanje komfora izvršeno je na Šumarskom fakultetu u Laboratoriju za ispitivanje kreveta. Kružne ploče promjera 100 mm utiskivale su se silom od 0, 4, 15, 40, 100, 150, 200, 250, 300, 350 i 400 N pomoću utega, a dalje do maksimalne deformacije pomoću dinamometra. Deformacija je mjerena s točnošću 0,1 mm.

4.3.3. Polysomnografska obrada

a) Tehnika i metoda registracije

Cijelonoćna poligrafska obrada ispitanika izvršena je u somnografskom odjelu Centra za poremećaje spavanja Psihijatrijske bolnice Vrapče. Odjel čini spavaonica tipa hotelske sobe, te laboratorij u kojem je smještena aparatura za registraciju, video uređaji, TV ekran i dr. Laboratorij je povezan sa spavaonicom putem specijalne kamere. Snimanje - registracija izvršena je na 16-kanalnom poligrafskom uređaju tipa Grass.

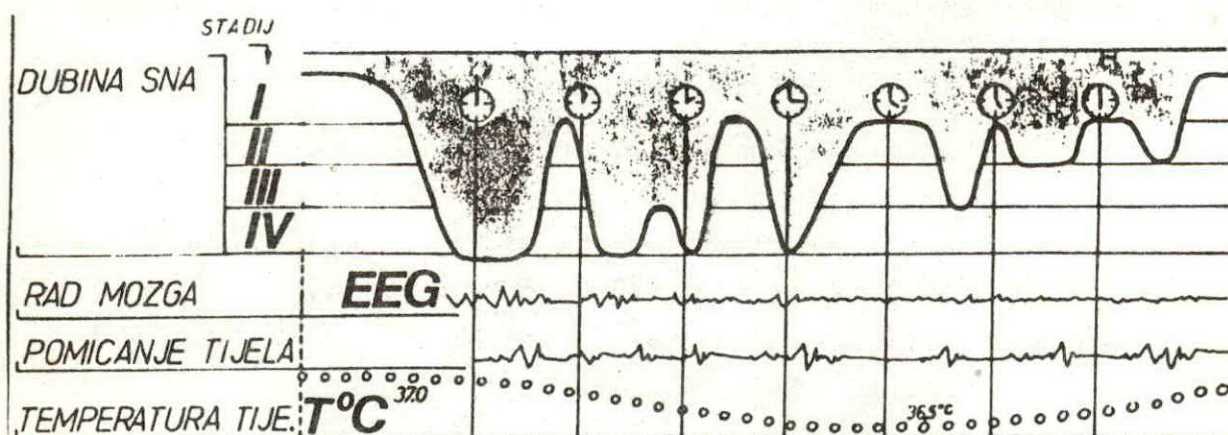
Poligrafska obrada predstavlja simultanu registraciju i analizu niza fizioloških parametara, kao što su: elektroencefalogram (EEG), elektrookulogram (EOG), elektromiogram (EMG), elektrokardiogram (EKG), te disajni pokreti - aktogram.

Registracija je izvršena na slijedeći način:

- EEG	10	kanala
- EOG	2	"
- EMG	1	"
- EKG	1	"
- respiracija	1	"
- aktogram	1	"

Snimanje je vršeno tokom cijele noći. Registracija se je vršila 8 sati u prosjeku i to u vremenu od kada je ugaše-

no svjetlo i zaželjena "dobra noć", pa sve do momenta spontanog buđenja. Karakteristike cijelonoćnog spavanja prikazane su na slici 9.



Sl. 9 Karakteristike spavanja odraslih osoba u toku noći

Ležaj broj 1 bio je na Lattoflex podlozi, dok je ležaj broj 2 kao podlogu imao furnirsku ploču debljine 5 mm.

b) Metode odvođenja pojedinih fizioloških parametara

Pojedini fiziološki parametri registrirani su primjenom posrebnih elektroda sfernog oblika, promjera 12 mm. Elektrode su fiksirane na prethodno acetonom očišćenu kožu komadićem gaze, namočene u kolodijum. Kao provodno sredstvo korišćena je pasta za elektrode.

c) Metode analize

Cijelonoćna snimka vizuelno je analizirana prema pozicijama iz priručnika Kalesa i Rechtschaffen: A Manual of Standardized Terminology, Technique and Scoring for Sleep Stages of Human Subjects, izdanje UCLA Brain Information Service, National Institute of Health, Bethesda, 1968.

Analiza je vršena svakih 120 sekundi, što znači da su pojedine faze spavanja ili budnosti skorirane na svakoj šestoj stranici. Posebna pažnja posvećena je pokretima. Pažnja je posvećena sitnim pokretima (=), generaliziranim pokretima (-), te mioklonizmima (--). Za pokrete analizirana je svaka strana, tj. epoha.

Analizirani su slijedeći parametri spavanja:

1. Totalno vrijeme spavanja (TVS)
2. Latencija usnivanja (LU)
3. Procentualna zastupljenost pojedinih stadija spavanja u odnosu na totalno vrijeme spavanja (npr. % III i IV)
4. Latencija REM-a, tj. vrijeme od kada je ispitanik zas-pao do pojave prvog REM-a
5. Procentualna zastupljenost REM-a u odnosu na totalno vrijeme spavanja (% REM)
6. Efikasnost spavanja (Ef), tj. omjer totalnog vremena spavanja i totalnog vremena snimanja (TVS/TVSn)
7. Učestalost sekvenci budnosti u spavanju od usnivanja do definitivnog buđenja ($f \text{ Sq } W$)
8. Ukupna učestalost pokreta tijela
9. Broj ciklusa

4.3.4. Psihološka obrada

U okviru ispitivanja kvalitete spavanja provedeno je psihologijsko ispitivanje. Sudjelovalo je 5 ispitanika (studenta). Ispitanici su bili testirani upitnicima ličnosti, zadacima perceptivnog tipa, a također su ispunili i upitnik o navikama i kvaliteti spavanja.

Od upitnika ličnosti korišćeni su Cornell indeks - N4 i PIE. Pomoću Cornell indeksa može se utvrditi generalni stupanj neurotizma, te dijagnosticirati različiti načini neurotske reakcije. U upitniku se nalazi F skala koja je definirana kao skala banalnih tvrdnji s kojima se većina ljudi slaže, te može poslužiti kao indikator nekih posebnih reakcionih mehanizama u momentu testiranja. L skala sadrži i teme koje označavaju stanja ili stavove zajedničke svim ljudima, a koje ne žele priznati oni koji se žele prikazati u drugačijem svjetlu. L skala se može upotrijebiti kao mjera stabilne dispozicije prema disimulaciji.

PIE upitnik sam daje podatke o osnovnim crtama ličnosti ispitanika i unutrašnjim konfliktima. Učestalost konfliktnih odgovora raste kao funkcija stupnja neprilagođenosti pacijenta. Ukoliko su ispitanici/pacijenti više neprila-

gođeni to imaju više poteškoća u izražavanju emocija.

Pieron-Touloeuuseov test križanja znakova spada u grupu perceptivnih testova, čiji rezultat može biti korišćen kao indikator stupnja koncentracije pažnje. PT test je brzinski test tipa papir-olovka, pri čemu ispitanik u zadanom vremenu treba postići što veći uradak.

Upitnik o kvaliteti i navikama spavanja sadrži pitanja o količini, dubini i poteškoćama pri spavanju, o snovima, kvaliteti kreveta, prostoriји gdje se spava i sl.

Ispitanici su neke upitnike ličnosti ispunili prije samog ispitivanja, a neke nakon cijelokupnog ispitivanja. Nakon svake prospavane noći ispitanici su ispunjavali PT test. Svaki ispitanik spavao je na dva ležaja tokom 6 noći i to prema određenoj shemi.

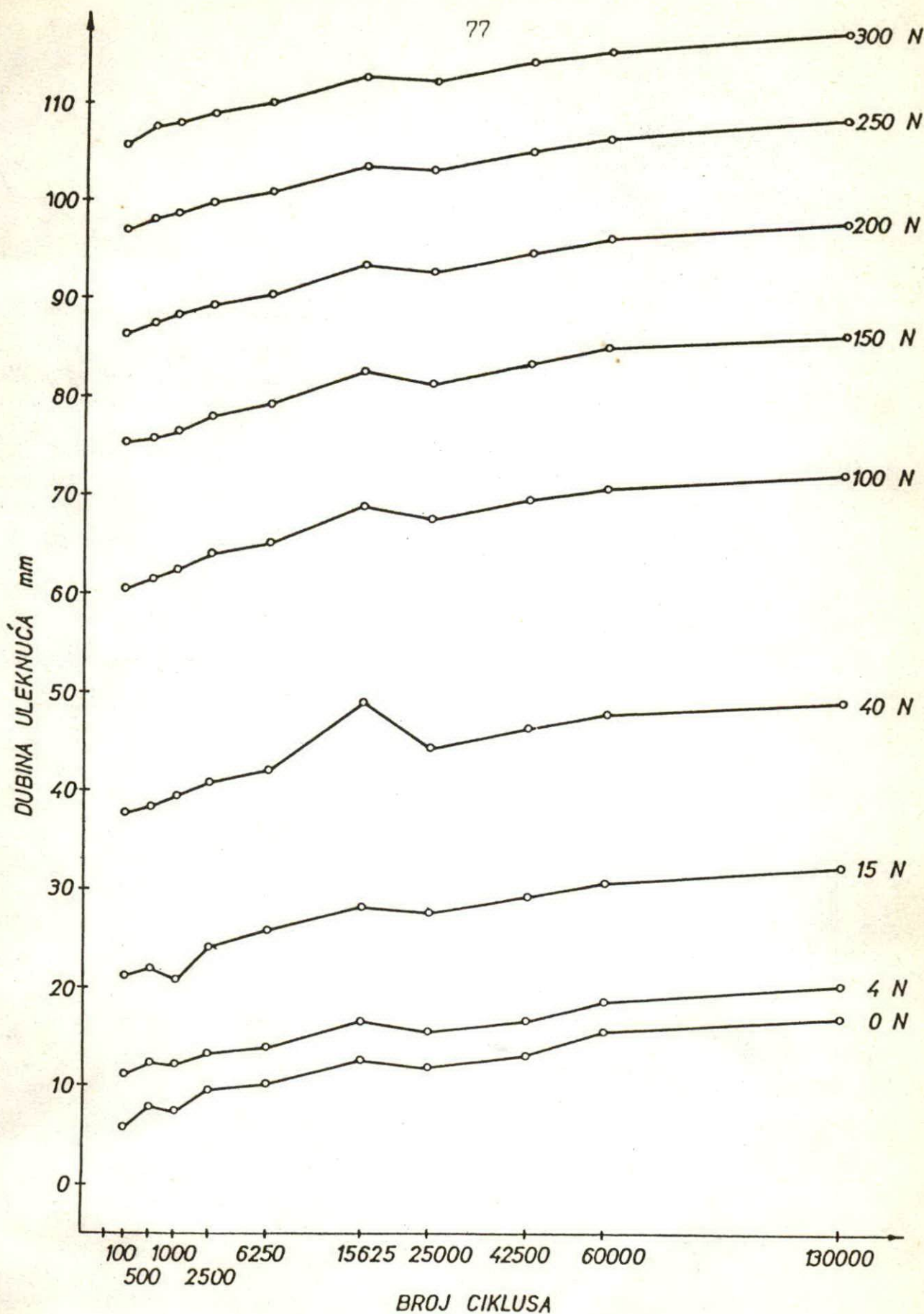
4.3.5. Obrada rezultata istraživanja

Obrada rezultata istraživanja vršena je na elektroničkom računalu, pri Centru za obradu podataka na Šumarskom fakultetu u Zagrebu, uz pomoć parametarskih i neparametarskih metoda matematičke statistike.

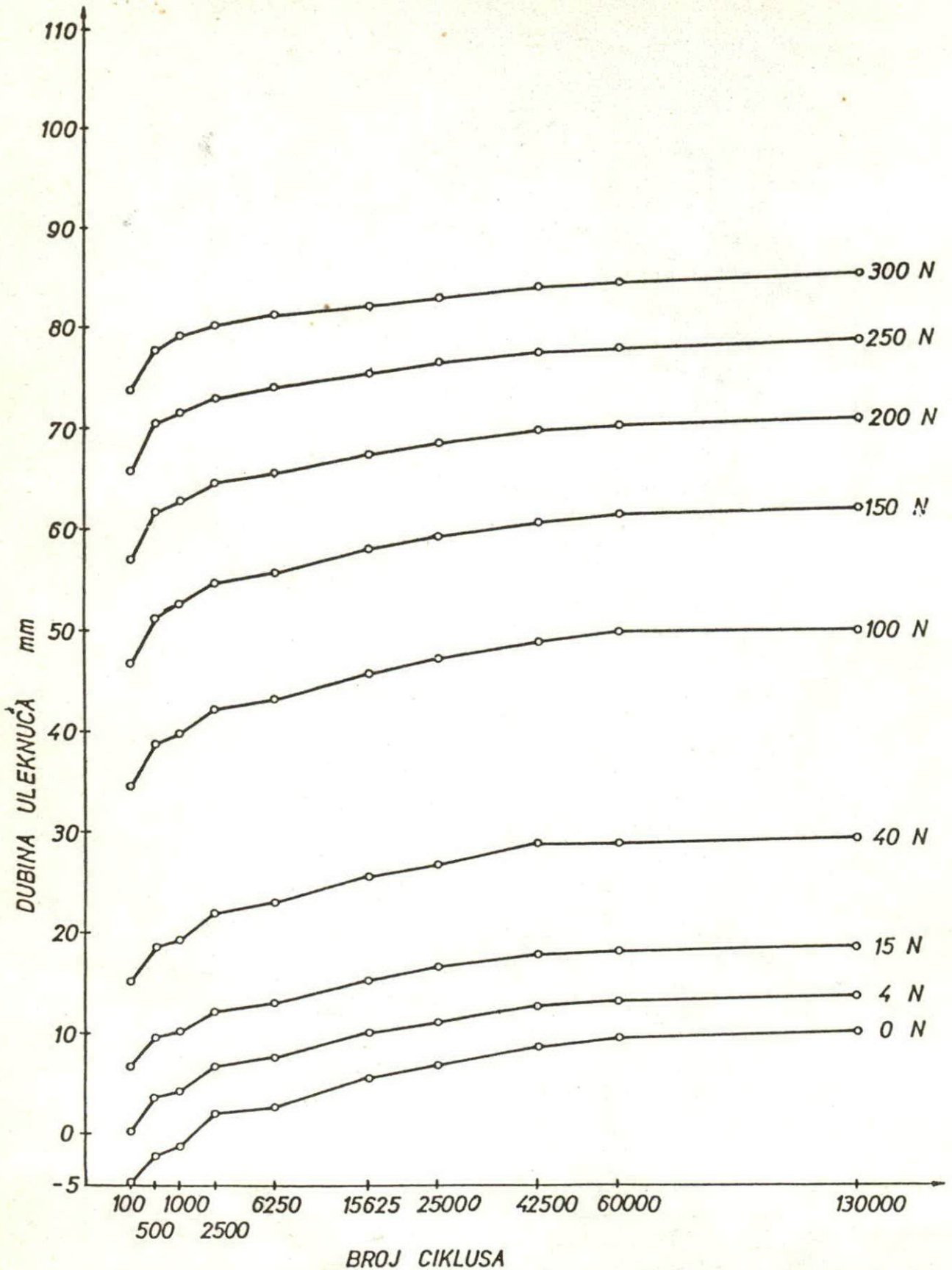
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. Rezultati istraživanja elastičnih karakteristika i trajnosti

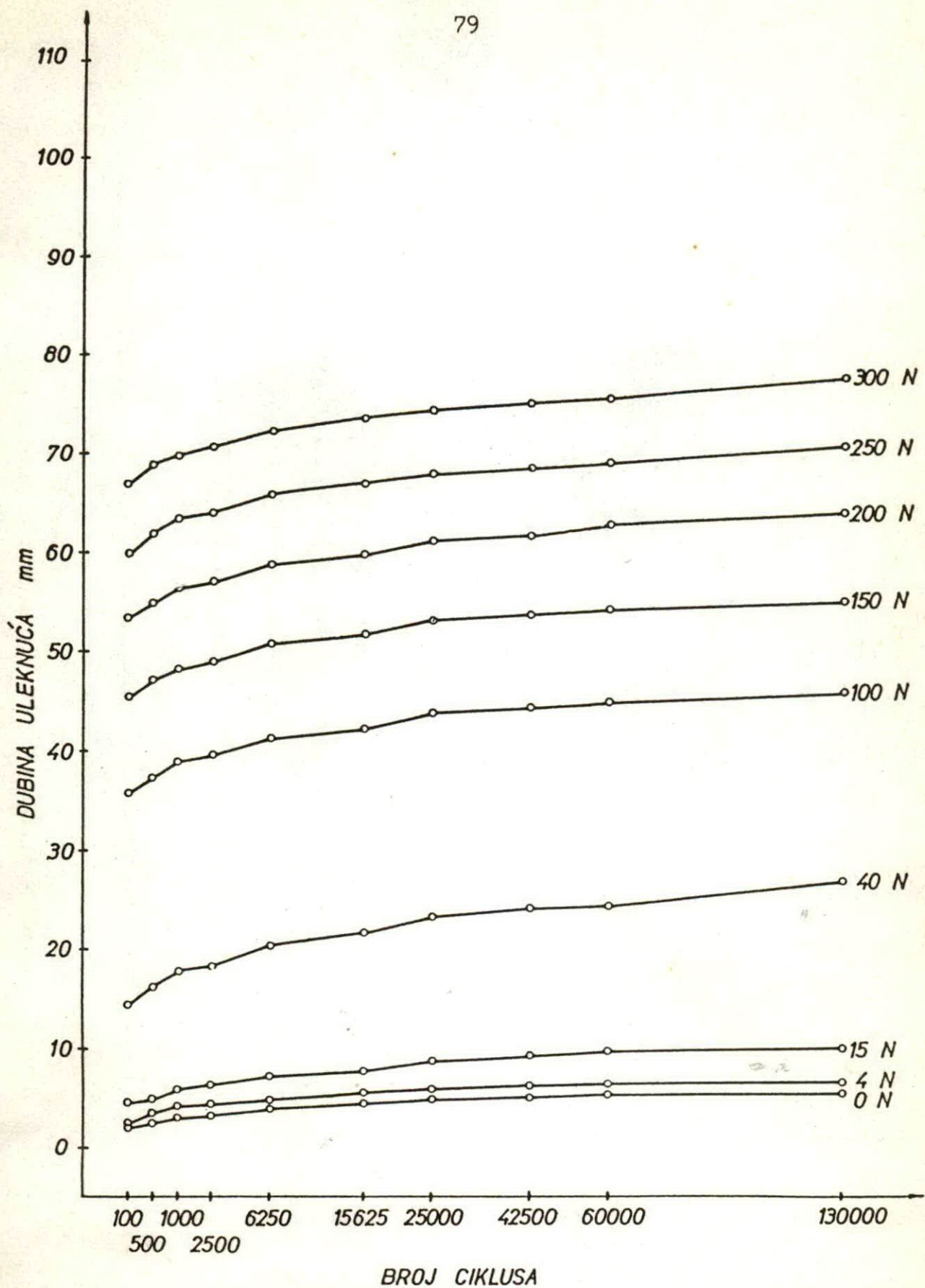
Istraživanja su vršena u skladu s jugoslavenskim i švedskim standardima, proširena prema opisu u poglavlju 4. Dobiven je veliki broj podataka, koji su zbog ograničenosti opsega ovog rada sažeto prikazani, tako da su za rezultate svih uzoraka jednog tipa ležaja, i za sva u simulaciji opterećena mjesta, izračunate aritmetičke sredine. Sva tri tipa ležaja (GR, Lattoflex i višeslojna spužva) pokazala su zadovoljavajuću izdržljivost prema JUS standardu. Po elastičnim karakteristikama najbolji je ležaj s GR jezgrom. Kod ležaja od spužve uočena je promjena površinske elastičnosti, što je ujedno i nedostatak tog tipa ležaja (sl. 10,11,12,13).



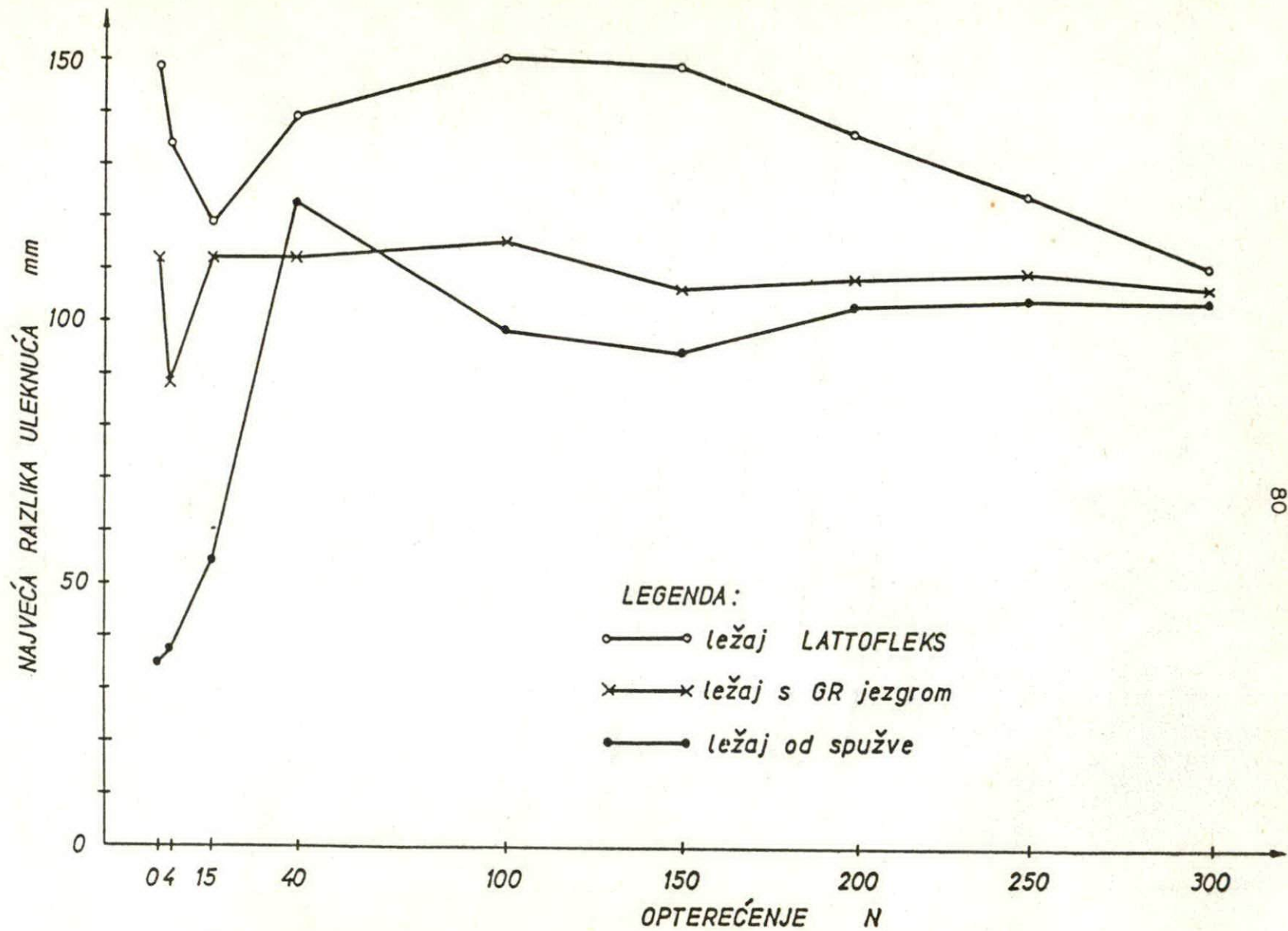
Sl. 10 Promjene elastičnih karakteristika ležajeva u toku simulacije (Ležaj s GR jezgrom)



Sl. 11 Promjene elastičnih karakteristika ležajeva u toku simulacije (Ležaj LATTOFLEX)



Sl. 12 Promjene elastičnih karakteristika ležajeva u toku simulacije (Ležaj od spužve)



Sl. 13 Najveće razlike uleknuća u ovisnosti o opterećenju za sva tri tipa ležaja

5.2. Rezultati istraživanja komfora

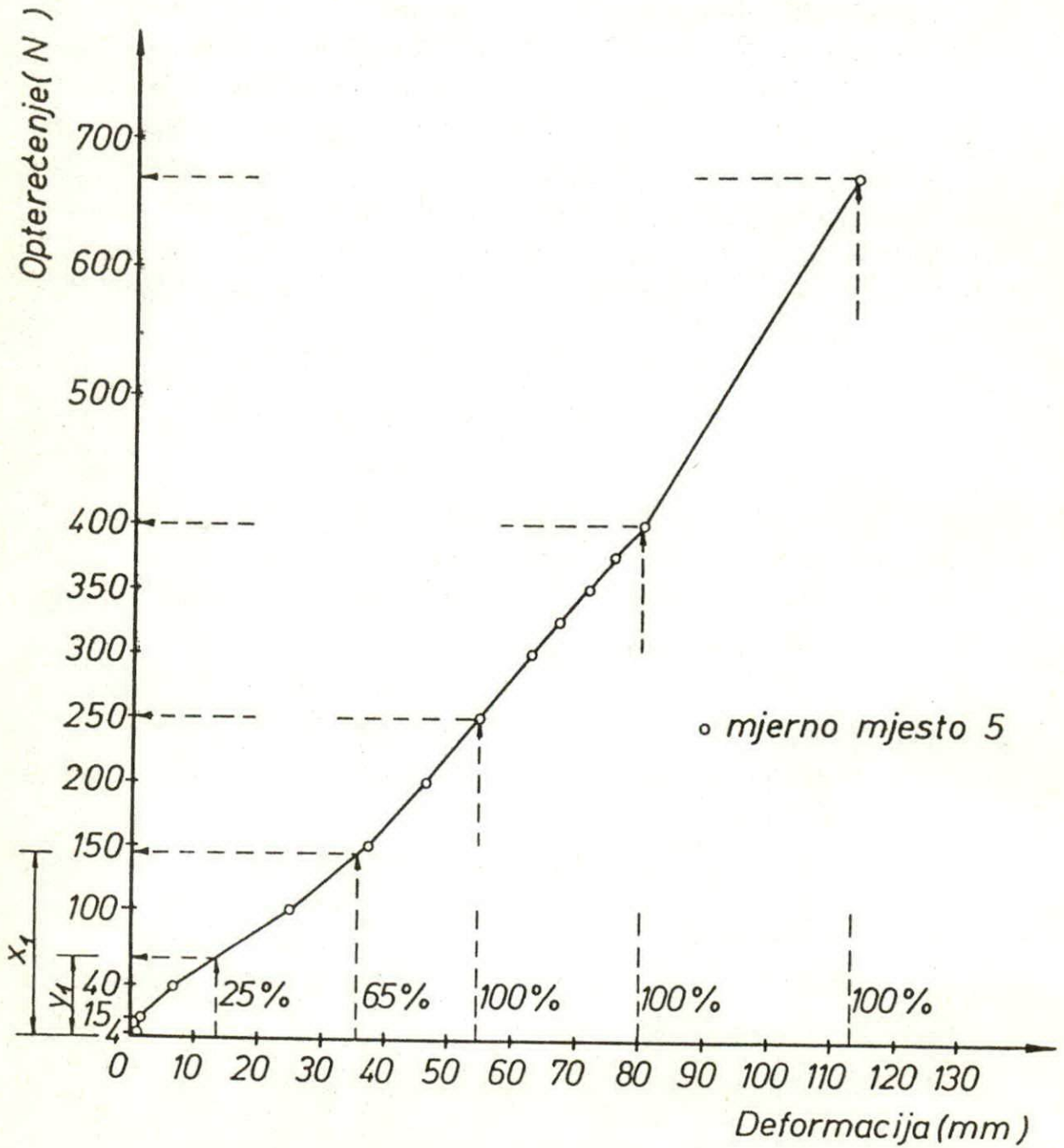
Za ocjenu komfora korišćen je ILD indeks ili indeks komfornosti. Zbog ranije spomenute neriješenosti maksimalne deformacije ista je računana kod maksimalnog opterećenja po standardu (250 N), kod opterećenja 400 N i kod stvarne maksimalne deformacije koja se postiže kod opterećenja silom od oko 700 N (sl. 14 i 15). Izračunati indeksi iznose za GR jezgru 2,8/250 N, 3,5/400 N i 4,3/max N, a za višeslojnu spužvu 2,1/250 N, 2,8/400 N i 3,3/max N. Navedeni pokazatelji govore u prilog primjeni većeg opterećenja za ustanovljavanje indeksa komfornosti, kao i daljnja istraživanja na tom području. Komparacija dvaju ležaja pokazuje da veću komfornost kod svih maksimalnih opterećenja ima ležaj s GR jezgrom.

5.3. Rezultati polysomnografske obrade

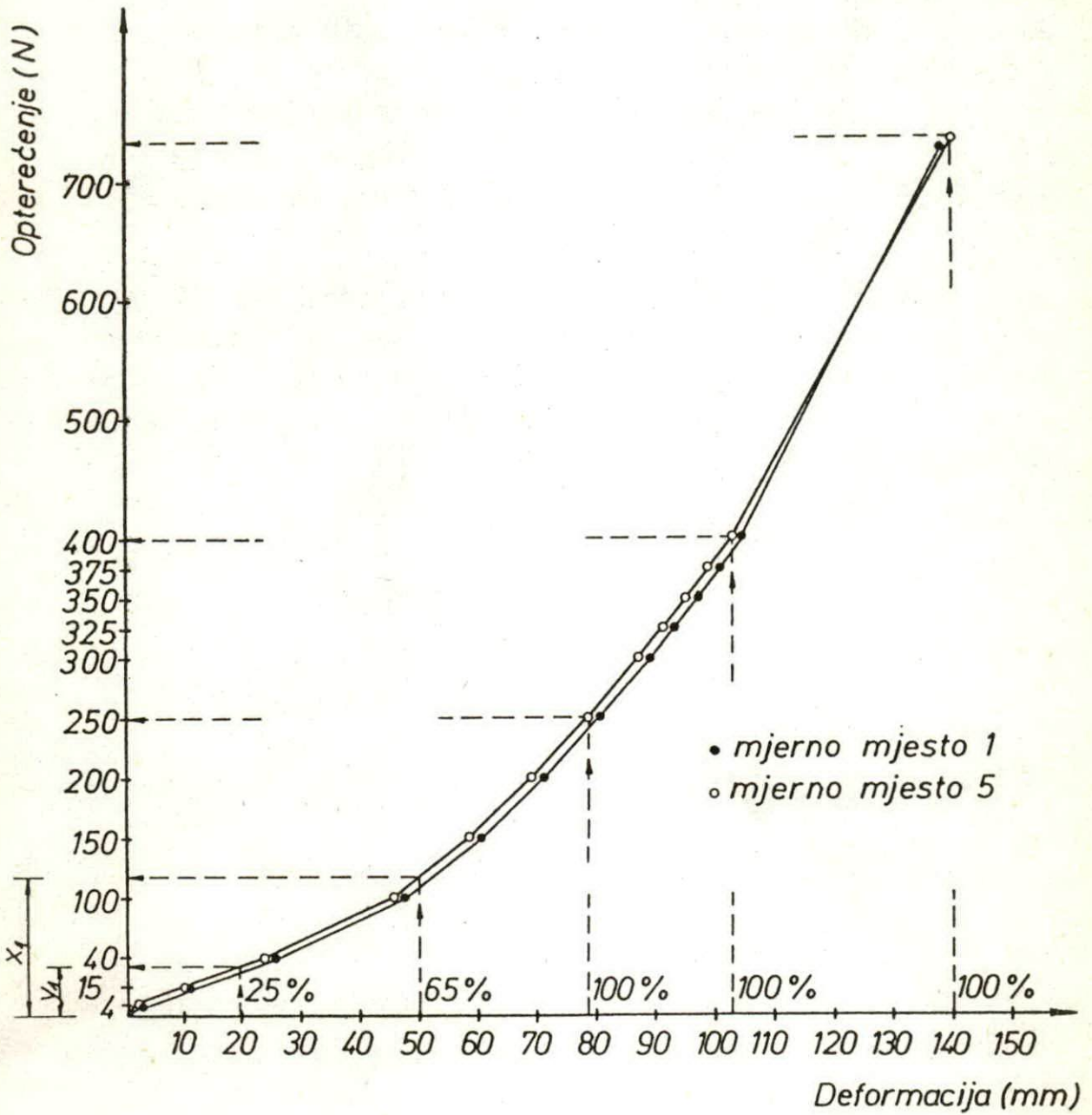
Nakon ukupno 30 noći izvršena je analiza i ustanovljeno je da postoji razlika između pojedinog tipa ležaja. Ispitivanje kvalitete spavanja pokazalo je da je kod ispitivanih ležajeva najbolje rezultate pokazala konstrukcija s GR opružnom jezgrom.

5.4. Rezultati psihološke obrade

U okviru ispitivanja kvalitete spavanja provedeno je i psihologijsko ispitivanje. Sudjelovalo je 5 ispitanika (studenata). Ispitanici su bili testirani upitnicima ličnosti, zadacima perceptivnog tipa, a također su ispunjavali i upitnik o navikama i kvaliteti spavanja. Navedena ispitivanja pokazala su da je ležaj s GR opružnom jezgrom dao bolje rezultate od Lattoflex ležaja.



Sl. 14 Krivulja opterećenja - deformacije na ležaju iz višeslojne spužve



Sl. 15 Krivulja opterećenja - deformacije na ležaju s GR jezgrom

6. DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Istraživanja koja su provedena na Šumarskom fakultetu i u Centru za spavanje u Zagrebu potvrđuju da vrsta ležaja, navike spavanja, način odmaranja imaju utjecaja na oblik kralješnice i nastanak nekih njenih oboljenja. Prije se je liječnik trudio da liječi nastala oboljenja. Danas se bolest nastoji spriječiti, pa glavni dio posla higijeničara jest preventiva. A upravo pogodan ležaj je nedjeljiv dio preventive bolesti kostiju, osobito oboljenja kralješnice.

Ova istraživanja ukazala su na potrebu multidisciplinarnog pristupa kompleksu ležaj - spavanje. Očito je da svi dosadašnji jednostrani pokušaji nisu mogli donijeti cjelovite i prihvatljive rezultate, posebno i stoga što je cjelokupan problem vrlo složen.

Ležaj mora biti konstruiran tako:

- da kao cjelina odaje estetski ugođaj,
- da svojim dimenzijama odgovara korisnicima,
- da se tijelo u toku spavanja nalazi u anatomski pogodnom položaju, tj. ležaj mora tijelo držati u prirodnom položaju i mora mu osigurati pravilan položaj kralješnice i ostalih dijelova,
- da je osigurano podjednako opterećenje površine kojom se čovjek oslanja na ležaj,
- da nije smanjen dovod svježeg zraka,
- da osigurava provođenje topline i vlage,
- da odgovara raznim masama korisnika, posebno onih s bolesnom kralješnicom,
- da udovoljava higijenskim i zdravstvenim zahtjevima.

Poboljšanje kvalitete ležaja ulaganjem u njega tvrde ploče ili sl. potpuno je neprikladno, iako su taj postupak dugi niz godina preporučivali mnogi stručnjaci s područja medicine i namještaja. S jedne strane na taj se način povećavaju koncentracije pritisaka u pojedinim točkama, što je suprotno osnovnoj koncepciji kvalitetnog ležaja, a s druge strane kod ležaja s pločom (daskom) i sl. onemogućeno je

spavanje na boku. Značenje toga možemo posebno procijeniti, ako se upoznamo sa činjenicom da preko 50% ljudi spava pretežno na lijevom ili desnom boku.

Pokazalo se da jugoslavenski standard za ispitivanje trajnosti i elastičnosti ležaja kao sastavnog dijela kreveta, iako je uveden tek nedavno, ima određene nedostatke. To su potvrdila i ispitivanja provedena u Zavodu za istraživanja u drvnoj industriji pri Šumarskom fakultetu u Zagrebu. U skladu sa standardom izrađen je uređaj i potrebna oprema, te je izvršeno ispitivanje ležaja naših proizvođača standardnom i nestandardnom metodom. Uočeno je slijedeće:

- a) Najveće promjene trajnosti događaju se na prvih 15000 ciklusa, te su za to vrijeme potrebna česta mjerenja, dok je standardom predviđeno samo mjerenje nakon 100 i 25000 ciklusa. Relativno su veliki razmaci između 25000 i 60000 ciklusa, pa ako dođe do neprimjetne destrukcije ispitivanja često traje još slijedećih 30 sati, da bi se konstatacinalo da je u stvari bilo nepotrebno. Još naglašeniji je problem između 60000 i 130000 ciklusa.
- b) Kod ispitivanja elastičnosti nedovoljna su opterećenja koja su data u standardu (4, 40, 200 i 250 N). Nestandardnom metodom (4, 15, 40, 100, 150, 200, 250 i 300 N) dobiveni su daleko bolji rezultati koji u potpunosti definiraju krivulju elastičnosti, a time i elastične karakteristike ležaja. Mjerne točke koje su opterećene u toku ispitivanja (u skladu sa standardom), kao i mjerna točka 5, koja je neopterećena, izgleda da nisu dovoljno proučavane i to će biti predmet daljnjih istraživanja.
- c) U pogledu komfora potvrđeno je da raznovrsnost i neusporedivost metoda utječu na različito zaključivanje i odlučivanje o tome koji tip namještaja za ležanje predstavlja kompleks karakteristika kvalitete najvišeg značaja. I ova metoda koja je korišćena u radu početak je na tom području i pokazala je mnoge nedostatke. Opterećenja treba provoditi kontinuirano i u području iznad 400 N, pa

do maksimalne deformacije. Trebalo bi i u naš standard uvesti metodu koja je najviše približena praktičnoj upotrebi, pa uz krivulju ovisnosti deformacije o opterećenju, izraženu površinskom mekoćom, ILD faktorom za nosivi dio, te rezervom elastičnosti, ocjenjivati i ojaštani namještaj, pa samim tim i ležaj kao cjelinu.

Neophodno je da se istraživanja na području kreveta nastave i to zajedno sa stručnjacima s područja medicine (rentgenolozima, psiholozima, ortopedima i dr.) kako bi se i kod nas došlo do kreveta koji bi najbolje odgovarao svakome od nas.

Na temelju provedenih istraživanja mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- Somnološka obrada je pokazala da je spavanje na ležaju s opružnom jezgrom bolje, nego na Lattoflex ležaju. U svim analiziranim značajkama razlike nisu statistički signifikantne;

- Psihološka obrada je pokazala da je spavanje na ležaju s GR jezgrom bolje, nego na Lattoflex ležaju;

- U pogledu elastičnih karakteristika najbolji je ležaj s opružnom jezgrom, zatim Lattoflex ležaj, a iza njega ležaj s višeslojnom jezgrom od spužve;

- U pogledu trajnosti (izdržljivosti) svi ležajevi pokazali su zadovoljavajuće rezultate;

- U pogledu komfora bolji je ležaj s GR jezgrom, jer ima veći indeks komfornosti.

Istraživanja na tom području neophodno je nastaviti, ali s većim brojem ispitanika i to raznih starosnih populacija i drugih karakteristika. Ali potrebna je veća suradnja sa stručnjacima ortopedima, kako bi se za određene psihičke i fizičke karakteristike korisnika mogao preporučiti adekvatan ležaj. Naši proizvođači ležajeva trebali bi u tom istraživanju vidjeti i svoj interes, jer bi im se na taj način

moglo ukazati na određene probleme, koji su značajni u samoj razradi konstrukcije ležaja.

Naravno u istraživanjima je, pored većeg broja ispitanika, nužno proširiti i tipove ležajeva, kako bi se međusobnom komparacijom dobila vrijedna slika onoga najkvalitetnijeg, odnosno najboljeg za čovjekovo spavanje i odmor.

L I T E R A T U R A

1. Ackerman, W.: Sitzen und liegen gesund und entspannend.
Möbel Kultur 1968, 6.
2. Avetikov, A.L.: Mjahkaja mebelj.
Lesnaja promišlenost, Moskva 1969.
3. Becker, J.: Der Schlaf, Freund des Menschen.
Möbel Kultur 1983, 7.
4. Cohen, S.I., Ferarri, R.J.: New foams presed Better.
Furniture design manufacturing 1971,1,42-47.
5. Crane, K.: Sleeping on Air, The American Chiropractor.
Magazine of the Chiropractic profession,
January/February 1982, Carlsbad, U S A.
6. Dürriegl. V.: Spavanje, poremećaji spavanja i osnovni
principi liječenja.
KRKA, KPN 3/82, Novo Mesto.
7. Engdal, S.: Bäddens betydelse för rygg, sömn och cirku-
lation - undersökningar och studier av oli-
ka bäddar.
Wenner-Fren Research Laboratory,
Stockholm 1983.
8. Grbac, I.: Metodološki pristup konstrukcijskoj razradi
kreveta (seminarski rad).
Šumarski fakultet u Zagrebu 1983.
9. Grbac, I.: Krevet, odmor i san.
Zbornik radova "Istraživanje, razvoj i kvali-
teta proizvoda u preradi drva", s. 317-333
Osijek 1984.
10. Grbac, I.: Istraživanje trajnosti i elastičnosti razli-
čitih konstrukcija ležaja (magistarski rad).
Zagreb 1984.
11. Grbac, I.: Krevet na sajmu INTERZUM u Kölnu.
Drvna ind. 36(1985)7-8, 195-197.

12. Kapica, L., Kwiatowski, K., Dziegielewski, S.:
 Untersuchung von Federsystemen für Bauelemente in Polstermöbeln.
 Holztechnologie 22(1981)1, 52-56.
13. Kinkel, H.J., Maxion, H.: Schlafphysiologische Untersuchungen zur Beurteilung verschiedener Matratzen.
 Int.Z. angew. Physiol. 28, 247-262 (1970).
 (Co. by Springer-Verlag 1970).
14. Ljuljka, B.: Namještaj za sjedenje, neka njegova svojstva i metode ispitivanja.
 Drvna ind. 27(1976)1-2, 13-20.
15. Ljuljka, B.: Ispitivanje čvrstoće i trajnosti naslonjača i višesjeda.
 Drvna ind. 27(1976)1-2, 21-25
16. Ljuljka, B., Sinković, B.: Faktori kvalitete naslonjača i višesjeda.
 Drvna ind. 29(1978)1-2, 5-12.
17. Prokopova, H.: Zakladni vyzkum vlivu fijiologickych a hygienickych požadovku na zpusob a tver čaloveneni.
 Drevarsky Vyskum, Brno 1972.
18. Raphael, L.: Povratak zdravom snu.
 Biblioteka popularne psihologije,
 Zagreb 1983.
19. Reinbender, D.: Die Technologie des gesunden Schlafes
 (Was gibt es Neues bei Matratzen und Bettrahmen).
 Möbel Kultur 1978, 9, 98-105.
20. Reinbender, D.: Alles dreht sich um die Bandscheibe
 (Lattoflex—Seminar: Das Bett in der Forschung).
 Möbel Kultur 1981, 11, 75.
21. Snedecor—Cochran: Statistical methods.
 New York 1967.

22. Suchova, A.V.: Ocena miękkości mebli do siedzenia i leżenia.
Meble, Moskwa 1978.
23. Tkalec, S.: Konstrukcije namještaja (skripta).
Šumarski fakultet u Zagrebu 1985.
24. xxx JUS D.E8.228 (1982).
 SIS 83 96 21 (1978).

Prof. dr BOŽIDAR PETRIĆ
Katedra za anatomiju i
zaštitu drva

Prof. dr STANISLAV BAĐUN
Katedra za tehnologiju drva
Šumarski fakultet Zagreb

STRUKTURNE KARAKTERISTIKE I SVOJSTVA JUVENILNOG DRVA

PREDGOVOR

Intenzifikacijom izgradnje šumskih komunikacija kod nas se šume sve više otvaraju. U tako otvorenim šumama vrše se i intenzivnije prorede. Zbog toga i zbog nestašice drvene sirovine, uvjetovane porastom drvnoprerađivačkih kapaciteta, u šumarskoj se proizvodnji sječiva dob stabala kontinuirano smanjuje. Radi toga u preradu drva dolazi sve tanja oblovina. Obzirom da je širina juvenilnog drva određene vrste manje više podjednaka, njezin se udio u takvoj oblovinu neprestano povećava, pa ono danas dobiva sve veći značaj.

UVOD

Poznavanje svojstava sirovine u svakoj tehnologiji, pa tako i u tehnologiji drva, jedan je od bitnih faktora za uspješnost proizvodnje. U tehnologiji drva poznavanje svojstava drva kao sirovine bitan je faktor za pravilan izbor vrste drva za izradu određenog proizvoda iz drva i na bazi drva, kvalitetu tog proizvoda, izbor tehnološkog procesa i njegovu konačnu utilizaciju.

Svojstva drva mogu se podjeliti na strukturalna, kemijska, fizička, mehanička i tehnološka. Navedena svojstva međusobno su čvrsto ovisna. Strukturna i kemijska svojstva drva određuju njegova fizička svojstva, ova pak diktiraju njegova mehanička svojstva. Spomenuta svojstva uvjetuju njegova tehnološka

svojstva, koja zajedno s estetskim svojstvima diktiraju njegove utilizacijske karakteristike.

Drvo kao sirovina biogeni je materijal i kao takovo podvrgnuto je zakonima biologije. Zbog toga su svojstva pojedinih vrsta drva različita i genetski uvjetovana.

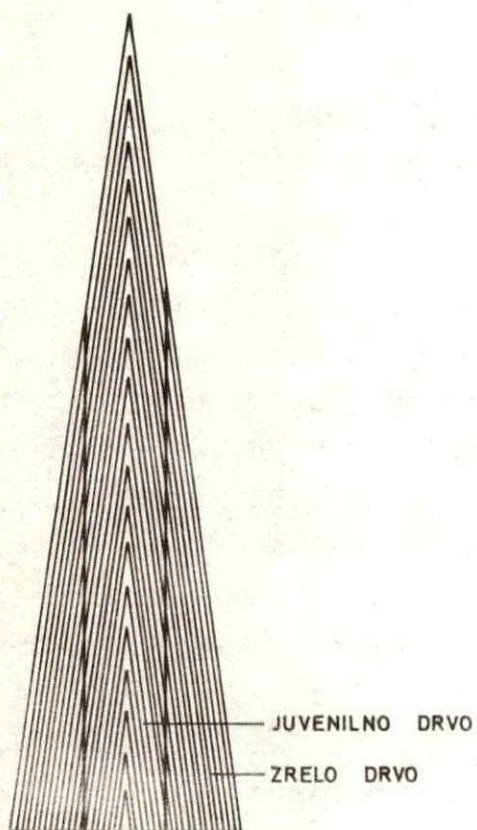
Premda su svojstva pojedinih vrsta drva genetski određena, ipak ona unutar određene vrste drva znatno variraju. Te su varijacije posljedica djelovanja vanjskih i unutarnjih faktora na rast stabala.

Vanjski činioci promjena svojstava drva unutar određene vrste su djelovanje ekoloških faktora i utjecaj čovjeka na rast šumskog drveća. Ekološki se faktori znatno mjenjaju unutar prirodnog areala određene vrste drva utjecajem stanišnih i reljefnih faktora. Utjecaj čovjeka na promjene svojstava drva manifestira se njegovim uzgojnim i uređivačkim radovima.

Unutarnji činioci promjena svojstava drva posljedica su ontogeneze stabala. Svaki živi organizam, pa tako i svako stablo, tijekom svog života prolazi kroz nekoliko razvojnih faza. Te faze čine period mladosti, zrelosti i starosti. Vremenski period svake faze genetski je uvjetovan i različit za pojedine vrste drva. U prvim godinama života stabla formira se juvenilno ili mlado drvo. Iza juvenilnog nastaje adultno ili zrelo drvo, a kod starijih stabala s vanjske strane adultnog drva nastaje i prezrelo drvo. Prema tome, centralni cilindar izgrađen iz određenog broja godina uz srčiku, duž čitavog stabla, čini juvenilno drvo (Sl. 1).

Struktura juvenilnog drva znatno se razlikuje od strukture zrelog drva. Te razlike rezultat su promjena morfoloških karakteristika elemenata građe drva, promjena u njihovom udjelu i rasporedu u drvu, te promjena u debljini, submikroskopskoj građi i kemizmu njihovih staničnih stijenki.

Navedene promjene uvjetuju promjene u njegovim fizičkim i mehaničkim svojstvima, a ova pak uvjetuju promjene u tehnološkim svojstvima drva.



SL. 1

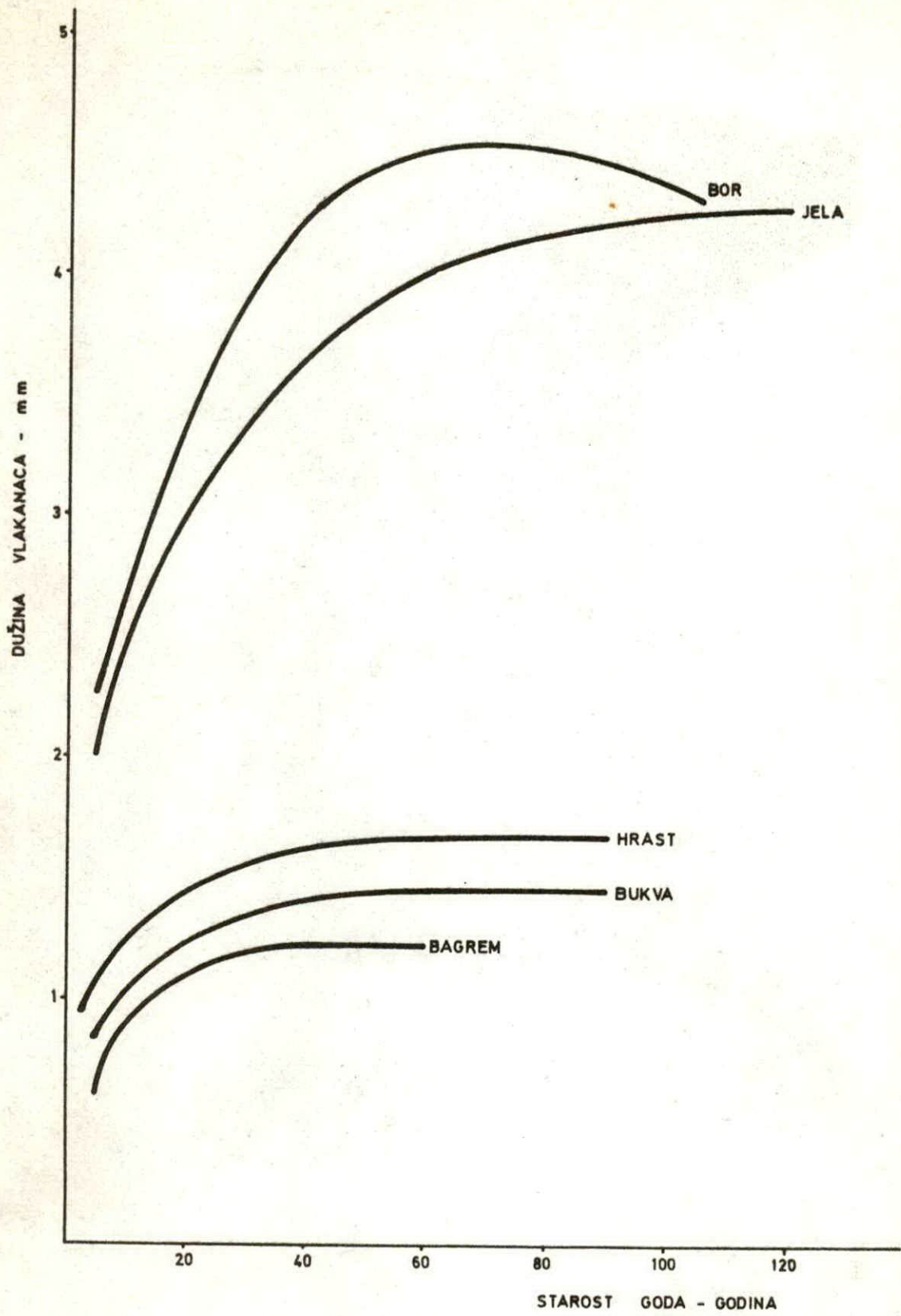
STRUKTURA JUVENILNOG DRVA

Najmarkantnija karakteristika strukture juvenilnog drva je nagli porast dimenzija elemenata građe od srčike prema periferiji debla. Zona u kojoj te promjene prestaju ili se naglo smanjuju smatra se granicom između juvenilnog i zrelog drva. U zreлом drvu dimenzije elemenata građe poprimaju manje više konstantne vrijednosti.

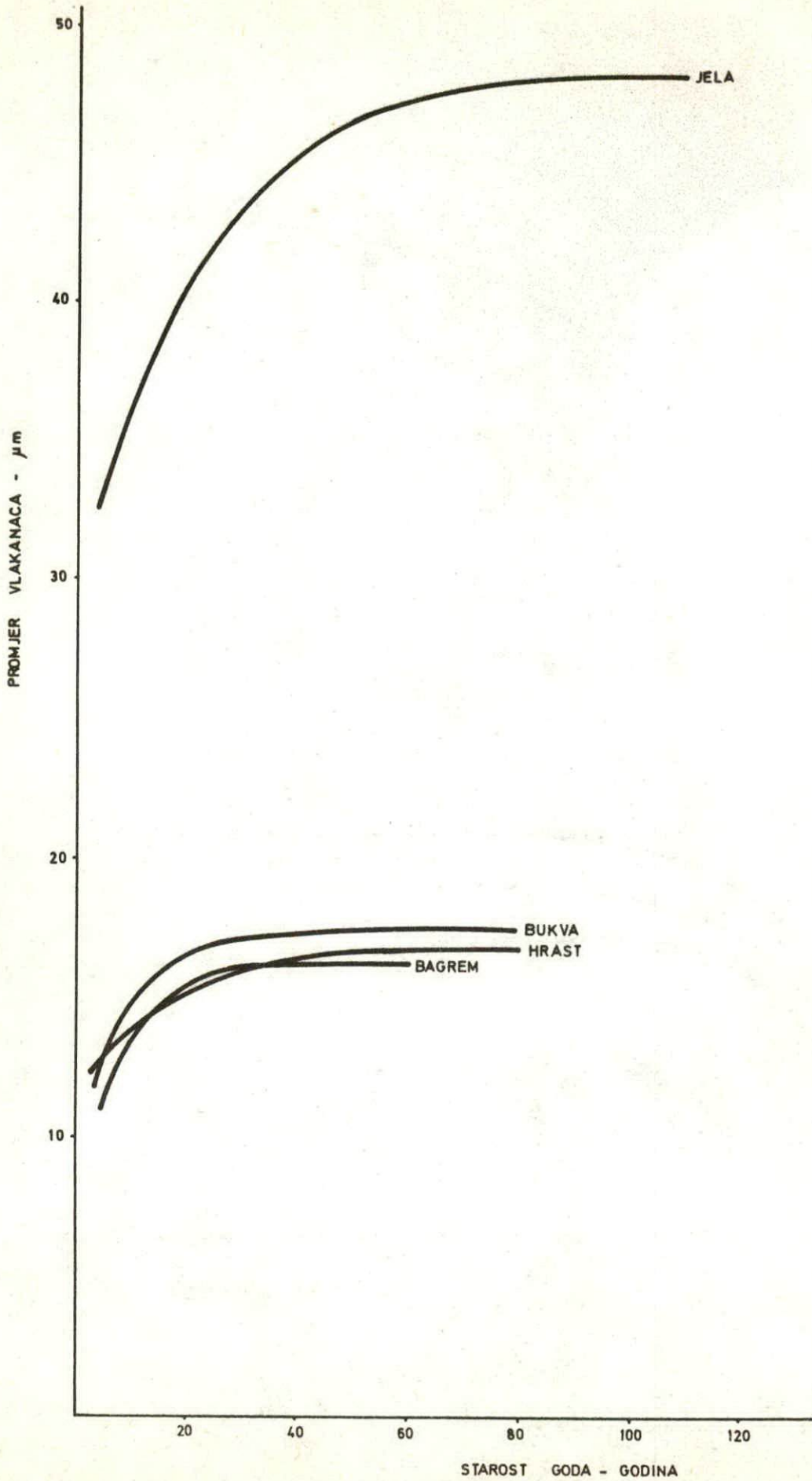
Period formiranja juvenilnog drva, obzirom da je genetski uvjetovan, ovisi o vrsti drva. Kod domaćih komercijalnih četinjača period formiranja juvenilnog drva traje do 60 godina. U tom periodu dužina traheida poraste u odnosu na njihovu dužinu u prvim godovima uz srčiku preko 100 % (Sl.2). Promjene njihovih dužina slijede i promjene njihovih promjera (Sl.3). Taj je porast znatno manji, a iznosi do 50%. Period formiranja juvenilnog drva domaćih listača nešto je kraći, te iznosi od 20 do 50 godina. Porast dimenzija elemenata građe kod drva listača također je nešto manji. U tom periodu dužina drvnih vlakana poraste do 60%, a njihov promjer do 40% (Sl. 2 i 3). Promjer članaka traheja u istom periodu poraste do 150 % (Sl. 4).

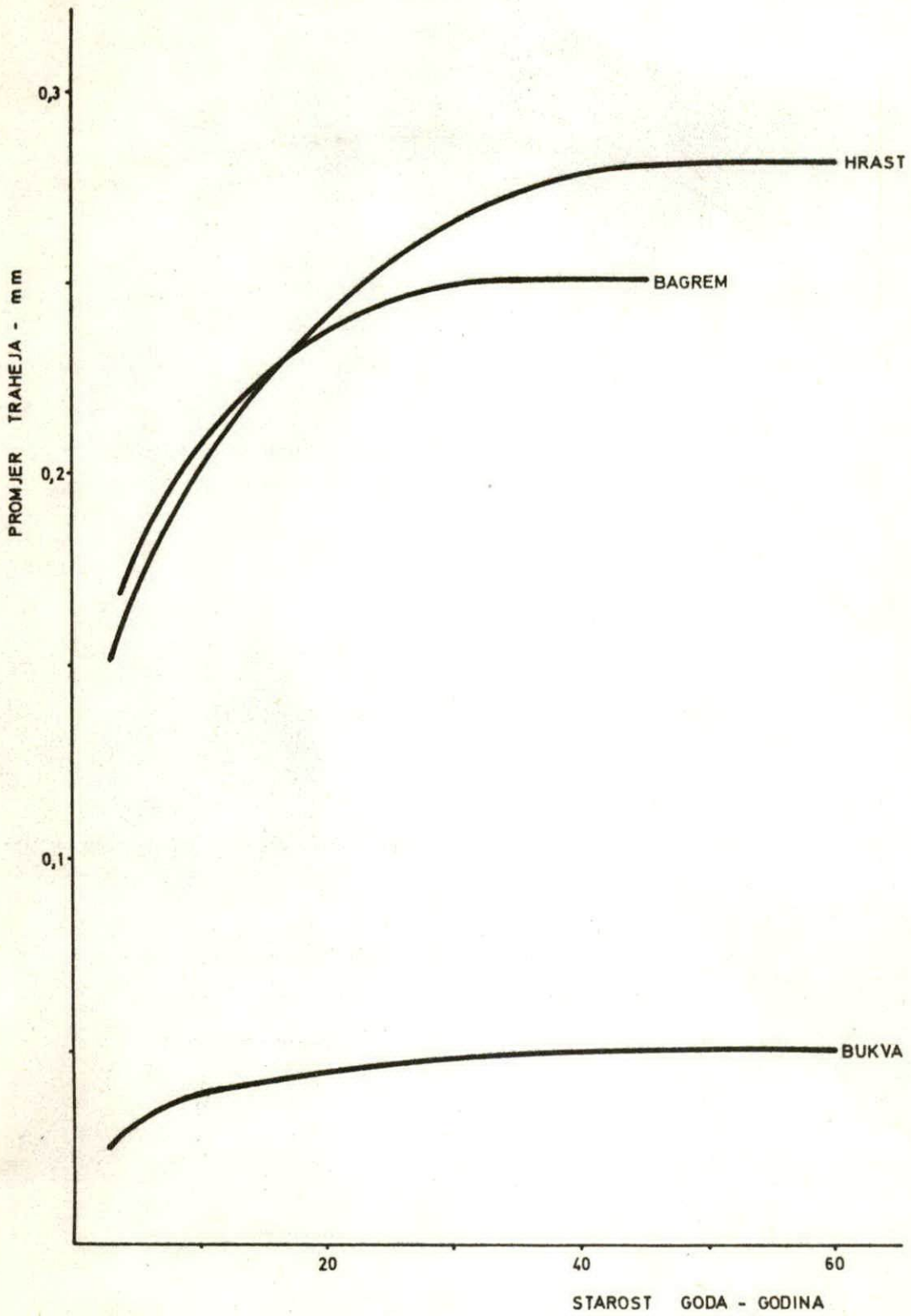
Usporedo s promjenama dimenzija elemenata građe drva zbivaju se i promjene u njihovim staničnim stijenkama. Stanične stijenke traheida kasnog drva domaćih četinjača u zreлом su drvu 40 do 80 % deblje od stijenki traheida kasnog drva prvih godina uz srčiku. Isti se trend promjena zbiva i u staničnim stijenkama vlakanaca juvenilnog drva listača. Debljina staničnih stijenki traheida ranog drva domaćih četinjača podjednaka je u juvenilnom i zreлом drvu, ili neznatno raste od prvih godina juvenilnog drva do zone zrelog drva, gdje postiže konstantnu vrijednost (Sl. 5).

Kut uvijanja fibrila, srednjeg podsloja sekundarnog sloja staničnih stijenki traheida juvenilnog drva, opada od prvih godina uz srčiku do zone zrelog drva, gdje poprima konstantnu vrijednost (Sl. 6).

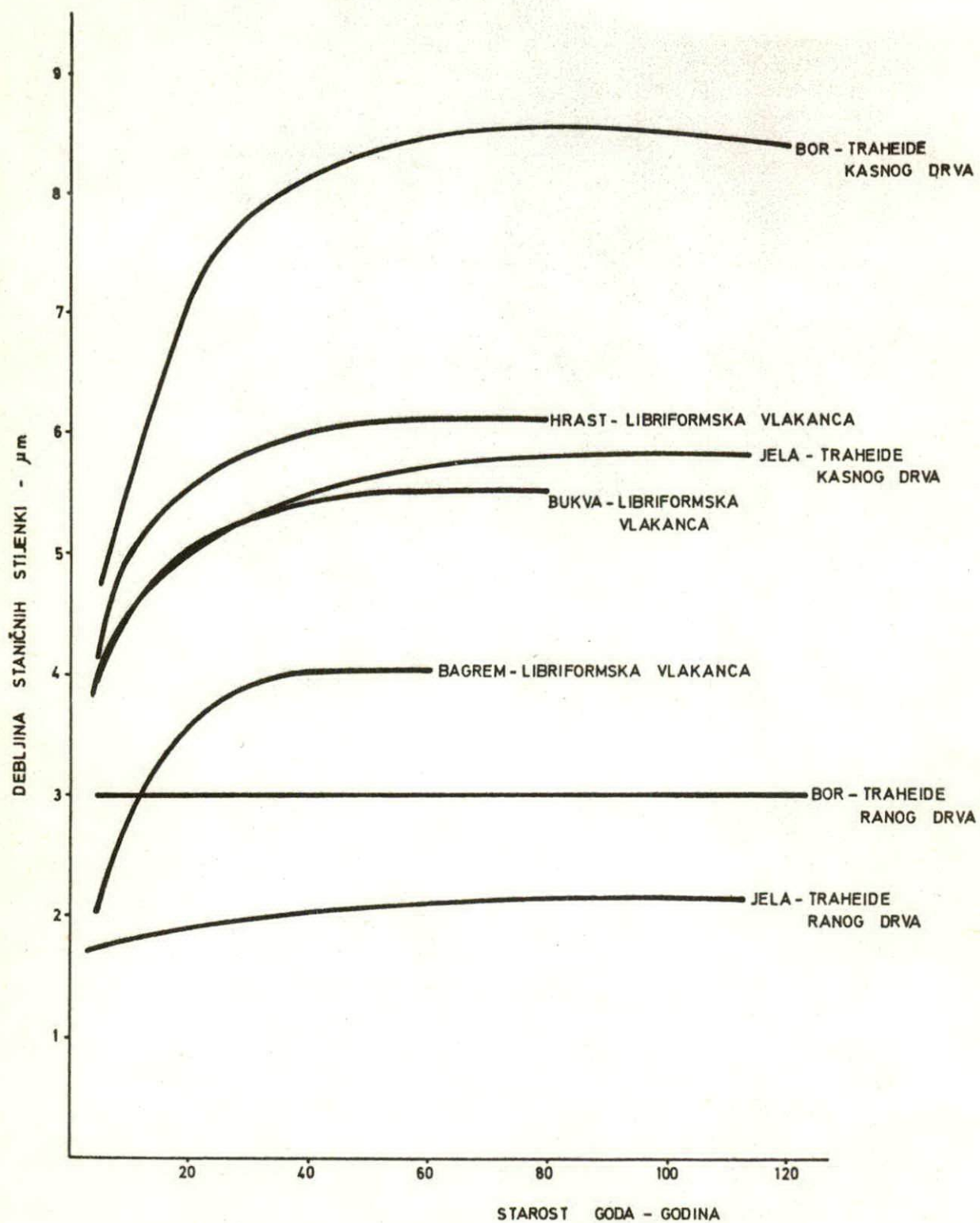


SL. 2

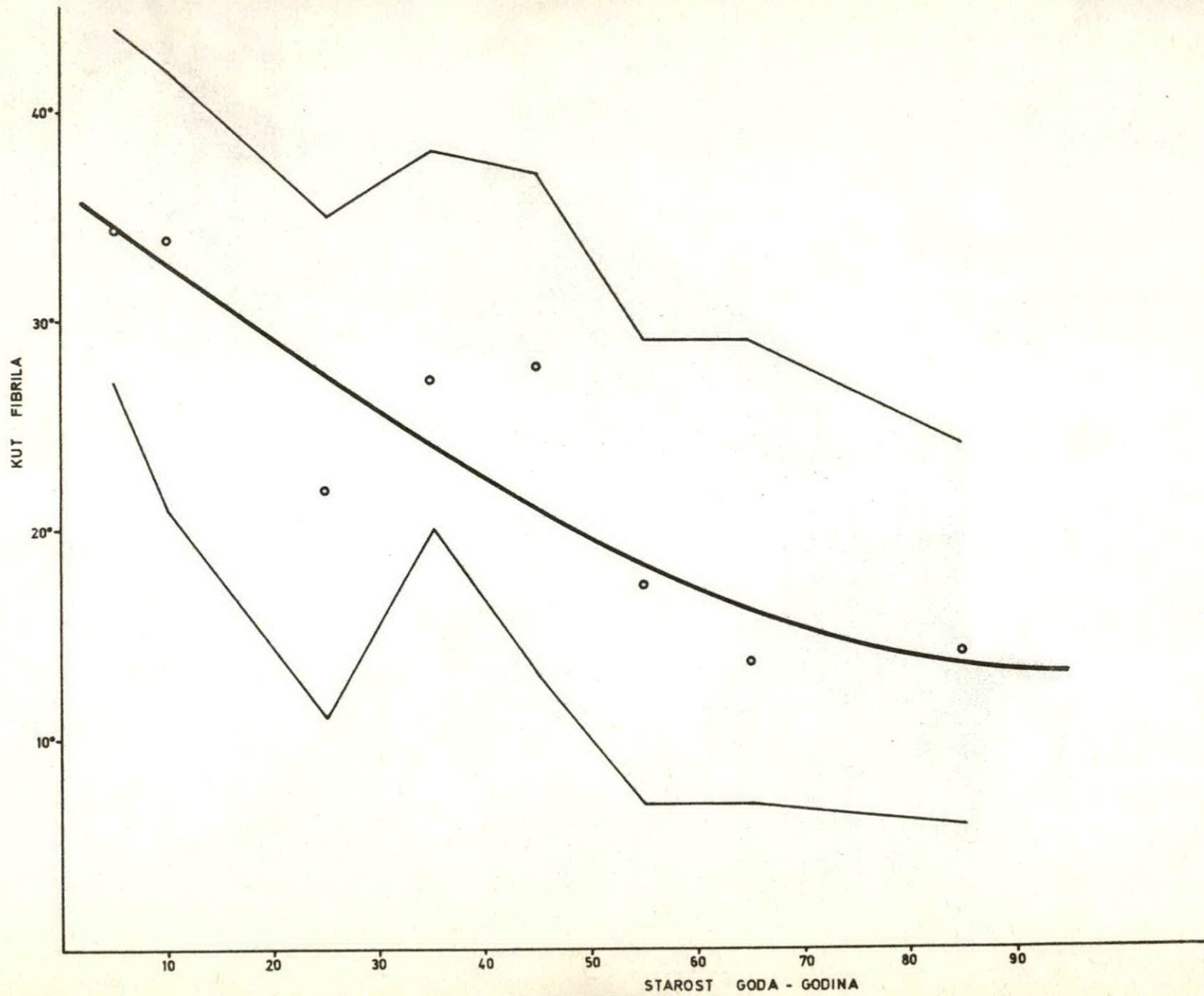




SL. 4



SL. 5

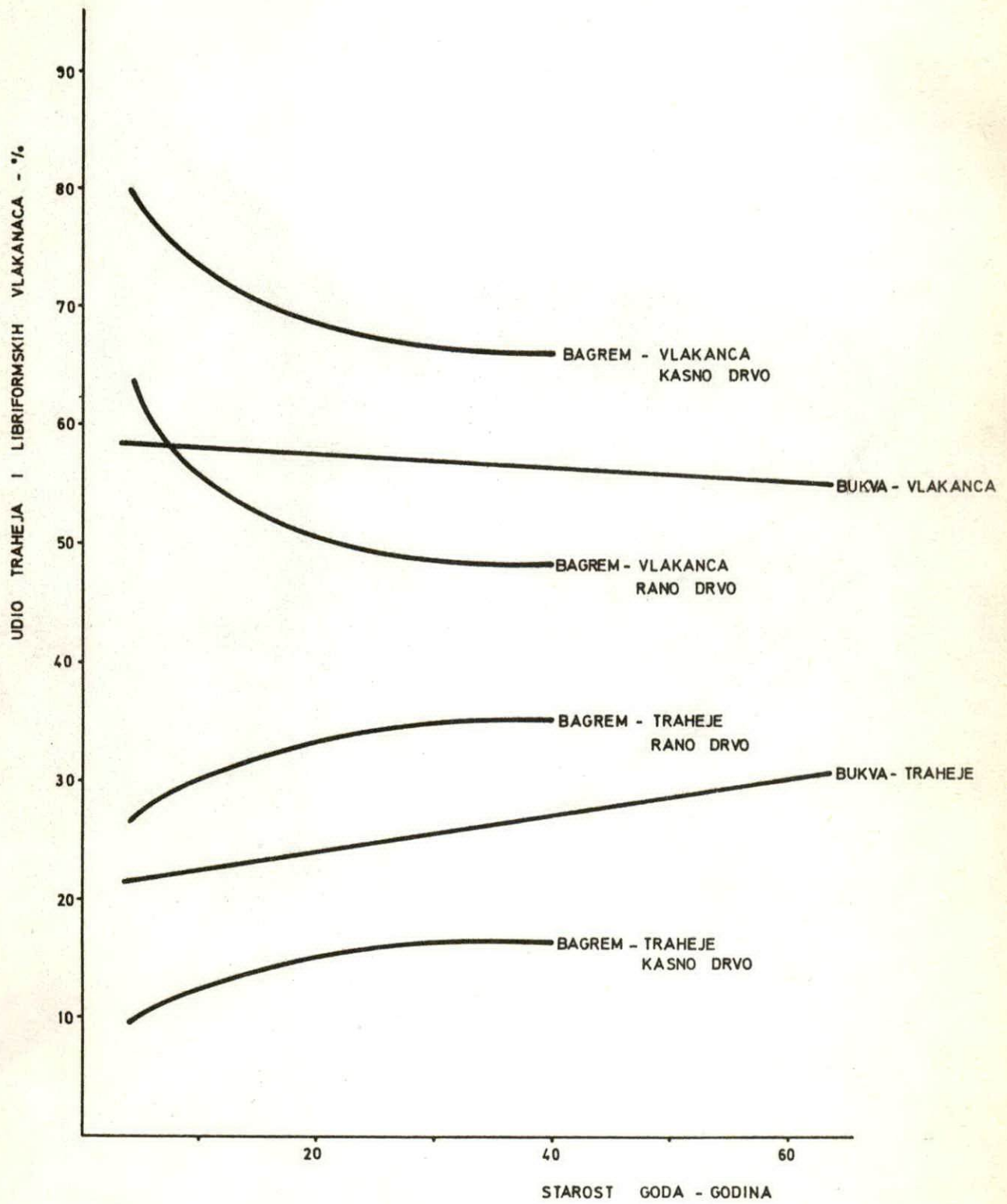


Debljina staničnih stijenki mijenja se samo promjenama debljine srednjeg podsloja sekundarnog sloja, dok je debljina ostalih slojeva konstantna. Kako je središnja lamela izgrađena pretežno iz lignina, a u primarnom sloju stanične stijenke udio lignina dva puta veći odnosno, udio celuloze dva puta manji od udjela u sekundarnom sloju, promjenama debljine staničnih stijenki mijenja se i odnos lignina i celuloze u drvu. Zbog toga juvenilno drvo, obzirom na elemente građe tanjih staničnih stijenki, ima veći udio lignina, a manji udio celuloze u odnosu na zrelo drvo.

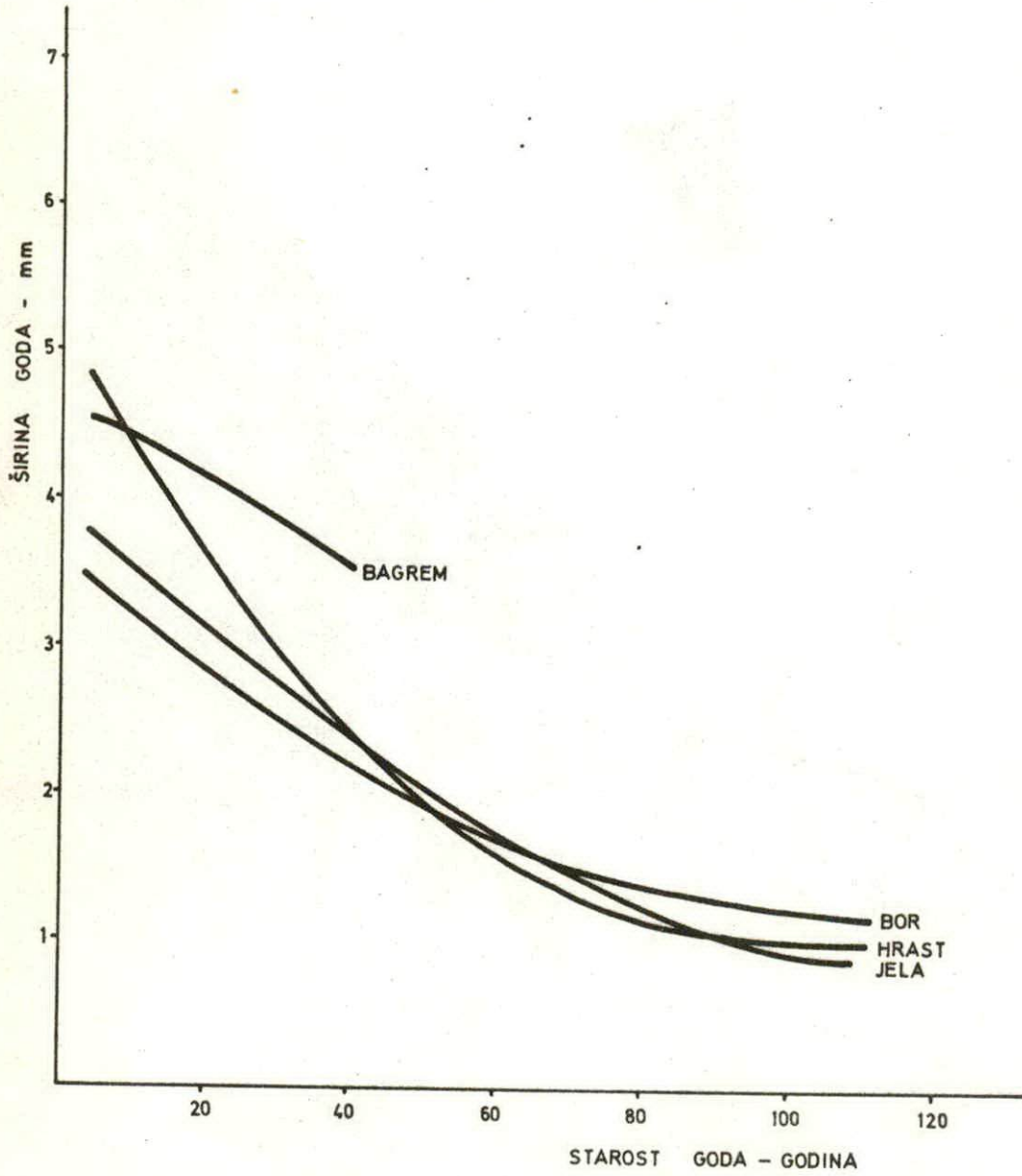
Pored spomenutih promjena u juvenilnom se drvu mijenja i udio pojedinih elemenata u građi drva. Kod jednake širine godova u drvu četinjača udio traheida kasnog drva raste, a udio traheida ranog drva opada od srčike prema zoni zrelog drva. Kod listača prstenasto-poroznih vrsta drva udio članaka traheja ranog i kasnog drva u istom smjeru raste, a udio vlakanaca opada. Jednake se promjene zbivaju i u drvu difuzno-poroznih vrsta listača (Sl. 7). Udio drvnih trakova kod listača i četinjača neznatno raste od srčike prema zoni zrelog drva.

Godovi u juvenilnom drvu najčešće su znatno širi od godova u zreлом drvu, jer debljinski prirast kod stabala koja su fasla u sastojinama rjeđeg ili normalnog sklopa opada sa starošću stabla (Sl. 8). Promjenama širine godova u drvu četinjača mijenja se uglavnom širina zone ranog drva, dok širina zone kasnog drva ostaje manje više konstantna. Uslijed toga širi godovi, koji se nalaze u zoni juvenilnog drva, imaju manji udio kasnog drva, a udio kasnog drva u godovima postepeno raste od srčike prema periferiji debla. Kako je u godovima drva četinjača zona ranog drva izgrađena iz traheida tankih staničnih stijenki i širokih lumena, a zona kasnog drva iz traheida debelih staničnih stijenki i uskih lumena, godovi juvenilnog drva, prema tome, imaju, veći udio traheida ranog drva, a manji udio traheida kasnog drva od godova zrelog drva.

Nasuprot drvu četinjača u drvu prstenasto-poroznih listača promjenama širine godova mijenja se uglavnom širina zone



SL. 7



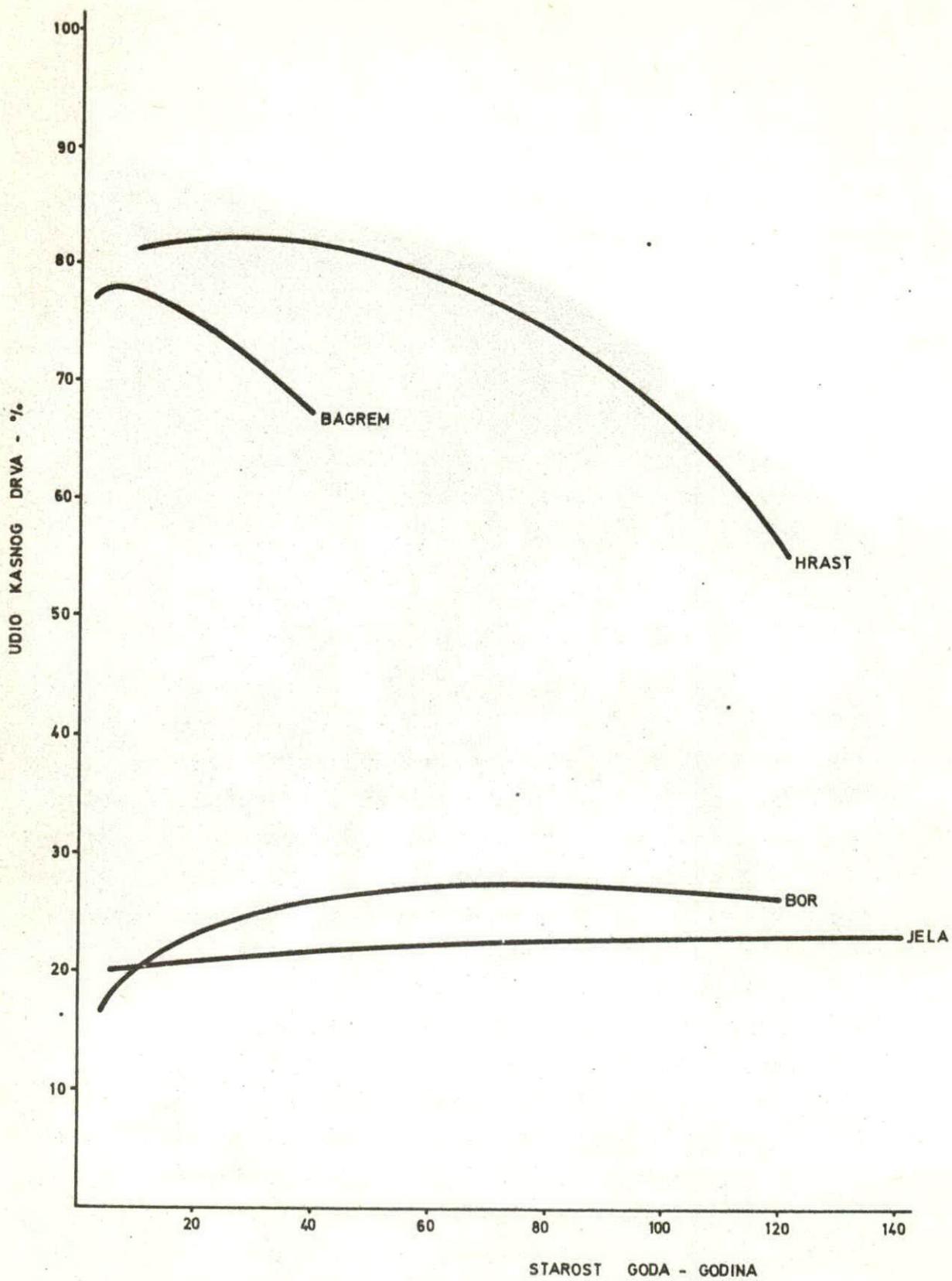
SL. 8

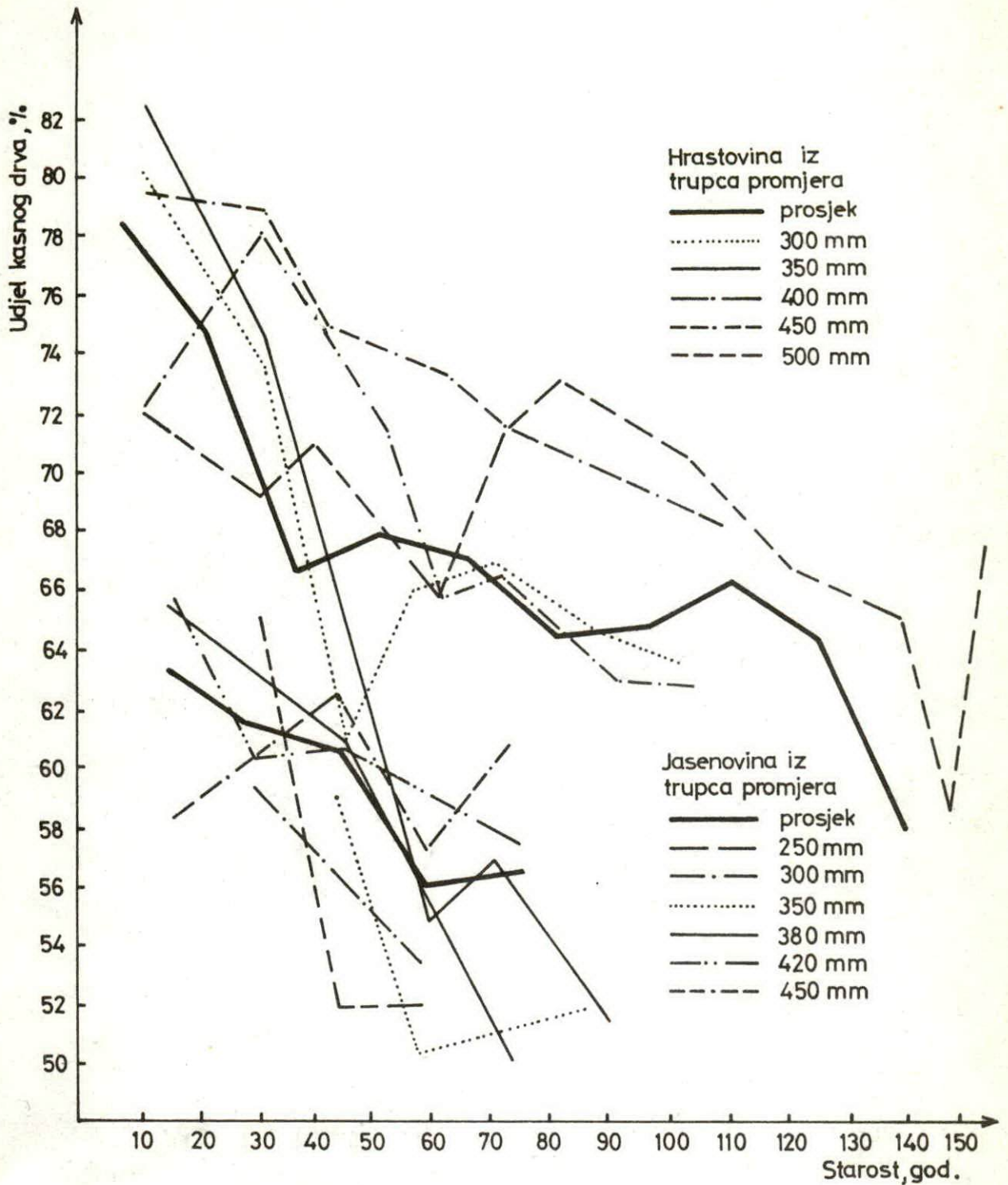
kasnog drva, dok širina zone ranog drva ostaje podjednaka. Zbog toga širi godovi, koji se nalaze u juvenilnom drvu imaju veći udio kasnog drva od užih godova iz zone zrelog drva (sl. 9 i 10). Budući da im je zona ranog drva pretežno izgrađena iz širokih članaka traheja i manjeg udjela drvnih vlakana, a zona kasnog drva pretežno iz drvnih vlakana i manjim udjelom iz uskih članaka traheja, godovi juvenilnog drva imaju veći udio drvnih vlakana, odnosno manji udio članaka traheja od godova u zreloom drvu. Obzirom da se kod difuzno-poroznih vrsta drva listača udio i dimenzije članaka traheja i drvnih vlakana unutar goda gotovo ne mijenjaju, promjene u širini godova ne prouzrokuju gotovo nikakve promjene u udjelu pojedinih elemenata.

FIZIČKA I MEHANIČKA SVOJSTVA JUVENILNOG DRVA

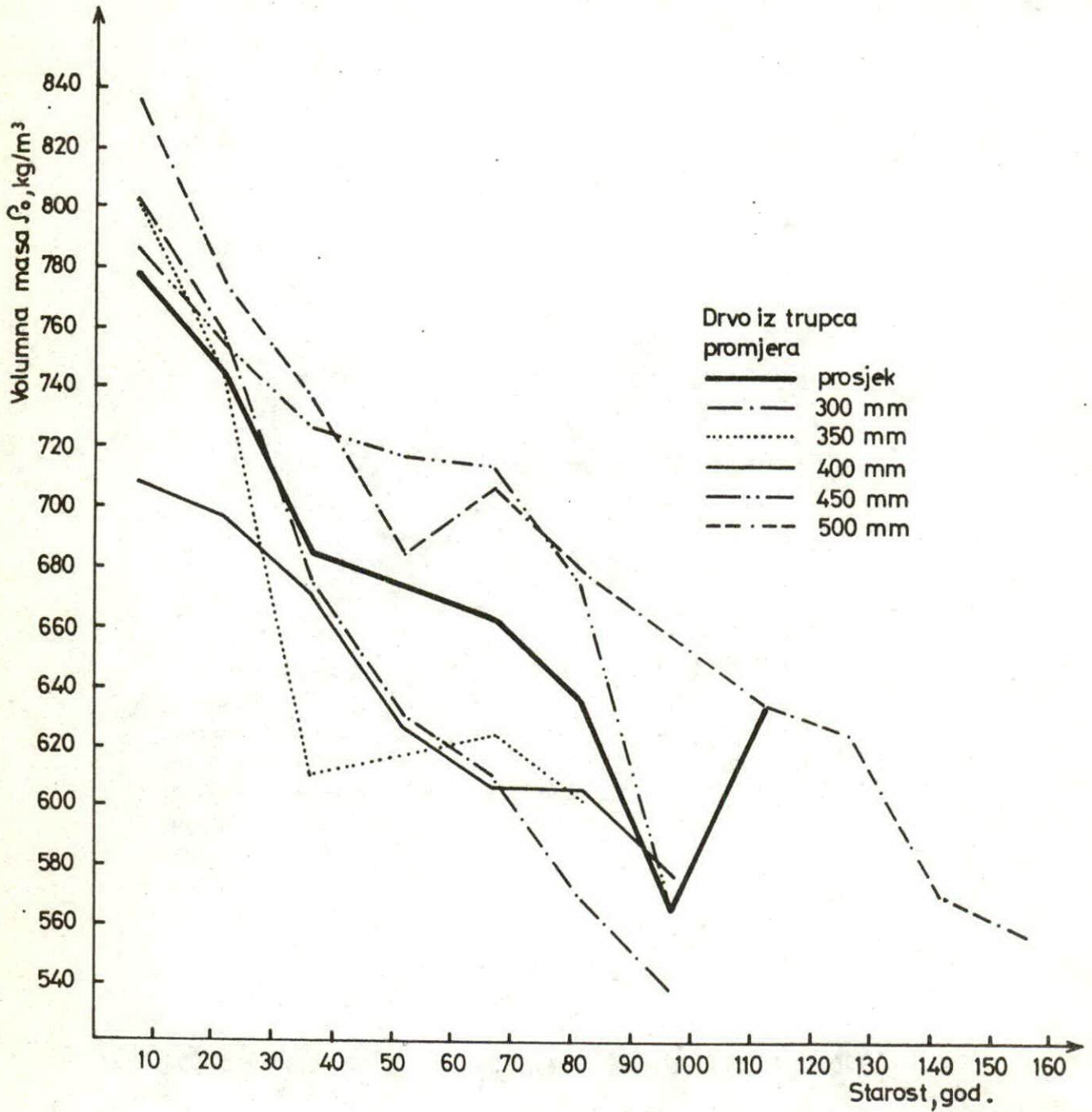
Drvo je porozna tvar, izgrađena iz različitih tipova stanica, sazdanih iz staničnih stijenki i staničnih lumena. Volumna masa staničnih stijenki varira obzirom na različite vrste drva u granicama od 0,71 do 1,31 g/cm³. Međutim, unutar određene vrste drva volumna masa staničnih stijenki varira veoma malo. Prema tome, volumna masa neke vrste drva određena je udjelom mase staničnih stijenki u jedinici volumena drva. Što je udio mase staničnih stijenki u volumenu drva veći, njegova volumna masa je veća.

Zbog toga je kod drva četinjača volumna masa zona kasnog drva u godovima do četiri puta veća od iste u zoni ranog drva. Obzirom da debljina staničnih stijenki traheida u zonama ranog drva varira veoma malo i varijacije njihove volumne mase su relativno male. S druge strane, debljina staničnih stijenki traheida kasnog drva raste od srčike prema periferiji debla. Prema tome i volumna masa zona kasnog drva raste od prvih godova juvenilnog drva do zone zrelog drva. Uz pretpostavku da

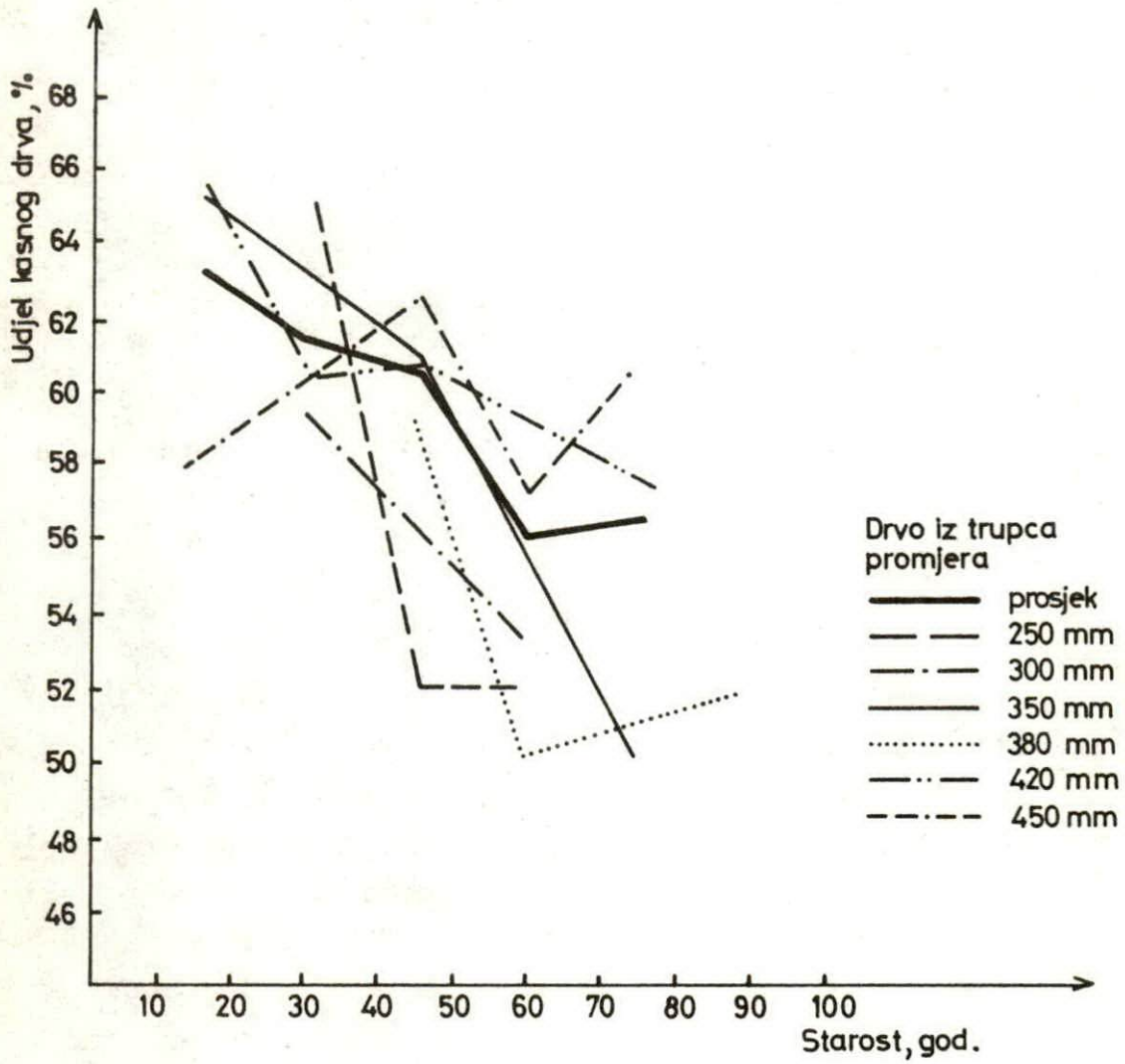




Slika 10 Usporedni prikaz odnosa starosti drva i udjela kasnog drva jasena (*F. angustifolia* Vahl.) i hrasta kitnjaka (*Q. petrae* Liebl.)



Slika 11 Odnos starosti drva i volumne mase hrastovine (Q. petrae Liebl.)



Slika 12 Odnos starosti i udjela kasnog drva jasenovine
(*F. angustifolia* Vahl.)

su godovi juvenilnog i zrelog drva iste širine, volumna će masa juvenilnog drva biti manja od volumne mase zrelog drva. Ove se razlike znatno potenciraju promjenama širine godova. Budući da širina godova od srčike prema periferiji debla opada, a udio kasnog drva u njima raste, volumna se masa drva prema periferiji debla još više povećava. Taj je odnos prikazan u tablici 1.

Tablica 1. Raspored volumne mase jelovine ρ , kg/m^3

zona	srca	starije srži	mlade srži	bijeli
m	392	389	420	428
R	338-403	338-457	320-498	340-540

m - aritmetička sredina, R - raspon

Kako je drvo listača izgrađeno iz više tipova elemenata građe, volumna masa drva listača ovisi o udjelu pojedinih elemenata u građi drva. Osnovni elementi građe drva listača su članci traheja i drvena vlakanca. Članci traheja su elementi s relativno malim udjelom staničnih stijenki u njihovoj građi. Nasuprot njima, drvena vlakanca u svojoj građi posjeduju veliki udio stanične stijenke. Prema tome, što je udio drvnih vlakanca veći, i što su njihove stanične stijenke deblje, a udio članaka traheja u građi drva manji veća je i njegova volumna masa.

S obzirom da je u juvenilnom drvu udio drvnih vlakanca veći od udjela u zreлом drvu, a njihove stanične stijenke tanje od staničnih stijenki vlakanca u zreлом drvu, volumna masa juvenilnog i zrelog drva difuzno-poroznih vrsta listača nisu jednoznačnog trenda, bez obzira na širinu goda.

Kod prstenasto-poroznih vrsta listača, budući da su u juvenilnom drvu godovi i širi od godova u zreлом drvu, a opadanjem širine godova u njima opada udio kasnog drva, juvenilno

drvo prstenasto-poroznih listača ima veću volumnu masu od zrelog drva (sl. 11 i 12).

Promjene volumne mase drva direktno utječu na promjene njegovog utezanja. Unutar određene vrste drva volumno je utezanje drva to veće, što je veća njegova volumna masa. Zbog toga je volumno utezanje u juvenilnom drvu četinjača manje, a volumno utezanje prstenasto-poroznih vrsta listača veće, od istog u zoni zrelog drva. Ti odnosi prikazani su u tablicama 2 i 3. Pošto su razlike u volumnoj masi juvenilnog i zrelog drva difuzno-poroznih vrsta listača manje, manje su i razlike u njihovom volumnom utezanju. Kao što je poznato utezanje drva

Tablica 2. Raspored volumnog utezanja jelovine, %

zona	srca	starije srži	mlađe srži	bijeli
m	8,58	11,75	13,15	12,8
R	5,4-12,6	7,9-19,5	6,7 - 17,4	8,5-18,8

m - aritmetička sredina, R - raspon

Tablica 3. Utezanje hrastovine, %

utezanje	juvenilno drvo	zrelo drvo
longitudinalno	0,45	0,46
radijalno	5,60	4,87
Tangencijalno	10,61	9,38
volumno	15,90	14,22

nije u svim smjerovima jednako. Što je kut uvijanja fibrila srednjeg, najdebljeg podsloja sekundarnog sloja veći, veće je njegovo longitudinalno utezanje, a manje transverzalno. Usljed toga, pošto u njemu kut fibrila opada od srčike prema periferiji debla, juvenilno se drvo, jednake volumne mase, jače uteže longitudinalno, a manje transverzalno od zrelog drva.

Radi toga bi u primarnoj preradi, s obzirom na veliki udio juvenilnog drva u tankoj oblovinu nadmjere za utezanje drva kod prerade četinjača trebale biti manje, a kod listača veća od sadašnjih.

Volumna masa drva, pored ostalih faktora, kao što su dužina vlakanaca, pravilnost njihovog toka i rasporeda, utječe i na njegova mehanička svojstva. Iz toga proizlazi da su mehanička svojstva juvenilnog drva četinjača slabija, a juvenilnog drva prstenasto-poroznih vrsta listača veća, od njihovog zrelog drva, dok su kod difuzno-poroznih vrsta drva listača te razlike znatno manje.

TEHNOLOŠKA SVOJSTVA JUVENILNOG DRVA

Tehnološka svojstva drva su karakteristike drva koje ono ispoljava tijekom tehnoloških procesa. One su integralne karakteristike interakcije tehničkih svojstava drva i tehnološkog postupka.

U mehaničkoj tehnologiji tehnološka svojstva drva su definirana svojstvima mehaničke obradljivosti drva. Osnovni postupci mehaničke tehnologije su piljenje, blanjanje, glodanje, bušenje i brušenje drva. Ovi se postupci obrade drva mogu teoretski smatrati rezanjem drva različitim oblicima površina i dimenzija oštrica alata uzduž i popreko elemenata građe drva. Kvalitet obrade, pored geometrije alata i kinematike obrade, ovisi o tehničkim svojstvima drva. Najvažnija tehnička svojstva drva u mehaničkoj tehnologiji su volumna masa drva i njegova

homogenost. Što je drvo homogenije građe ono se mehanički bolje obrađuje, a što je veće volumne mase potrebne su veće sile rezanja, a time i veći utrošak energije i veća zatupljenost alata.

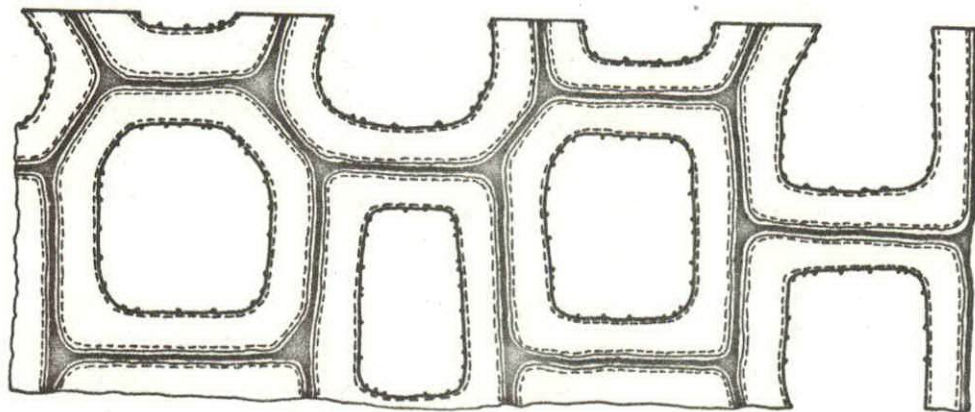
Kako je volumna masa juvenilnog drva četinjača najčešće manja, a prstenasto-poroznih vrsta listača veća od volumne mase njihovog zrelog drva, sile su rezanja kod juvenilnog drva četinjača manje, a prstenasto-poroznih vrsta listača veće, od sila rezanja njihovog zrelog drva. Uslijed toga će zastupljenost alata i utrošak energije pri obradi juvenilnog drva četinjača biti manji, a kod prstenasto-poroznih vrsta listača veći od zatupljenosti alata i utroška energije obrade njihovog zrelog drva.

Homogenost građe drva četinjača i prstenasto-poroznih vrsta listača je to veća što su godovi jednoličniji i uži. Homogenost građe drva je zbog širih godova u juvenilnom drvu manja od homogenosti građe zrelog drva, pa je i kvalitet obrade juvenilnog drva lošiji od kvalitete obrade zrelog drva.

U finalnoj obradi drva, pored mehaničke prerade, jedna od važnijih faza tehnologije je lijepljenje drva. Istraživanja na području tehnologije lijepljenja su pokazala da je adhezija na otvorenom sekundarnom sloju staničnih stijenki veća od adhezije otvorenog primarnog sloja, središnje lamele i unutarnje površine stanične stijenke. Pošto su unutarnje površine staničnih stijenki elemenata građe drva prekrivene slojem preostataka koaguliranih protoplasta stanica, tzv. bradavičastim slojem, veću adheziju od njih imaju otvorene površine staničnih stijenki. Kako celuloza ima daleko veći broj polarnih grupa od ligninske mase, a udio je celuloze u sekundarnom sloju najveći, sekundarni sloj ima najveći broj polarnih grupa na koje se mogu vezati polarne grupe sredstva za lijepljenje. Zbog toga je čvrstoća lijepljenog spoja to veća što je udio otvorenog sekundarnog sloja na lijepljenoj površini veći (Sl. 10).

Budući da je udio sekundarnog sloja u tankim staničnim stijenkama juvenilnog drva manji od njegovog udjela u debljim staničnim stijenkama zrelog drva, čvrstoća će lijepljenog spoja juvenilnog drva biti manja od čvrstoće lijepljenog spoja zrelog drva.

Naposljedku, kod površinske obrade kvalitet obrade, pored niza ostalih faktora, ovisi i o adheziji između filmogenog materijala za površinsku obradu i površine drva. Prema tome je problematika adhezije između filmogenog materijala i drva slična problematici adhezije lijepilo-drvo.



Slika 10

Dr TOMISLAV PRKA, dipl. ing.
DI "Česma" Bjelovar

TRANSFER I PRIMJENA ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKOG I ISTRAŽIVAČKO-RAZVOJNOG RADA U PRERADI DRVA

1. UVOD

Kod nas je najbolje razvijena razmjena rada znanosti i onih grana privrede koje su tehnički i tehnološki najbolje razvijene. To su npr. elektroindustrija, proizvodnja nafte, farmaceutska i neke druge industrije. Nadalje, neke važne grane industrije, u koje spada i drvna industrija, ozbiljno zaostaju u razvojno-istraživačkoj djelatnosti. Industrije ove grupe, kao i prerada drva, većim dijelom ili u potpunosti ovise o uvozu tehnologije i znanja. Za preradu drva, uz ovo, može se još reći, da često nije ni kadrovski kompletirana za primjenu pojedinih rezultata istraživanja i dostignuća u tehnologiji, koje danas ima svijet. Često nije moguće, radi kadrovskih problema, ni ovladati uvezenom tehnologijom i dalje je razvijati i prilagođavati našim specifičnim uvjetima rada. Sadašnji stupanj razvijenosti dozvoljava pretpostavku da i drvna industrija može ovo nepovoljno stanje izmijeniti, a što podrazumijeva ulaganja koja trebaju pratiti znanstveno-istraživački i razvojno-istraživački rad, a sve s postojećim kadrovskim potencijalom.

Sistematizirano i javno dostupno ljudsko znanje je znanost, koja će se ovdje razmatrati kao povezani kompleks - znanost, obrazovanje i primjena rezultata nauke. Tek zatvaranjem kruga znanost-obrazovanje-primjena, znanstveno-istraživački i razvojno-istraživački rad može ostvariti potpuno društveno priznanje. Između ostalog, jedna od osnovnih uloga znanosti je i proces informiranja i omogućavanja da rezultati istraživanja postanu dostupni. Značajniju primjenu rezultata istraživanja moguće je očekivati s povećanjem stupnja informiranosti i dostupnosti rezultata istraživanja. U znan-

stvenom radu nije dovoljno samo ostvariti rezultate istraživanja, te o njima napraviti informaciju, već zadatak treba biti i podizanje znanja stručnog kadra, koji će moći kvalificirano pratiti rezultate istraživanja te ih korisno primjenjivati u preradi drva. Sadašnji stupanj tehnike i tehnologije u osnovi mijenja proces usvajanja znanja i izgrađivanja drvnotehnološkog stručnjaka. U pravilu, rijetki su stručni i znanstveni radnici koji ne osjećaju potrebu da budu informirani o kretanjima znanosti, kao i o novim dostignućima u tehnici, tehnologiji i njihovoj primjeni u drvnotehnološkoj praksi.

Znanost i tehnologija predstavljaju osnovni činitelj rasta društvenog proizvoda. U dugoročnom programu ekonomske stabilizacije naglašava se nužnost sve veće primjene nauke i tehnologije u procesu privređivanja. Proizvodnje u preradi drva, pritješnjene otežanim uvjetima privređivanja na domaćem i svjetskom tržištu, traže rješenje u povećanju vlastite konkurentnosti. Pristup za odnos između prerade drva i njene primijenjene znanosti, koji polazi od osnove da je prerada drva konzervativna i ne želi primjenjivati rezultate znanosti, a da znanost traži financiranje budućih rezultata unaprijed, o kojima će se govoriti kasnije, ne može biti ni mjerodavan ni prihvatljiv, jer on kao takav ne rješava zajedničku problematiku. U preradi drva gdje i sada postoji "vlastita jezgra" ili značajnija suradnja sa znanostima, a kao rezultat toga i značajna primjena rezultata istraživanja, i problemi su manji. Kao krajnji rezultat znanosti ne mogu biti samo elaborati, već u konačnici stvarni doprinos povećanju dohotka u preradi drva i značajniji prodor proizvoda od drva na svjetsko tržište. U preradi drva, gdje je uspostavljena suradnja sa znanostima, nauka i drvnotehnološka praksa međusobno se "traže" i u pravilu se uspješno "nalaze".

2. UTJECAJ RAZVOJA NA EKONOMSKU STABILNOST PRERADE DRVA

Krizne privredne situacije, pored niza velikih problema, koje sa sobom nose, ispoljavaju uvjetno i jednu pozitivnu karakteristiku. Pozitivna crta je u nužnosti da se ipak mora za trenutak zastati, kako bi se napravila analiza, sagledao prijedeni put, uočile sve slabosti i nedostaci i što je najvažnije pronađe put i način otklanjanja slabosti, sa zadatkom, da se na osnovi novih spoznaja odredi sigurniji pravac razvoja.

Ekonomski položaj šumsko-prerađivačke djelatnosti, kao i cjelokupne privrede zemlje, nameće potrebu da se posebna pažnja posveti razvoju, a u cilju da se izmijeni odnos prema razvoju reprocjeline. Posebno značenje je u stvaranju kvalitetnih odnosa prema svim sudionicima razvoja, a pri čemu se u prvom redu misli na zaokret prema domaćim izvorima: vlastitoj proizvodnji, tehnologiji, kadrovima, sirovini i dr. Komplex šumarstva i prerade drva značajan je činitelj svake nacionalne ekonomike, i ne samo zbog biološke nezamjenjivosti i finalnih proizvoda od drva, već i radi značajnijih mogućnosti koje šumsko-prerađivačka djelatnost ima u ekonomskoj razmjeni s drugim zemljama. Pogoršanje ekonomske situacije u privredi, ne može jednostavno opravdati rezultate drvno-prerađivačke djelatnosti, čiji su rezultati lošiji nego u prosjeku za ostalu privredu u zemlji. Težina situacije u preradi drva očituje se u padu obujma proizvodnje i ekonomskih rezultata, što je karakteristično od 1980. godine. Finalna proizvodnja iz drva SR Hrvatske je grana drvne industrije, koja je planski nosila najveće zadatke u razvoju i povećanju izvoza. Relativno povoljna kretanja u 1984. godini ne znači da su uklonjeni uzroci teškoća. Industrija pokućstva pokazuje znakove oživljavanja, ali opet, samo radi neočekivanog porasta potrošnje na domaćem tržištu.

Ove tržišne zakonitosti se nastavljaju i u 1985. godini. Ta kretanja u drvnoj industriji opovrgavaju postavljenu

tezu o izveznoj orijentaciji prerade drva, a posebno kada se radi o finalnoj preradi. Piljena građa, furnir i pojedine vrste ploča i u spomenutom razdoblju su izvozni proizvodi i to prvenstveno radi duge tradicije. No, to nije rezultat promišljene razvojne i izvozne strategije, već više naslijeđenost i orijentacija pojedinih zemalja na ovu našu sirovinu i poluproizvode. Prerada drva, u sadašnjem stadiju razvoja, s jedne strane ima veliku ovisnost o uvozu opreme, tehnologije, pojedinih sirovina, repromaterijala i dr, a s druge strane visok udjel izvoza sirovina, poluproizvoda i finalnih proizvoda, koji su u pravilu jeftiniji i samo takvi konkurentni na svjetskom tržištu. Ovisnost drvne industrije o uvozu opreme i tehnologije, a time i tehnološko zaostajanje, održava i dalje tehnološku i razvojnu ovisnost od visoko razvijenih zemalja. Ublažavanje ove ovisnosti ne znači da se ona može ostvariti samo prestrukturiranjem drvne industrije u smislu mijenjanja proizvodnje i izvozne strukture proizvoda od drva, već prije svega ugrađivanjem vlastitog razvoja, tehnologije i znanja u sve vidove prerade drva. Vlastito znanje osigurava tehnologiju koja će davati dugoročne ekonomske efekte, a koji se u prvom redu temelje na vlastitom znanju, istraživanju, kadrovima i tehnologiji. Osiguranje zadovoljavajuće stope rasta i značajnog prodora na svjetsko tržište, može osigurati samo značajno povećanje primjene vlastite tehnologije.

Prerada drva na sadašnjem nivou proizvodnje uvjetuje optimalni razvoj, koji se zasniva na optimalnom korišćenju i rastu znanstvenih i razvojno-istraživačkih potencijala, s tim da kadrovi i ulaganja trebaju činiti osnovne kvantitativne elemente razvoja.

Polazne osnove svakog, pa i ovog razvoja, trebaju biti u jačanju udjela prerade drva u međunarodnoj podjeli rada. Ovaj razvoj podrazumijeva da je u šumsko-prerađivačkoj cjelini potrebno napustiti ili svesti na najmanju potrebnu mjeru program izvoza sirovina i poluproizvoda, a u korist intenzivnog izvoza finalnih proizvoda iz drva. Sposobnost svakog izvoza, pa tako i proizvoda od drva, u ovisnosti je o

tehnološkoj samostalnosti. Tehnološka samostalnost ne podrazumijeva i izolaciju od svjetskih tokova razvoja i tehnoloških dostignuća, već je upravo potrebno da se ona naslanja na potpuni uvid u svjetske tokove tehnologije.

Za preradu drva od interesa je znanost koja se ne sastoji samo od rezultata fundamentalnih i primijenjenih istraživanja, već i od eksperimentalnog razvoja, -a što podrazumijeva razvojno-istraživački rad. Uz ovo, znanstvena djelatnost uključuje, a što je za preradu drva od velikog interesa, sistem znanstveno-tehničkih informacija, osposobljavanje kadrova i sl, sve s ciljem brže i lakše primjene rezultata znanosti u drvno-tehnološkoj praksi. Poseban interes za praksu prerade drva je da znanstvena djelatnost uz funkciju prenosnika svjetskog znanja, koje pomoću informacija ne samo transformira, već ih razjašnjava s ciljem lakše i jednostavnije primjene u vlastitoj preradi drva. Primjena, u doslovnom smislu, tuđeg znanja u pravilu je često neostvariva, a o čemu u praksi drvne industrije ima dosta primjera. Naime, uvjeti primjene su uvijek različiti i karakteristični za pojedinu zemlju. Praksa i dosadašnja spoznanja potvrđuju da će tehnologija, koncipirana na vlastitom znanju, kao i uvezena tehnologija, davati dobre proizvodne rezultate, samo uz pretpostavku ako se vlastita tehnologija u potpunosti usvoji, a uvezena prilagodi vlastitim uvjetima proizvodnje, posebno s obzirom na sirovine, repromaterijal, energiju, standarde i dr.

Privredna aktivnost u razvijenim zemljama više se primarno ne temelji na sirovinama i energiji, iako njihovo prisustvovanje značajno olakšava razvoj, nego se aktivnost temelji na proizvodnji industrijskih proizvoda visokog stupnja obrade i njihovoj prodaji na svjetskom tržištu. Uspjeh ove koncepcije je samo u ponudi nečeg boljeg, ljepšeg i jeftinijeg nego što nude drugi, a što se ne može ostvariti samo u slučaju ako se taj proizvod ne temelji na kupljenoj licenci ili ako se proizvod ne radi po uzorku ili nacrtu kupca sa svjetskog tržišta. Privredi je teško da hvata korak s najnovijim razvojem, posebno preradi drva kod koje ne postoje

specijalizirane i u širem smislu razvijene znanstveno-istraživačke organizacije. Radi sagledavanja težine razvoja ovome je potrebno dodati, da u praksi prerade drva ne postoji "vlastiti" znanstveno-istraživački, pa ni razvojno-istraživački rad. Upravo radi ovoga znanstvenici iz prerade drva trebaju da dio svog truda usmjere u primjenu i onog što znaju, a ne samo ono² ga što su sami otkrili. Stručno-moralna obaveza je da se dio onoga, što se zna o najnovijim uspjesima i dostignućima u svijetu, prenese i u našu drvno-tehnološku praksu. Razvoj prerade drva, kao i ostale privrede temelji se na inovacijama, lansiranju novih proizvoda, novih procesa i novih tehnologija. Bez značajnijih promjena i inovacija nema razvoja ni u preradi drva. Inovacije mogu biti i one koje poboljšavaju već postojeće stanje, a vrlo su interesantne u datom momentu za praksu drvne industrije, jer snižavaju cijenu i podižu kvalitetu, što je za preradu drva, radi relativno skupe sirovine, energije, pa i raznih kemijskih komponenata, od velikog značenja. Druge inovacije su one koje stvaraju nove proizvode ili otvaraju nove mogućnosti u primjeni, a koje su u pravilu plod fundamentalnih istraživanja. Put od ideje do uspješne primjene u praksi je često vrlo dug i traži još mnogo primijenjenih i razvojnih istraživanja, pa i normalnog inženjersko-tehničkog rada, a da bi se ideja pretvorila u uspješan proizvod. U cjelini, prerada drva je premala, da bi se u svim dijelovima drvne tehnologije stvorile bazične inovacije. Pri tome se ne smije zaboraviti da je i samo preuzimanje ideje moguće uspješno ostvariti, uz uvjet, ako postoji razvijena vlastita fundamentalna znanost.

3. PRIJENOS ZNANSTVENIH REZULTATA U PRAKSU PRERADE DRVA

Transfer znanstveno-istraživačkog i razvojno-istraživačkog, kao i drugog znanstvenog rada su određene aktivnosti koje povezuju istraživanje, inovacije, osposobljavanje kadrova i niz drugih radnji s njihovom primjenom, a što je sve vezano

uz ciljeve i potrebe društva. Sadašnji tempo i stupanj industrijalizacije ne zadovoljava se samo radom na istraživanju, pa i na ostvarenju određenih rezultata i njihovom objavljivanju, ako oni nisu našli i primjenu u procesima proizvodnje, te na taj način povećali rezultate rada. Ostvarenje transfera znanstveno-istraživačkog i drugog rada kod prerade drva je samo i uvijek zajednički interes prakse i znanosti drvne tehnologije. Prerada drva ovim načinom ostvaruje zacrtane društvene ciljeve, koji se očitavaju kroz sve veću potrebu domaćih sirovina, repromaterijala, povećanje proizvodnosti rada, pojeftinjenje cijene izrade proizvoda, povećanje izvoza i sl. Znanost s porastom proizvodnje, kao i uspješnim razrješavanjem drugih problema u preradi drva, ojačava svoju materijalnu osnovu. Mogućnosti uspješnije proizvodnje osiguravaju veća izdvajanja za šire društvene potrebe, a time i za znanost. Povezanost znanosti i prakse u drvnoj tehnologiji, po pitanju znanstvenog i drugog rada, je i u osiguranju povratnih informacija. S ovim se osigurava i uvid u ostvarivanje i primjenu određenih radova u proizvodnom procesu. Ovaj način informiranosti omogućuje znanstveno-stručnu analizu, koja pokazuje praktične rezultate primjene određenih rezultata i mogućnost daljnjeg prilagođavanja specifičnostima rada u određenim sredinama. U preradi drva (kao i u drugoj privredi) ne može se govoriti o potpuno samostalnom ili samo vlastitom razvoju, već i o značajnoj ovisnosti o razvoju u svijetu. Kod potpunog ili kad se u cijelosti prenašaju određene radnje i rezultati iz drugih zemalja, potrebna je određena razrada i proučavanje radi prilagođivanja našim određenim i specifičnim uvjetima rada i privređivanja. Proučavanje i prilagođavanje potrebno je izvršiti u pripremnim radovima, prije nego što će se određeni rad početi realizirati u procesu proizvodnje.

Znanost i tehnologija, njihov transfer, uvjeti su razvoja kako cjelokupne privrede tako i prerade drva. Planiranje i organiziranje transfera traži da se vodi računa o postojećem stanju, pri čemu se uzima u obzir: zatečeno stanje u procesu proizvodnje, specifična problematika tehnologije i

tehnike, stupanj obučenosti i dr.

Rad na znanstveno-istraživačkom i razvojno-istraživačkom području traži okupljanje kadrova i ideja. Sadašnje stanje u drvno-tehnološkoj znanosti i praksi ukazuje na raspršenost kadrova. Preduvjet uspješnog obavljanja pojedinih zadataka iz znanosti traži ekipiranje znanstveno-stručnih kadrova i ne samo iz jedne ustanove, već i šire, pa često iz cjelokupne određene prerade drva. Uz rad na određenim znanstvenim zadacima, kadrovi trebaju osigurati i ulazne i izlazne informacije. One trebaju poslužiti za šire analize o ostvarenim rezultatima, te na taj način omogućiti i širu primjenu znanstvenih i drugih rezultata. Informacije u pravilu trebaju biti ažurne i aktualne, što znači da vrijeme od davanja informacije pa do neposrednog korisnika treba biti što kraće. Uz ovo, informacija treba biti potpuna, jasna i razumljiva, dostupna i prihvatljiva od kruga kome je namijenjena.

Prijenos rezultata istraživanja i drugih znanja može biti usmjeren na različita područja, kao što su: osvježanje znanja, dopunjenje i proširenje znanja, usvajanje temeljnih znanja i iznošenje cjelokupnog istraživačkog rada. Kod ovog prijenosa mogu se ostvariti radovi na adaptaciji ili provjeri tehnologije, bilo one koja se već nalazi u procesu proizvodnje, ili one za koju postoji interes za uvođenje u proces proizvodnje. Radnje se mogu kod transfera odnositi i na testiranje provedivosti procesa, određivanje kriterija za ocjenu postupka, te neposrednu suradnju s korisnicima na rješavanju raznih konkretnih problema u procesu rada i sl.

Uobičajeno je da se prijenos rezultata istraživanja i drugih znanja vrši u pisanom obliku (stručni časopisi i sl.) ili putem raznih izlaganja (savjetovanja, razni skupovi i dr.). Za našu preradu drva prijenos rezultata istraživanja, kao i tehnoloških dostignuća (kod nas kao i u svijetu) vrši se putem Biltena ZIDI, časopisa Drvne industrije, drugim stručnim časopisima, preko razvojnih ili zajedničkih službi i na koncu pojedincima s razvijenim znanstvenim mišljenjem.

Od znanstvenika se uz osnovnu djelatnost traži njegova transformacija u nosioca transfera i ne samo onoga što je sam otkrio, već i onoga što zna o najnovijim dostignućima u svijetu.

4. PRIMJENA ZNANSTVENIH REZULTATA U DRVNOTEHNOLOŠKOJ PRAKSI

Pravilo je da između istraživača, znanstvenika i korisnika informacije, tj. drvnotehnološke prakse, postoji razlika u gledištima oko prijenosa određenog znanja i rezultata znanosti. Istraživač na prijenos i na primjenu rezultata istraživanja ili prijenosa određenog znanja gleda kao na nešto što u pravilu radi nakon završenog svog posla. Često i kao suvišan posao, jer su rezultati objavljeni i dostupni stručnoj javnosti. Korisnik informacije, praksa u preradi drva, želi što manje usputnih rezultata, metoda rada, postupaka i sl, već pojednostavljeno predstavljanje rezultata i često odmah ostvarivanje značajnih pozitivnih rezultata, te detaljnu uputu za primjenu bez obzira na specifičnost u pojedinim preradama drveta.

Iskustva pokazuju da se znanstveni radovi i drvnotehnološka praksa "traže" i najlakše "nalaze" tamo gdje su znanstvenici, istraživači i drvnotehnološka praksa u uskoj vezi. U preradi drva razvojne službe trebaće bi biti stručni nosioci transfera i primjene rezultata istraživanja kao i dostignuća u tehnologiji. U drvnotehnološkoj praksi ovo je, u biti, značajno drugačije. Razvojne službe često nisu stručno i potpuno ekipirane, a što traži od pojedinaca da često moraju biti "univerzalni" stručni radnici. Oni trebaju primati informacije, poznavati problematiku i stručno dorasti području prerade drva i na kraju rezultate dobivene putem informacija realizirati u određenim preradama drva. Ovakva organiziranost ne može dati zadovoljavajuće rezultate razvoja, a u kojem su sadržani rezultati znanosti, kako kod nas, tako i u svijetu. U praksi, kod tekućeg rada, razvojne

službe se bave investicijama kroz narudžbe projektne dokumentacije, ugovaranje i kupnju strojeva i opreme, te izgradnju objekata. U vremenu velike inflacije privreda želi riješiti sve svoje "probleme" kroz značajno povećanje cijena svojim proizvodima, a gdje se prividno rezultat poboljšava i to odmah, a koji bi se teže i duže rješavali kroz primjenu rezultata znanosti. Kod ovakvog rješavanja problematike u preradi drva, primjena znanstvenih rezultata naprosto je stavljena u drugi plan. Veće udaljšavanje znanosti i drvnotehnološke prakse ima i ona aktivnost, kod koje se pojedini dogovori oko realizacije u primjeni rezultata, ne ostvaruju po dogovoru. Sve ovo ima, a može imati i značajniju štetu za cjelokupnu drvnotehnološku znanost i praksu, ako se, u pozitivnom smislu, ti odnosi i odgovornost ne izmijene.

U našoj drvnotehnološkoj preradi poznat je cijeli niz uspješne suradnje znanosti i prakse. Često su to primjena dostignuća iz svijeta, a koja su uspješno razjašnjena i prilagođena našim specifičnim uvjetima proizvodnje, te su se kao takva i mogla uspješno primjeniti. Manji zahvati, s kojima se razrješavaju određeni problemi u pojedinoj preradi drva, su vrlo često u suradnji znanosti i prakse i obuhvaćaju područje cjelokupne prerade drva. Ovakva suradnja nije često šire poznata, iako ona ima veliko značenje za razvoj i povećanje efekta privređivanja. Jedna od značajnijih suradnji znanosti i prakse je u DI "Česma" Bjelovar. Suradnja znanosti s RO DI "Česma" Bjelovar je već tradicionalna. Posjete i kontakti su stalni. Razrješavanja pojedinih proizvodnih problema su česta i vrlo uspješna. Dostignuća i kretanja u svijetu na području prerade drva je osnovni činitelj koji povezuje znanost i drvnotehnološku praksu u DI "Česma" Bjelovar. Zajednička analiza znanstvenoistraživačkih i razvojnoistraživačkih rezultata određuje što je moguće primjeniti u postojećim procesima proizvodnje, s ciljem unapređenja i održavanja koraka s dostignućima u svijetu.

Suradnjom sa znanošću omogućena je primjena metode za određivanje formaldehida koji se naknadno oslobađa iz

ploča iverica. Kod ovog nije manje značajno, da je cjelokupna potrebna laboratorijska oprema po uputstvima i nacrtima predstavnika fakulteta, izrađena u zemlji. Određivanje i primjena metoda za određivanje količine formaldehida, te obučavanje kadrova o načinu ispitivanja bio je preduvjet da se danas može proizvoditi ploča emisione klase E 1, koju jedino i prima zapadno tržište. Zajednička razrada piljenja hrastovih pilanskih trupaca u prošlosti kod klasične pilanske prerade, omogućilo je pilani u Bjelovaru značajnu proizvodnju piljenica u teksturi blistača-polublistača, a čija je prodajna cijena bila za 10% veća od cijene piljenica teksture bočnica. Razrađeni način piljenja hrastovih trupaca, uz određene modifikacije, uspješno se primjenjuje i sada kod proizvodnje piljenih elemenata. Finalizacija pilanskih proizvoda u vlastitoj finalnoj preradi drva se također uspješno i zajednički rješava na specifičan način, koji karakterizira pilansku preradu u Bjelovaru. Primjena elektroničkih računala u procesima proizvodnje, povezali su znanost i DI "Česma" s ciljem primjene računala u pilanskoj preradi za rješavanje složene pilanske prerade hrastovih trupaca u namjenske piljene elemente za vlastitu finalnu preradu. Zacrtnim programom rada ovo će se pitanje rješavati primjenom računala kod primarnog piljenja i kod krojenja primarnih piljenica u drvene elemente. Specifičnost koja je prisutna kod pilanske obrade hrastovih trupaca, a uz izradu elemenata za vlastitu finalnu industriju, razrješava se na originalan način sa značajnom ugradnjom domaće opreme, te potpunom primjenom domaćeg znanja.

Prisutnost znanosti je i u razrješavanju tehnoloških osnova finalne prerade drva. Po svim područjima, konsultacije su česte, teško je, a nije ni potrebno navoditi sve detalje suradnje znanosti i prerade drva u Bjelovaru, jer je ona vrlo široka, kontinuirana i česta. Na kraju spomenimo, da je i kod sistema nagrađivanja bila prisutna suradnja znanosti, što je, uz ostalo, također omogućilo porast proizvodnosti rada i rezultata privređivanja.

5. LITERATURA

1. BADUN, S.: Uloga znanstvenoistraživačkog i istraživačko-razvojnog rada u razvitku drvne industrije Hrvatske. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb (10):3.
2. BADUN, S.: 1984. Znanstvena i istraživačka razvojna djelatnost. Zbornik radova "Istraživanje, razvoj i kvaliteta proizvoda u preradi drva". Osijek.
3. SEVER, S.: Transfer rezultata znanstvenoistraživačkog rada u drvnoj industriji. Neobjavljeni rukopis. Šumarski fakultet u Zagrebu.
4. STIPETIĆ, I.: 1984. Mjesto i uloga istraživanja i razvoja u novoj koncepciji organiziranja šumsko-prerađivačkog kompleksa Hrvatske. Zbornik radova "Istraživanje, razvoj i kvaliteta proizvoda u preradi drva". Osijek.

Prof. dr STANISLAV SEVER

Dr VLADO GOLJA

Katedra za šumarsko i drvno-
industrijsko strojarstvo
Šumarski fakultet Zagreb

TEHNIČKA ZNANJA U OBRAZOVNOM I ISTRAŽIVAČKOM
PROCESU DRVNE INDUSTRIJE - JUČER, DANAS, SUTRA

1. Uvod

Ovo izlaganje neka započne riječima prof. dr R. Zdenkovića (6): "Rijetko je koja grana primjene tehnike toliko povezana sa širokim frontom tehničkih nauka kao alatni stroj, za čije svrsishodno rješenje (i primjenu) treba dobro poznavati i uspješno primijeniti, ne samo osnovne tehnologije rezanja i osnove elemenata strojeva, kao i nauku o metalima, odnosno materijalima strojogradnje, već i mehanike, dinamike, hidraulike, elektrike, elektronike, pa konačno i kemije...". Iako se ova misao odnosi na razvoj i primjenu alatnih strojeva (radnih strojeva) kod obrade metala, potpuno je jasno da se u potpunosti može primijeniti i na mehaničku preradu drva. Materijal obratka drva, koji čini razliku, ne samo da ne pojednostavnjuje stvari kod mehaničke prerade drva, nego naprotiv, zahtijeva još širu primjenu tehničkih znanja.

Na samom početku uokviren je prostor oko kojeg treba okupiti tehnička znanja, a to su radni i pogonski strojevi i procesi koji se na njima odvijaju. Nećemo se previše zadržavati na tome kako smo se prema ovoj problematici odnosili prije, mada bi se prema naslovu rada to moglo očekivati. Primjetimo samo da su već u najranijim nastavnim programima bili uključeni kolegiji koji su tretirali tehnička znanja. Razvoj i primjena sve složenijih tehničkih sredstava bili su praćeni i dodjeljivanjem sve većeg značenja tehničkim znanjima, kako u nastavi, tako i u istraživačkom radu. Ono što se u ovom radu želi razmotriti, i više od toga, o čemu želimo potaknuti na razmišljanje i razgovor širi krug zainteresiranih, je sadašnje

stanje u nastavi i znanstveno-istraživačkom radu na području primjene tehničkih znanja u drvanoj industriji, razvojni planovi i putevi njihove realizacije.

Živimo u vremenu najintenzivnijeg tehničko-tehnološkog razvoja i svjedoci smo svakodnevnih promjena u svim oblicima ljudske djelatnosti. Istraživanja pokazuju da u zemljama razvijenog kapitalizma 50 i više posto ekonomskog razvoja uvjetuje znanstveno-tehnološki proces - ubrzano širenje znanja, efikasnija organizacija rada, uspješnije poslovanje itd. a ostatak je tek rezultat uvećanja rada i kapaciteta (1). Nadalje, neka istraživanja ukazuju da se po jedinici investicije u znanje ostvaruju deseterostruko veći učini u odnosu na ulaganja u opremu.

Da bi potpunije sagledali važnost problematike koja se razmatra na ovom mjestu, pogledajmo još neke pokazatelje intenzivnosti razvoja u doba u kojem živimo. Prema literaturi (3) još 1930. godine u SAD za znanstveno-istraživački rad se odvajalo svega 0,2% društvenog proizvoda. Već 1950. izdvaja se oko 1%, a 1965. čitavih 3,4%, što iznosi 110 dolara po stanovniku.

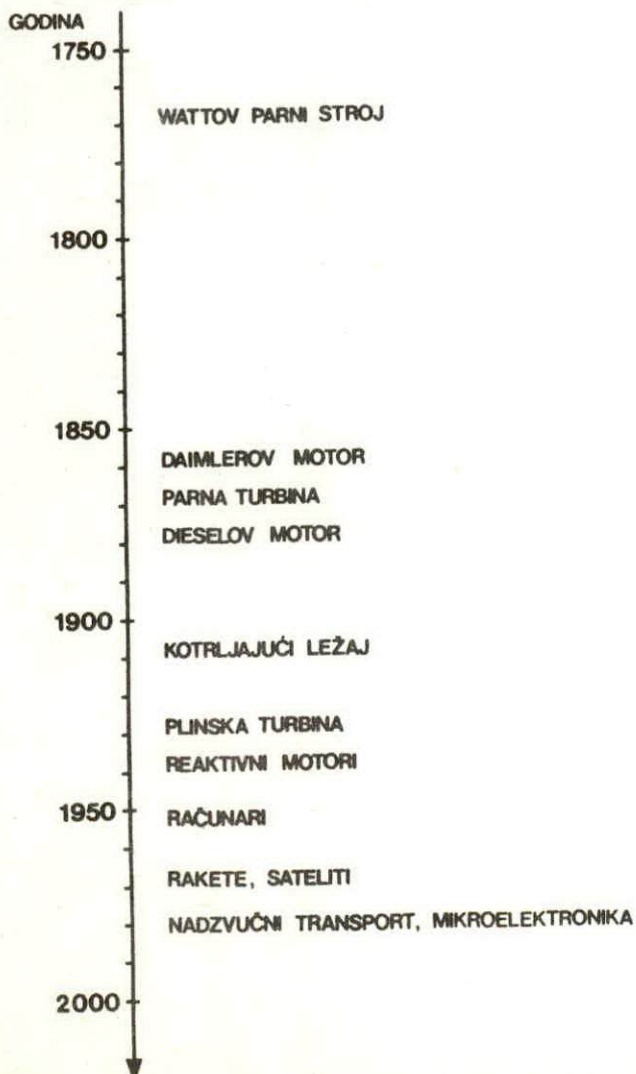
Pobliža istraživanja prema literaturi (4) su pokazala da broj znanstvenih radnika danas iznosi 90% od sveukupnog broja znanstvenih radnika u povijesti čovječanstva. Računa se da ih danas u zemljama razvijenog kapitalizma ima dvadesetak puta više nego prije drugog svjetskog rata i tisuću puta više nego prije stotinjak godina. Sredinom prošlog stoljeća na 100.000 žitelja dolazio je jedan znanstveni radnik, a sada dolazi na 400 stanovnika. Uzme li se u obzir i apsolutni rast stanovništva, onda to izgleda još drastičnije. Broj znanstvenika se u razvijenim zemljama povećava 8 do 15% godišnje, što znači da se udvostručuje svakih 6 do 12 godina.

Ogromne promjene dešavaju se u strukturi energije, stupnju automatizacije procesa itd. Prema podacima iz literature (2) one za SAD iznose, izraženo u postocima, kao što je prikazano u tab. 1.

Tablica 1. Odnos energetske resursa u SAD po godinama.

	1850.	1900.	1960.
LJUDSKA ENERGIJA	13	5	0,8
ŽIVOTINJSKA ENERGIJA	52	22	0,5
MEHANIČKA ENERGIJA	35	73	98,7

Postavimo li vremensku skalu i na njoj označimo značajnija otkrića u tehnici, dobivamo prikaz na slici 1. Promatrajući sliku 1 može se s punom slobodom ustvrditi da je posljednji navod označio jednu novu eru, na isti način na koji je pojava parnog stroja označila početak industrijske revolucije.



Sl. 1. Prikaz razvoja nekih značajnijih proizvoda za strojarstvo.

Proizvodnju značajnijih otkrića u tehnici prati i odgovarajući razvoj tehnologije. Prikaz razvoja tehnoloških postupaka i pomagala koji je pratio proizvodnju značajnijih tehničkih otkrića prikazuje tablica 2.

TABLICA 2.

	PROIZVOD	PROIZVODNO SREDSTVO	TEHNOLOŠKI POSTUPAK I ORUĐA	STUPANJ AUTOMATIZACIJE
1800	Wattov parni stroj	Bušilica Tokarilica 3 kW Stroj za navoje Glodalica Revolverska tokarilica	Ugljikov alatni čelik Prirodni brus Umjetni korund	
1850	Otto motor Dieselov motor			Podjela operacija Mehanizacija radnih strojeva Detroitska automatizacija
1900	Kotrljajući ležaj Plinska turbina Reakcijski pogoni		Brzorezni čelik Karbidi Keramika Elektro erozija	Specijalne obradne jedinice Hidraul. i elektr. kopirni sistemi Računar
1950	Rakete Sateliti Nadzvučni transport	Obradni centri 50 kW Elektronski mikroskop Plazma top	Elektrokemijska obrada Ultrazvuk Brušenje visokim brzinama, Abrazivna obrada Plazma, Laser	Numeričko upravljanje CNC, DNC, ACNC Fleksibilni obradni sistemi s rač. upravljanjem
2000				

Razvoj proizvoda, tehnologije i automatizacije

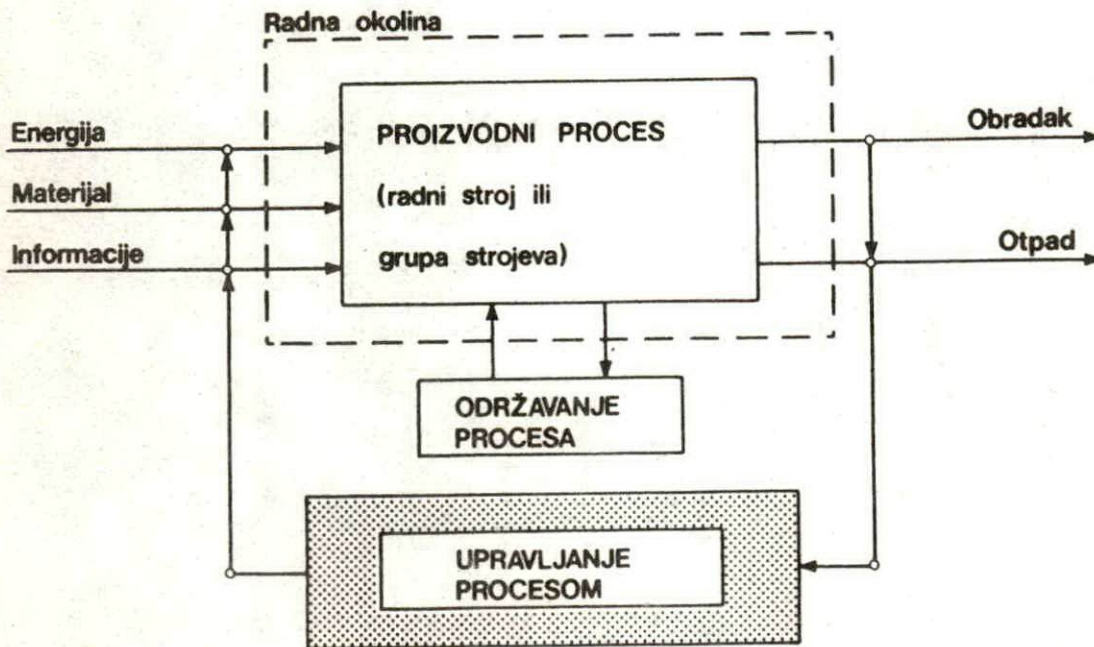
Nužno je u ovom času, iz naše perspektive, pogledati na činjenice koje smo gore naveli. Nećemo se žaliti zbog toga što zaostajemo, nećemo se zamarati analizama da bi ustvrdili zbog čega je to tako, nećemo biti malodušni zbog toga što ni približno nismo u mogućnosti da za razvoj izdvajamo ona sredstva koja izdvajaju oni koji diktiraju tempo razvoja. Činjenica je da želimo živjeti ravnopravno u vremenu u kojem se nalazimo, a kada to želimo, onda postaje sasvim jasno i ono što moramo. Značenje znanstveno-istraživačkog i obrazovnog procesa poprima u ovakvoj situaciji posebnu važnost, a time poprima nove dimenzije i odgovornost svih onih koji u tim procesima sudjeluju.

2. Tehnička znanja u znanstveno-istraživačkom procesu u drvenoj industriji

Sasvim je jasno da je nemoguće postaviti stroge granice između obrazovnog i znanstveno-istraživačkog rada. Međutim, nije slučajno znanstveno-istraživački proces stavljen ispred obrazovnog procesa. Znanstveno-istraživački proces treba promatrati kao uvjet da se obrazovni proces "oživi", da mu se osigura određena dinamika s kojom će biti u mogućnosti da prati zbivanja oko njega.

Kako mi gledamo na rad u znanstveno-istraživačkom procesu u drvenoj industriji? Što za nas zapravo znači istraživati? Što trebamo istraživati? ... itd. Na ova i niz drugih pitanja pokušat će se odgovoriti u daljnjem tekstu.

Prije svega, u istraživačkom radu želimo kvantificirati sve one tehničke parametre za koje imamo mogućnosti mjerenja, s ciljem da utvrdimo njihove međusobne kvalitativne odnose. Shematski prikaz proizvodnog procesa u kojem su locirana naša istraživanja dat je na slici 2.



Slika 2. Shematski prikaz proizvodnog procesa.

Utvrđivanje kvalitativnih odnosa pojedinih utjecajnih parametara znači utvrđivanje zakonitosti koje vladaju u proizvodnom procesu. Poznavanjem zakonitosti po kojima se mijenjaju pojedini utjecajni faktori, omogućava optimizaciju upravljanja procesom u tehničko-tehnološkom smislu. Pri tom proizvodni proces promatramo cjelovito, kao jedinstvo niza utjecajnih faktora u prostoru zadanih ograničenja bilo od strane okoline, bilo od strane tehnološka koji postavljaju proces. Stoga je nezamisliv parcijalni pristup i odnos prema istraživačkom radu na bilo kojem području, pa tako i na području tehničkih znanja. Samo zajedničkim interdisciplinarnim radom želimo ostvariti mogućnost optimalnog vođenja procesa, a to je u stvari i osnovni cilj koji si postavljamo u znanstveno-istraživačkom radu. Uz to, samo da napomenemo, da se pod optimalnim vođenjem procesa u tehničkom smislu podrazumijeva postavljanje procesa u zadane rubne uvjete, na principu minimalnih proizvodnih troškova.

Kao trajni cilj postavljamo si ostvarenje tehničke banke podataka, koja bi u jedinstvu s tehnološkom bankom podataka davala mogućnost trajnog vođenja procesa u drvnoj industriji na višoj razini.

U prvoj fazi, istraživanja želimo usmjeriti na obrade s mehaničkim razaranjem i to na postupke obrade sa skidanjem ivera definiranom geometrijom i nedefiniranom geometrijom rezne oštrice, kao i na postupke obrade bez skidanja ivera. Smatramo ovakvu orijentaciju ispravnom iz razloga što su upravo ovakvi postupci najzastupljeniji u drvnoj industriji, pa su i mogućnosti usavršavanja najveći. U kasnijim fazama bi se istraživanjima obuhvatili procesi obrade bez mehaničkog razaranja, kao i ostali procesi.

Kad promatramo proces obrade uz mehaničko razaranje, onda će se u istraživanja, radi cjelovitog tretmana procesa, uključiti:

- a) rezni alat,
- b) stroj (kinematika, gabariti radnog prostora, snaga, mogućnosti regulacije itd.),

- c) obrada,
- d) energetske normativi,
- e) mjerni i stezni alati,
- f) poslužitelj.

(a) Kod reznog alata istraživati će se slijedeći utjecajni faktori:

- utjecaj geometrije,
- postojanost geometrije reznog alata (kod alata s definiranom geometrijom),
- materijali alata;

(b) Utjecajni faktori i ograničenja koja dolaze od strane stroja:

- kinematika i mogućnosti regulacije,
- utjecaj veličine pojedinih gibanja na kvalitetu obrade,
- učin stroja i mogućnosti povećanja,
- postojanost stroja u ovisnosti o režimima rada;

(d) Energetske normativi. Kod istraživanja energetskih normativa istraživati će se:

- sile rezanja i njihov utjecaj na postojanost alata i strojeva,
- specifična energija rezanja u ovisnosti o nizu faktora;

(e) Mjerni i stezni alati:

- svrsishodnost konstrukcije stezних alata,
- mogućnosti razvoja novih, u cilju skraćivanja vremena pritezanja i otpuštanja obratka;

(f) Poslužitelj. Posebnu pažnju posvetiti će se mjerenjima štetnih utjecaja procesa obrade na poslužitelja stroja i na širu okolinu. Mjeriti će se razine buke i vibracija i dr.

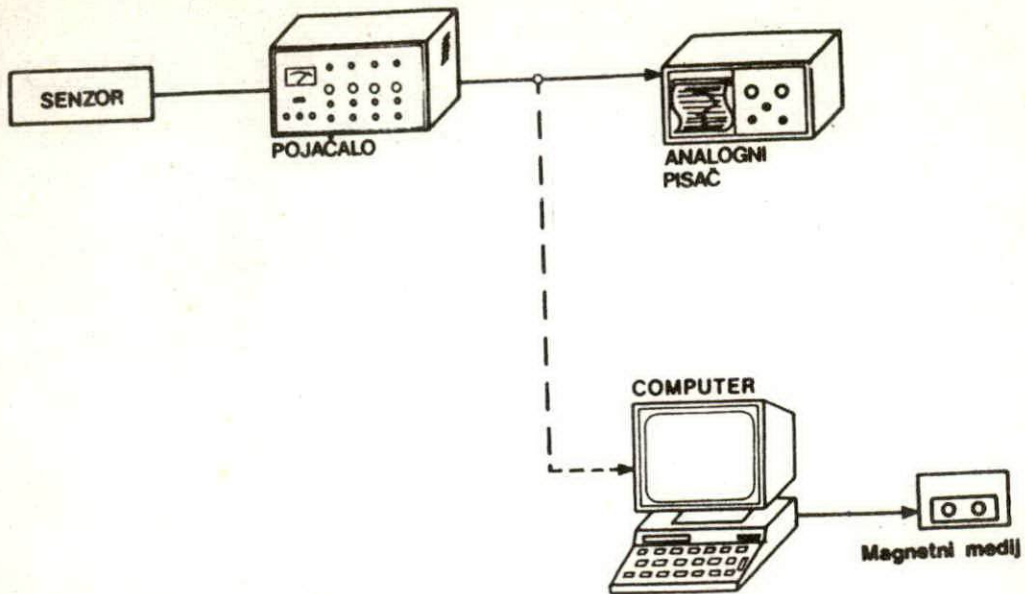
3. Mjerne mogućnosti

U uvodnom dijelu je naznačeno da je preduvjet znanstveno-istraživačkog rada ostvarenje mogućnosti kvantificiranja utjecajnih parametara procesa i iznalaženje njihovih međusobnih odnosa. U tom smislu su usmjereni naši naponi kroz čitavi niz godina. Nabavljen je i mukotrпно slagan veliki potencijal u mjernim instrumentima. Daljnje opremanje, širenje mogućnosti mjerenja, ostaje naš trajni zadatak, a ujedno i preduvjet našeg duljeg znanstveno-istraživačkog rada.

O mogućnostima mjernih instrumenata, o daljnjim planovima za opremanje, govorili smo već u više navrata, te o tome upoznali skup zainteresiranih. Na žalost, moramo primijetiti, da su se s tim mogućnostima upoznali uglavnom stručnjaci iz šumarske operative. Stoga se ovdje koristi prilika, da se upoznaju stručnjaci drvne industrije s našim mjernim mogućnostima, koje se mogu obaviti. Mjesto i vrijeme ne dopuštaju detaljnije opisivanje navedene materije. Stoga će se mjerna oprema opisati u najkraćim crtama.

Nabrojali smo niz utjecajnih parametara koje želimo mjeriti. Kod stvaranja koncepcije opremanja nastojalo se omogućiti pouzdano mjerenje onih veličina koje moramo češće mjeriti i analizirati i koje su nam značajnije za analizu samog procesa. Isto tako, željeli smo, da od početka mjerenja do rezultata na osnovi kojih možemo korektno djelovati na mjerni objekt, protekne što je moguće manje vremena. S obzirom na sličnosti mjernih lanaca, kojima se mjere i analiziraju utjecajni parametri, izvršit će se određeno grupiranje mjernih postupaka radi jednostavnosti izlaganja.

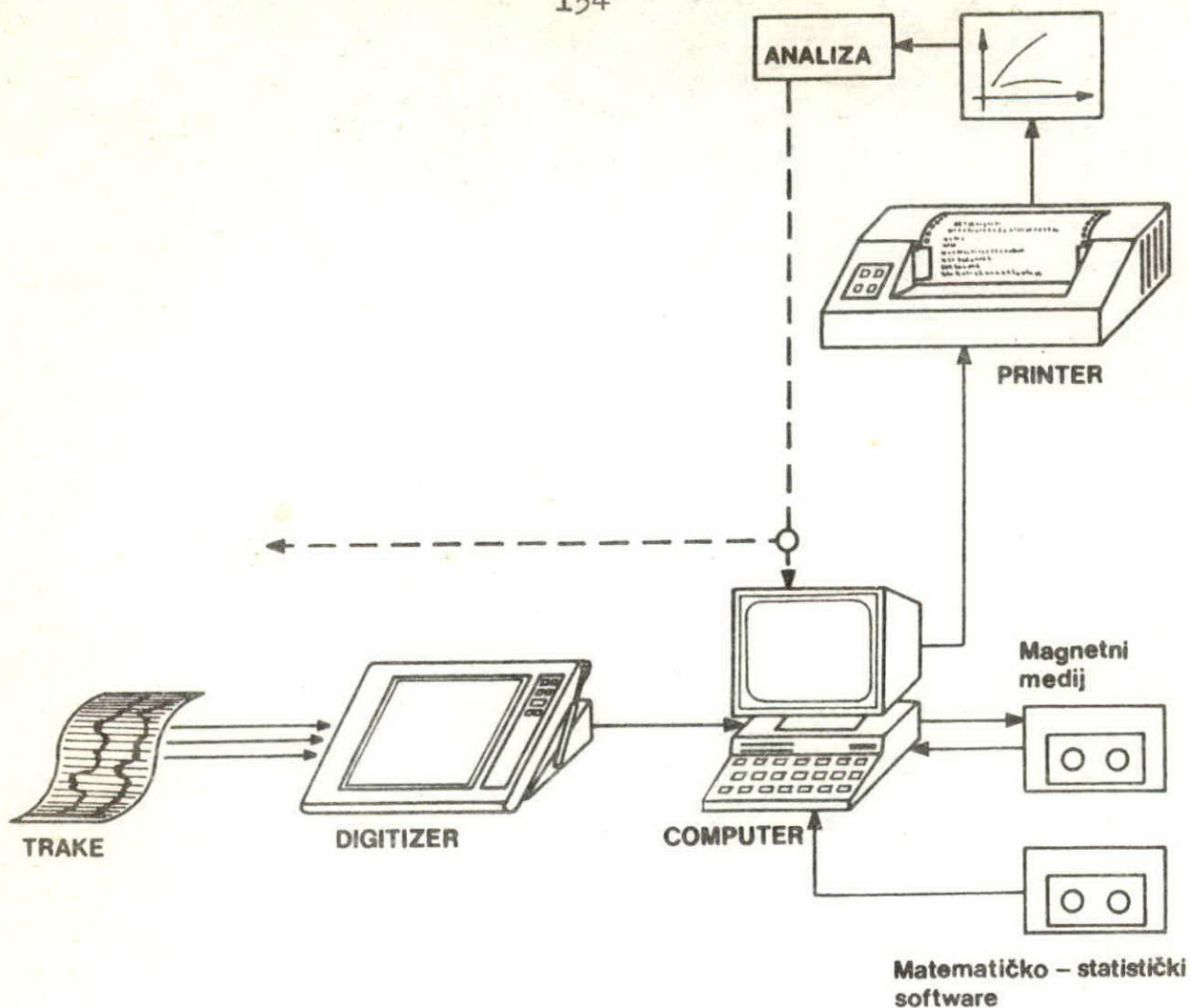
Mjerni lanci za mjerenje svih mehaničkih veličina (s izuzetkom vibracija) i svih električnih veličina, čine prvu grupu. Kompleksni mjerni lanac može se podijeliti na dva osnovna dijela. Prvi dio mjernog lanca kao rezultat daje analogni zapis mjerene veličine i prikazan je na slici 3.



Slika 3. Prvi dio mjernog lanca kod mjerenja mehaničkih i električnih veličina.

Svrha prvog dijela je registriranje mjerene veličine. Crtkanom linijom je prikazana mogućnost registriranja mjerene veličine na magnetnom mediju uz pomoć elektroničkog računala. Očekuje se da ćemo takvu mogućnost vrlo brzo realizirati. Na taj način spojiti će se prostorno i vremenski oba dijela mjernog lanca, što u mnogo čemu unapređuje postupak mjerenja, smanjuje mogućnost grešaka i značajno skraćuje vrijeme koje protekne od samog mjerenja do korektivnog zahvata.

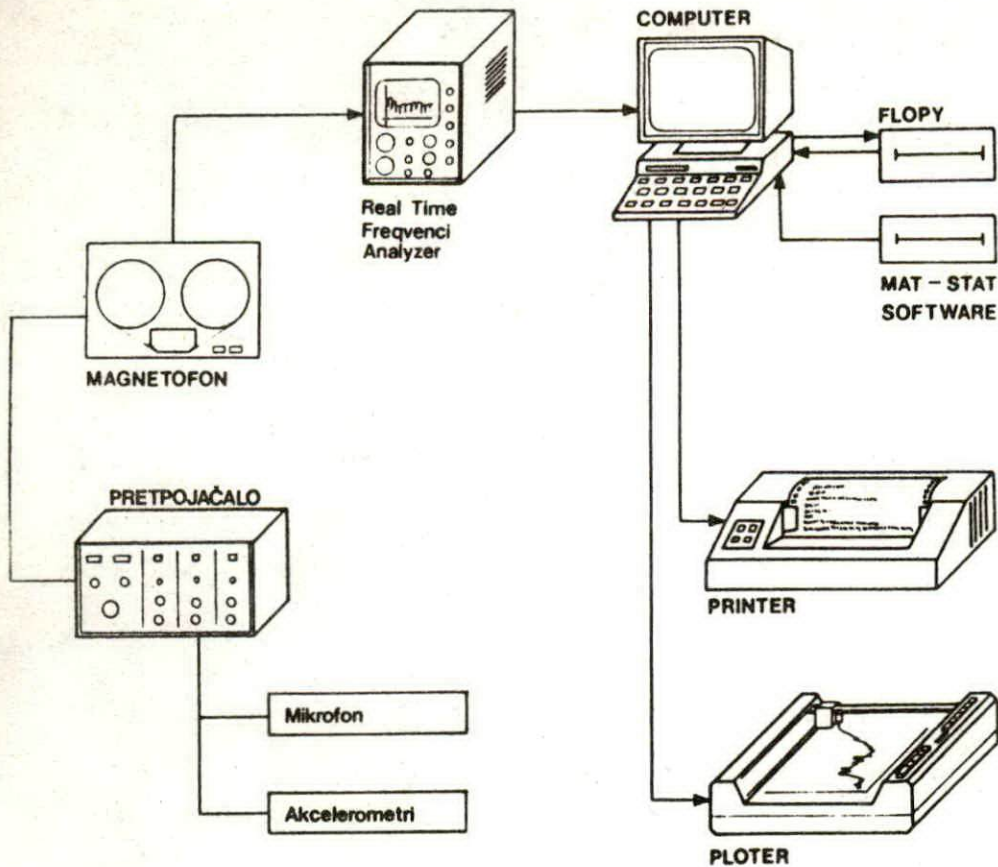
U drugom dijelu mjernog lanca se vrši obrada i analiza mjerene veličine uz pomoć dijela mjernog lanca prikazanog na slici 4. Ostvarenjem mogućnosti registriranja mjerene veličine na magnetskom mediju, otpast će potreba digitalizacije analognih zapisa, a sveobuhvatni tretman matematičko-statističkim aparatom provest će se na podacima registriranim na magnetnom mediju.



Slika 4. Drugi dio mjernog lanca kod mjerenja mehaničkih i električnih veličina.

Prije nego li prijedemo na opis slijedeće grupe mjernih lanaca, treba napomenuti da je u prvoj grupi nužno provesti poboljšanje na prvom dijelu mjernog lanca pri mjerenju električnih veličina.

Druga grupa mjernih lanaca odnosi se na mjerenja buke i vibracija i prikazana je na slici 5.



Slika 5. Mjerni lanac za mjerenje buke i vibracije.

S ponosom možemo konstatirati, da se uvedeni mjerni lanac nalazi na razini s onim, što se i u svijetu danas koristi, pa ne očekujemo skore promjene pri mjerenju ovih veličina.

Za kompleksnija ispitivanja procesa prerade drva mehaničkim razaranjem, nužno je i hitno mjerne mogućnosti proširiti na području mikro i makro hrapavosti, kao i mogućnosti mjerenja geometrijskih veličina (geometrija alata i postojanost alata).

Neki utjecajni faktori, za koje je mjerni postupak jednostavan, izostavljeni su iz ovog opisa. Vjerujemo da je način mjerenja tih veličina poznat gotovo svima, te da opisivanje istih ne bi imalo smisla.

Sasvim je sigurno da je istraživanje utjecajnih faktora i iznalaženje njihovih međusobnih ovisnosti, u tako slo-

ženom procesu, nemoguće zamisliti bez svestrane suradnje različitih profila stručnjaka, ali isto tako je nezamislivo realizirati bilo kakav širi plan istraživanja bez suradnje s operativom. Najčešće se istraživanja isprepliću s praktičnim radom, te je nemoguće utvrditi neke određene granice gdje prestaje teorijski, a gdje počinje praktični dio. Jedno i drugo je zapravo nerazdvojivo.

4. Tehnička znanja u nastavnom procesu

Nije potrebno govoriti o principima sveučilišne nastave. Oni su, vjerujemo, dobro poznati svima. Potpuno je razumljivo da oni moraju predstavljati osnovu bilo kojeg obrazovnog programa. Stoga ne moramo o njima govoriti na ovome mjestu. Govorit ćemo samo o osnovnim ciljevima koje si postavljamo u dijelu obrazovnog procesa u kojem se prenose tehnička znanja.

Prije svega, kao osnovni cilj postavlja se stvaranje sposobnosti kod studenata za optimalno korišćenje sredstava rada (radnih i pogonskih strojeva i uređaja) u zadanim uvjetima. Isto tako želi se stvoriti kod slušača sposobnost da izaberu optimalna sredstva rada za date uvjete. Nadalje, inženjeri u drvanoj industriji moraju posjedovati tehnička znanja potrebna za zadavanje projektnog zadatka razvoja novog sredstva rada. Konačno, kod studenata nastojimo razvijati istraživački duh, želju za iznalaženjem novih puteva pri rješavanju svakodnevnih problema. Povećanjem broja istraživača u svim sredinama stvorit će se mogućnosti bržeg razvoja, a to nam je, vjerujemo, zajednički i trajni cilj.

5. Zaključak

Sigurno je, da nije nimalo lako, na ovako malom prostoru, reći sve ono što bismo željeli reći o znanstveno-istraživačkom i nastavnom procesu u kojemu se primjenjuju

odnosno prenose tehnička znanja. Vjerujemo da smo osnovno uspjeli prenijeti, da su naša nastojanja razumljiva i prihvatljiva za one kojima su konačno i namijenjena. I znanstveno-istraživački i obrazovni proces se, bez vremenskih ograničenja, trajno odvijaju. Sve ono što utječe na te procese nemoguće je držati pod kontrolom, pa je isto tako nemoguće stvarati planove koji će sve obuhvatiti i predvidjeti. U uvodnom je dijelu već rečeno da je cilj ovog izlaganja bio informiranje. Nadalje, nakana je poticanje na razmišljanja, uz želju za vašom suradnjom u kreiranju svega onoga što nam dolazi.

6. Literatura

- (1) DRAGIČEVIĆ, A.: Aktualna politička ekonomija, Zagreb 1979.
- (2) ~~III~~ : Privredni sistem Jugoslavije, Beograd 1965.
- (3) ~~III~~ : UNESCO, Le développement per la science, Paris 1969.
- (4) ~~III~~ : OECD, Scientific Research and Economic and Social Development, Paris 1966.
- (5) PEKLENIK, J.: Automatizacija obdelovalnih sistemov, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 1976.
- (6) ZDENKOVIĆ, R.: Obrada metala skidanjem, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 1965.
- (7) PROKEŠ, S.: Obrabeni dreva a novych hmot ze dreva, Praha 1978.

Doc. dr VLAĐIMIR SERTIĆ

Katedra za kemijsku preradu drva
Šumarski fakultet Zagreb

INTEGRALNO KORIŠĆENJE DRVNE SIROVINE

1. U V O D

Drvo služi čovjeku od pradavnih vremena kao sirovina za vrlo široku primjenu. U davna vremena kada su velik dio zemljine površine pokrivala prašume, primitivan čovjek upotrebljavao je drvo za gorivo i oruđe. Međutim, drvo se kao prirodni materijal razgrađuje i vraća u prirodni ciklus pa je zato vrlo malo dokaza rane upotrebe drva prije 300.000 godina u obliku vršaka strijela, kopalja i oruđa nađeno u močvarnom glibu, gdje se je u izuzetnim okolnostima sačuvalo do danas.

Po podacima FAO i danas drvo ima važnu ulogu izvora energije. Ukupno je godine 1979. upotrijebljeno 1,5 milijardi m³ drva za proizvodnju toplinske energije. Čovjek ima koristi od šume odnosno drva kroz svoj cijeli vijek, a dio te koristi izražen je i produktima kemijske prerade drva.

Jedna od najstarijih kemijskih prerada drva je karbonizacija drva. U povijesnim razdobljima kao brončanom i željeznom drveni ugljen imao je veliku važnost. A radi svoje tehničke nezamjenjivosti proizvodnja drvenog ugljena održala se je do danas. Razvojem moreplovstva razvila se je i karbonizacija posebno borovog drva, radi korišćenja smole za konzerviranje drvenih brodova.

Razvojem tekstilne i staklarske industrije nastala je potreba za potašom, što je bilo vrlo štetno, budući da je za 1 t potaše potrebno spaliti 330 t drva.

Dva čovjeka su zaslužna što je prestala velika po-

trošnja drva, a to su Roebuch i N. Leblanc. Prvi je 1760. godine predložio zamjenu drvenog ugljena u željezarama koksom, koji je dobiven iz fosilnog ugljena. Leblanc je 1791. godine predložio novi postupak proizvodnje sode, koja je našla svoju upotrebu u staklarskoj industriji.

Nagli razvoj kemijske prerade drva dogodio se početkom 19. stoljeća. U to vrijeme uvedena je suha destilacija drva, a dobivena octena kiselina i metanol bili su tada vrlo cijenjene sirovine. Drvo je i danas vrlo moderna i vrlo vrijedna sirovina kao osnovna supstanca za celulozu, papir, tekstilna vlakna, filmove, aditive i mnoge druge proizvode.

Pronađene metode prerade, uz obnovljive sirovine kao što je drvo, omogućile su ogromni razvoj tiska i ostalih vrlo potrebnih proizvoda iz papira. Može se reći, da je drvo jedan od najvažnijih proizvoda prirode.

Šume predstavljaju 80% ukupne organske tvari ili $2,2 \times 10^{11}$ t ugljika. Oko jedne trećine svjetske površine tla prekriveno je šumama u kojima se nalazi ukupno 300 milijardi m^3 drvene sirovine, od čega se sječe godišnje 2,6 milijardi m^3 . Taj volumen predstavlja 1,3 milijarde tona drva što je ekvivalentno svjetskoj produkciji žita ($1,5 \times 10^9$ t), dva puta više od proizvodnje čelika ili cementa ($0,7 \times 10^9$ t) i 27 puta više od proizvodnje plastike ($0,048 \times 10^9$ t).

Potrošnja drva stalno raste, a predviđa se da će svjetske potrebe za drvom u 2000. godini iznositi između 3,8 i 6,2 milijardi m^3 , a predviđeni prirast je 7 do 9 milijardi m^3 . Prognoze pokazuju da će potrebe za industrijskim drvom porasti blizu dva puta, a za celuloznim drvom blizu tri puta za posljednjih 20 godina ovog stoljeća.

Iako godišnji prirast drva u šumama vrlo varira u odnosu na klimu i tlo i može iznositi u umjerenom klimi 3 do 5 m^3 po hektaru, tropski eukaliptus može prirasti i 15 do 20 m^3 po hektaru, ipak po propisima inventarizacije, svjetski godišnji prirast nije veći od 1 do 2 m^3 po hektaru.

Po proračunu Sandermana (1973) brzo rastući bor u optimalnim uvjetima može proizvesti 13,7 g celuloze na dan. Ta količina celuloze odgovara 8,2 g lignina, 6,5 g polioza i 0,3 g ekstraktivnih tvari, što ukupno iznosi 27,7 g ili 56 cm³ drvene tvari proizvedene po jednom stablu na dan.

Međutim, predviđa se progresivno smanjenje zaliha drvene sirovine do 2000. godine, posebno u zemljama u razvoju, što je povezano s velikom potrebom drva kao goriva u tim zemljama.

Najvažniji proizvod kemijske konverzije drva je celuloza. U 1980. godini svjetska proizvodnja celuloze iznosila je 123 milijuna tona. U istom periodu ukupna potrošnja papira bila je 171 milijuna tona, od čega je više od 25% bilo dobiveno iz starog papira. U nekim zemljama (Japan, V. Britanija, SR Njemačka, DR Njemačka, Italija) primjena starog papira prelazi 40 - 50%. To ukazuje da je recikliranje važan faktor ekonomske upotrebe sirovina. Podaci o potrošnji papira pokazuju da velika potrošnja u visoko razvijenim industrijskim zemljama može biti još povećana, a da je potrošnja papira u zemljama u razvoju vrlo niska.

	G o d i n a			
	1966	1979	1985	2000
USA	240	289	349	566
Kanada	141	215		
Japan	50	151	284	558
SSSR	21	33	67	192
Zapadna Evropa	186	263	180	324
Zemlje u razvoju	-	6	17	23
Svijet	31	40	55	91

Potrošnja papira i kartona u kg po stanovniku

2. CELULOZA I PAPIR

U svjetskim mjerilima predviđa se godišnji rast industrije celuloze i papira od 2 do 4%.

Ukupna količina drva za kemijsku i mehaničku proizvodnju vlakana danas iznosi 460 milijuna m³, što iznosi više od jedne trećine ukupno posjećene drvene sirovine (2,6 milijardi m³), poslije odbitka količine drva koja služi kao gorivo (1,5 milijardi m³).

Najveći svjetski proizvođač vlakana, koji daju oko 85% svjetske produkcije, bili su 1979. godine:

USA	45,5	milijuna	t
Kanada	19,7	"	t
Japan	10,0	"	t
SSSR	9,5	"	t
Švedska	9,1	"	t
Finska	7,0	"	t
Brazil	2,45	"	t
Francuska	1,95	"	t

Produkcija i potrošnja u budućnosti bit će pod utjecajem, pored ostalih, i slijedećih faktora:

- općeg stupnja rasta brutto nacionalnog produkta u industrijskim i zemljama u razvoju, što je poznato da ima jaki utjecaj na potrošnju papira;
- troškova proizvodnje koji se sastoje od cijene drva, cijene rada, cijene energije, cijene zaštite okoline, početne investicije.

Karakteristično je da se povećava upotreba tvrdih vrsta drva (listača) iz područja umjerene klime kao i iz tropa. Sve je važnija i upotreba ostatka drvene tvari iz područja mehaničke prerade drva. Najveću važnost u budućnosti imat će sječka iz kompletnog stabla i upotreba nedrvenih vlakana naročito u zemljama u razvoju. Stari papir će imati još veću važnost u narednim godinama.

Ciljevi poboljšanja tehnologije proizvodnje vlakana su:

- povećanje iskorišćenja drvene tvari,
- smanjenje potrošnje energije,
- smanjenje potrošnje kemikalija za celulozu i bijeljenje uključujući poboljšanje procesa regeneracije kemikalija,
- smanjenje zagađenja zraka i vode,
- razvoj procesa proizvodnje celuloze bez sumpora i razvoj izbjeljivanja bez klora,
- veća fleksibilnost u odnosu na iskorišćenje na celulozi, kvaliteti i bjeloći,
- razvoj procesa za preradu sporednih produkata u proizvodnji celuloze.

Važne modifikacije procesa su:

- dodatak drugih kemikalija u alkalnoj celulozi, modifikacija refiner mehaničke drvenjače, proizvodnja celuloze bez sumpora.

Važnost drvenjače i celuloze visokog iskorišćenja, još će biti u porastu. Dominantnu ulogu imat će kraft celuloza, koja pokriva više od polovice ukupne mehaničke i kemijske proizvodnje vlakana (58,2%) ili blizu tri četvrtine kemijske proizvodnje celuloze (73,5%).

3. TERMIČKA KONVERZIJA DRVNE TVARI

Posljednjih godina veliki interes u svjetskim razmjerima usmjeren je na kemijsko i energetska iskorišćenje odrvenjene i zelene biomase iz šumske proizvodnje. Dva glavna pravca primjene su:

- proizvodnja kemikalija i energija iz obnovljive sirovine, kao zamjena za skupe petrokemikalije i energiju iz fosilnih sirovina nafte, plina i ugljena.

- bolje iskorišćenje drva u drvnoj industriji, industriji celuloze, korišćenje otpadnih tvari iz drva.

Najpoznatiji i najjednostavniji proces termičke konverzije je izgaranje. Drugi termički procesi su piroliza, plinofikacija i likvefakcija.

Prednost drva kao goriva je u niskom sadržaju pepela i izuzetno niskom sadržaju sumpora. Kalorična vrijednost apsolutno suhog drva je 19 MJ/kg. Kalorična vrijednost kore raznih vrsta drva je u prosjeku nešto viša od vrijednosti od drva (18,7 - 22,7 MJ/kg), ali velika vlažnost kore, zatim veći sadržaj pepela mnogo snizuju kaloričnu vrijednost kore.

Tehnologija proizvodnje drvnog ugljena danas ima važnost i u industrijskim i u zemljama u razvoju. Pirolitičkom dekompozicijom drva bez prisustva zraka sa završnom temperaturom od oko 500°C omogućuje proizvodnju tri grupe tvari:

- krute komponente
- hlapive kondenzirajuće tvari
- hlapive nekondenzirajuće tvari.

Najvažniji proizvod pirolize je drveni ugljen. Svjetska proizvodnja drvnog ugljena iznosi oko 2,4 milijuna tona. Prosječno iskorišćenje u industrijskoj proizvodnji drvnog ugljena iznosi oko 35% drvne tvari, a ovisi o vrsti drva, sistemu pougljenjavanja, vremenu pougljenjavanja i završnoj temperaturi. Drveni ugljen se najviše upotrebljava kao aktivni ugljen u metalurgiji, čišćenju vode, kemijskoj sintezi i u druge svrhe.

Plinofikacija drva na temperaturi od oko 1000°C daje plin čiji sastav ovisi o uvjetima procesa i sadržaju vode u sirovini. Plinofikacija može biti provedena kao pirolitički proces ili u prisutnosti zraka, kisika i dodatka vodene pare. U slučaju upotrebe drvne tvari velika

količina kisika i vodika uzrokuje jako kompleksni sastav plina, više nego u slučaju upotrebe ugljena ili plinofikacije gradskog krutog otpada.

Glavne prednosti plinofikacije drva i biomase su niska potreba kisika i vodene pare kao i niski sadržaj sumpora. Plinofikacija u prisutnosti čistog kisika i vodene pare daje vodeni plin s kaloričnom vrijednosti od 11 MJ/m³. Ovaj plin može biti upotrijebljen za energetske svrhe, ali je od većeg interesa njegova konverzija u sintezni plin postupkom čišćenja i obogaćenja s vodikom. Najveći interes vlada za katalitičku konverziju sinteznog plina u metanol pri 450°C i 200 bara, a metanol dalje konverzijom u benzin ili diesel gorivo.

U procesu likvefakcije za sada postoje laboratorijski pokusi sa 250 bara i 250 - 340°C uz različite katalizatore, gdje su dobiveni rezultati likvefakcije drvne tvari od 98%, uz aceton kao otapalo.

4. HIDROLIZA UGLJIKOHIDRATA

Hidroliza drvnih polisaharida u šećere je glavna kemijska reakcija procesa saharifikacije. Međutim, industrijski proces ima više tehničkih i ekonomskih problema, pa iako je razvijano više tehnoloških procesa u SR Njemačkoj, Švicarskoj i USA, sada se hidroliza provodi samo u SSSR-u u više od 40 tvornica. Pokusi koji se bave encimatskom ili mikrobiološkom hidrolizom drva još su daleko od praktične primjene. Stupanj hidrolize je vrlo nizak, što je posljedica visokog sadržaja kristaliničnih dijelova celuloze i posebno visokog sadržaja lignina.

Drvne polioze su drugi dio polisaharida drva s većim udjelom u drvu listača (25-35%) nego u drvu četinjača (15-25%). Važnost drvnih polioza jeste za proizvodnju

kemikalija na osnovi monosaharida dobivenih hidrolitičkim procesima.

U praksi su lugovi sulfitnih procesa pogodni supstrati za fermentaciju šećera u etanol i kvasac. U USA se proizvodi 9000 t/godinu krmnog kvasca fermentacijom sulfitnih lugova s *Torula* kvascem.

U praksi drvene polioze služe još za proizvodnju ksilitola, manitola, furfurala i drvene šećerne melase.

5. LIGNIN

Istraživanja na području korišćenja lignina posljednjih desetljeća široko su zastupljena u svijetu. Količina lignina koja se godišnje dobije u tehnološkim procesima proizvodnje celuloze je oko 50 milijuna tona.

Korišćenje lignina može se podijeliti u četiri grupe:

- lignin kao ostatak u drvenjači, polucelulozi i nebijeljenoj celulozi,
- lignin kao gorivo,
- lignin kao polimer,
- lignin kao izvor nisko molekularnih kemikalija.

Glavna upotreba lignina danas je još uvijek kao goriva. Upotreba lignina za sada je ograničena radi:

- kompleksne kemijske strukture lignina i njegovih derivata,
- nehomogenosti i polidisperznosti lignina,
- visokog sadržaja nečistoća,
- visokog sadržaja sumpora u kraft ligninu,
- visoke cijene pročišćavanja.

Lignin koji ima aromatski i alifatski karakter može poslužiti kao izvor mnogih kemikalija koje se sada proizvode iz nafte i prirodnog plina. Međutim, degradacija lignin-

ske makromolekule u jednostavne aromatske i alifatske tvari jest vrlo skupa. Lignin mora biti desulfuriran ili moraju biti upotrijebljeni katalizatori otporni na sumpor. Nakon degradacije svakako je potrebno provesti čišćenje i frakcioniranje jer je dobiveni materijal smjesa nekoliko komponenta. Osnovni procesi prerade lignina su:

- alkalna oksidacija ili hidroliza,
- alkalna fuzija,
- nukleofilna alkalna demetilacija,
- piroliza,
- hidrogenoliza.

Kemikalije koje se mogu dobiti su:

- nespecifični produkti kao ugljen, ulje, smole i katran,
- plinovi kao ugljik monoksid, ugljik dioksid, vodik,
- fenol i supstituirani fenoli,
- benzen i supstituirani benzeni,
- drugi zasićeni i nezasićeni ugljikovodici,
- organsko-sumporne kemikalije,
- organske kiseline.

6. EKSTRAKTIVNE TVARI

Već je rano postojao interes za iskorišćivanje ekstraktivnih tvari drva i kore jer sadrže veliki broj raznih kemijskih tvari. Danas samo neke ekstraktivne tvari imaju još ili ponovo vrijednost kao izvor specijalnih produkata. U praksi mogu se proizvesti slijedeće grupe ekstraktivnih tvari:

- prirodne smole,
- ekstraktivne tvari drva dobivene otapalima,
- ekstraktivne tvari kore dobivene otapalima,
- kemikalije dobivene iz lišća.

Dok je proizvodnja prirodnih smola smolarenjem i ekstrakcijom otapalima u stagnaciji, produkcija tal ulja i sulfatnog terpentina je u porastu, što je u vezi s proizvodnjom celuloze iz četinjača. U USA je 1976. godine proizvedeno 430.000 tona rafiniranog tal ulja, masnih kiselina i kolofo-nija.

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Drvo se mora u budućnosti ekonomično koristiti tako da bude i nadalje signifikantan resurs. Znanje o kemijskom sastavu drva i njegovom kemijskom ponašanju je sada mnogo važnije nego ikada prije. To je potrebno za efektivnu zaštitu protiv vanjskih utjecaja (kemikalije, enzimi, temperatura, iradijacija i dr.) s jedne strane, a s druge strane za pažljivu izolaciju komponenata drva i istraživanje novih proizvoda. Još je bitno bolje razumijevanje poznatih tehnologija i daljnji razvoj novih procesa, osnovnih istraživanja o izolaciji, karakterizaciji i reakcijama drvene tvari.

Kemija drva ne može se promatrati odvojeno od strukture drva. Drvo nije samo kemijska tvar ili anatomsko tkivo ili materijal, drvo je kombinacija ovih triju činite-lja. Drvo je intimna veza kemijskih komponenata koje obliku-ju ultrastrukturne elemente, koji tvore visoko složene sis-teme za izgradnju stijenki stanica u konačnoj kompoziciji tkiva drvene tvari.

Razvoj kemijske industrije na bazi drva ovisi o postojanju mnoštva biljnog materijala iz kojeg će se proiz-vesti vrijedne kemikalije kao etanol, furfural, fenoli, kva-sci i drugi proizvodi. Međutim, limitirajući faktor za tu industriju danas su cijene sirovine.

Drvo postaje sve deficitarnija sirovina u svjetskim, a posebno u evropskim razmjerima. Zemlje EEZ uvoze 60% potreb-nih količina drva i ono je po vrijednosti iza uvoza nafte.

Jugoslavija uvozi oko 2 milijuna m³ drva.

Stupanj korišćenja posječene drvne mase u Jugoslaviji je nezadovoljavajući. Nedovoljna je proizvodnja celuloznog drva, a nedovoljno se koristi drvo slabije kvalitete, koje oko 25% ostaje u šumi, a s njime i panjevina, kora, grane i lišće.

Predviđa se slijedeći porast proizvodnje šumskih sortimenata do 2000. godine:

	u 000 m ³	
	1980. god.	2000. god.
Drvo za mehaničku preradu	7.560	9.500
Drvo za kemijsku preradu	1.574	3.000
Tehničko drvo	981	1.300
Ogrjevno drvo	3.019	4.800
<hr/>		
Ukupno	13.134	18.600

Prema opširnoj i dokumentiranoj studiji Sabadi, R. i suradnici, "Šumarstvo i prerada drva u SR Hrvatskoj do 2000. godine" (1983), navodi se da je iskorišćenost kapaciteta u industriji celuloze i papira u Jugoslaviji oko 80%. Smatra se, da bi tek iskorišćenost kapaciteta preko 85% mogla zadovoljiti, jer u industrijskim zemljama iskorišćenost kapaciteta u industriji celuloze iznosi između 90 i 95%.

U istoj studiji autori naglašavaju da uz uvjet realizacije planova pošumljavanja do 2000. godine, postoji mogućnost podizanja najmanje dvije tvornice celuloze kapaciteta 500 t/d. Međutim, bitno je ne učiniti greške koje su se u prošlosti događale, a to je da se uz tvornicu celuloze mora podići tvornica papira, jer bi to postojeće i dobro uvedene tvornice papira ostavilo bez potrebne sirovine.

Očekivano kretanje proizvodnje celuloze i papira
u SR Hrvatskoj

V r s t a	u tonama	
	. 1980. god.	2000. god.
Drvenjača	26.349	60.000
Poluceluloza	55.533	110.000
Celuloza	25.783	150.000
Roto papir	12	50.000
Omotni i ambalažni papir	179.446	250.000
Kulturni papiri	26.503	50.000
Cigaretni papir	6.166	10.000
Valovita ljepenka	121.044	200.000

Da bi se moglo organizirano i kvalitetno udovoljiti zadacima koji predstoje u narednom razdoblju, udruženi rad SR Hrvatske na području industrije celuloze i papira preko Poslovne zajednice "Exportdrvo" i Zavoda za istraživanje u drvenoj industriji, sudjeluje u programiranju i izvođenju znanstveno-istraživačkog rada od 1984. godine. Suradnici iz udruženog rada su najiskusniji i najbolji stručnjaci, već dokazani u svom dosadašnjem radu.

U prijedlogu programa u znanstveno-istraživačkoj djelatnosti na području tehnologije celuloze i papira za razdoblje 1986. - 1990. godine postavljeni su slijedeći ciljevi:

- proširenje mogućnosti korišćenja drvnih i nedravnih sirovina za potrebe industrije celuloze i papira,
- izbor optimalnih postupaka prerade drvnih sirovina pri proizvodnji vlakana visokog iskorišćenja,
- uvođenje optimalnih postupaka u svim fazama prerade od sirovine do finalnog proizvoda,

- istraživanje svih otpadnih tvari industrije celuloze i papira s aspekta zaštite okoline i korišćenja energije.

Na osnovi ovih ciljeva predpostavljeni rezultati istraživanja bili bi:

- proširenje sirovinske osnove omogućit će efikasno korišćenje proizvodnih kapaciteta,
- povećanje iskorišćenja drvnih sirovina,
- ušteda na sirovini i energiji uz kvalitetan finalni proizvod,
- povećanje stupnja informiranosti i dostupnosti rezultata istraživanja,
- stvaranje timova istraživača,
- osposobljavanje stručnih kadrova kroz uključivanje u istraživački rad.

Uz navedene ciljeve i očekivane rezultate, uz angažiranje šumarstva i mehaničke prerade drva, u tehnologiji celuloze i papira moći će se ostvariti imperativ današnjice usmjeren na integralno korišćenje drvne sirovine.

L I T E R A T U R A

- BUČKO, J., ELSNER, K., PAJTIK, J., 1981.: Chemicke spracovanje dreva. Visoka škola lesnicka a drevarska, Zvolen.
- FENGEL, D., WEGENER, G., 1984.: Wood, Chemistry, Ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter, Berlin-New York.
- KNEŽEVIĆ, I., 1984.: Šumarstvo do 2000. godine. Drvarski glasnik, god. XXII, Br. 7.
- SABADI, R. et al., 1983.: Šumarstvo i prerada drva u SR Hrvatskoj do 2000.g. Preliminarna studija, I-II dio, Šumarski fakultet, Zagreb.
- SERTIĆ, V., 1984.: Fizikalno-kemijska svojstva smole alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) dobivene različitim tehnološkim postupcima. Glas. šum. pokuse, Vol. 22, 87-181.

Prof. dr Rudolf SABADI
ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

DOPRINOS ZNANSTVENIH ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI FORMULACIJI REALISTIČKE GOSPODARSKE POLITIKE

U V O D

Nevolja u našoj gospodarskoj politici, koja traje već nekoliko desetljeća jest u tomu, što su mjere gospodarske politike išle za tim da pokušaju naći optimalan razvitak cjelokupnog narodnog gospodarstva, ili su pak tražena rješenja u razvijanju pojedinih teritorija zemlje.

Za provođenje optimalne politike mjerama gospodarske politike cijele zemlje mi jednostavno nemamo sredstava, pa je to uvijek bio širok front, za snage koje su stajale na raspolaganju. Rezultati su stoga bili uvijek veoma mršavi.

S druge strane, traženje mjera kojima bi se razvijali pojedini teritoriji koji su zaostali od drugih dijelova zemlje, opet su bili sveobuhvatni. Obuhvaćajući sve i sva, unošili su zbrku i neravnotežu u organizacije udruženog rada izvan takvih teritorija. Stalno podsticanje od kakve takve ravnoteže, izazivalo je potrebe za neprekidnom dogradnjom, dopunskim mjerama, koje su bile u toj mjeri nekonsistentne, da ih je ubrzo valjalo korigirati novim, isto tako nekonsistentnim mjerama, i tako to teče godinama.

Usljed takve situacije možemo reći da smo danas dalje od tržišta no što smo bili 1954. i 1965. godine. Kao normalna posljedica takvog lutanja jest, da se samoupravljanje nije moglo i neće afirmirati, sve dok ne promijenimo temeljno gledanje na definiranje realističke gospodarske politike, a to znači da odredimo pravce koje mjerama konsistentne gospodarske politike valja poticati, a koje odgova-

raju snagama s kojima raspolažemo.

Iz pogrešaka u gospodarskoj politici mnogo smo naučili. Putevi rješenja ne mogu se tražiti u diskriminaciji, a isto tako kruta stvarnost ne priznaje želje, ako iza njih ne postoje snage da ih realiziraju.

Do danas smo, u nekoliko navrata pokušali ići tim putem da odredimo tzv. udarne pravce, no oni su se, zbog svestranosti odlučivanja izvan gospodarskih aktivnosti, u neobično kratkom vremenu nasukavali na plićake nedostatka sredstava, koja su iako skromna, otjecala u bezbroj pravaca izvan narodnog gospodarstva ili na mjesta gdje nisu bila optimalno alocirana.

Uzevši takav scenario u kojem je tekao naš razvitak, na Šumarskom fakultetu, u okviru Zavoda za istraživanja u šumarstvu i Zavodu za istraživanja u drvnoj industriji, u okviru tema iz gospodarstva zemlje i konkretnih grana tog gospodarstva, usmjerena su istraživanja tijekom zadnjih pet godina na mjerenje jakosti međusobnih utjecaja gospodarske politike na razvitak tih grana i cjelokupnog narodnog gospodarstva.

Vršena su pomna mjerenja veza i njihove jakosti ako u pojedinim sektorima narodnog gospodarstva, pojedinim gospodarskim kategorijama ili pak u pojedinim subgranama dolazi do autonomnih promjena. Usporedno s tim, vršena su pomna mjerenja veličina multiplikatora društvenog proizvoda pri jediničnim promjenama u šumarstvu i drvnoj industriji, ili u njihovim kategorijama, te u subgranama (npr. uzgajanje šuma, iskorišćivanje šuma, pilanarstvo, proizvodnja furnira, proizvodnja drvnih ploča, proizvodnja namještaja, papira, itd.).

Rezultati pokazuju da ima mnogo razloga za nastojanja prema kvalitetnim promjenama u gospodarskoj strategiji i ponegdje prema potpunim promjenama orijentacije gospodarske politike. S takvim pozitivnim promjenama moguće je, kako su istraživanja pokazala, da se postignu nekoliko puta veći učinci s istom veličinom sredstava.

TENDENCIJE U RAZVITKU U DRVNOJ INDUSTRIJI

Razvitak drvne industrije kao cjeline teško je promatrati da bi se došlo do zaključaka koji bi se mogli uzeti kao markirane tendencije. Razlog tomu je u različitostima orijentacija pojedinih vrsta prerada prema tržištu.

Pilinarstvo i drvne ploče tržišno su orijentirane na isporuke svojih proizvoda finalnoj preradi drva, građevinarstvu i manjim dijelom nekim drugim djelatnostima. Pod utjecajem cijena, značajnih promjena u tehnici i tehnologiji, uslijed kojih činitelja, posebno u građevinarstvu, dolazi do svakodnevne pojave niza substituta za drvo, koje postaje u našoj zemlji preskupim za upotrebu u područjima u kojima je nekoć dominiralo.

Uslijed kolebanja posebno u građevinarstvu, odgovarajuće promjene nisu istovjetne onima u finalnoj preradi drva. Pilinarstvo postepeno pokazuje sve više tendenciju prema smanjenju veličina kapaciteta i sve više orijentaciju prema proizvodnji elemenata, koji služe za sasvim određene namjene u izradi proizvoda. Iako najvjerojatnije neće doći do potpunog umiranja komercijalnih pilana, zbog niza razloga, ipak se može reći da će se uočena tendencija u smanjenjima pilanskih kapaciteta i njihove specijaliziranosti nastaviti.

Statistički se furnir ubraja u grupu proizvoda drvne ploče, iako postoji bitna razlika. Bitna osobina furnira od trenutka kada je takva proizvodnja tehnološki uvedena, nije promijenjena: a to je zamjena za masivno drvo. Zahtjevi prema kakvoći i estetskim svojstvima furnira ostat će i dalje dominantni, uslijed čega ponuda furnira može kolebati samo u manjim granicama. Ispitivanja koja je vršio prof. dr Ivo Dekanić tijekom skoro četiri desetljeća pokazuju da je svrsishodnim proredama u npr hrastovim sastojinama, moguće uzgajati tzv. furnirske sastojine, tj. takve sastojine u kojima će pretežan dio stabala u trenutku sječe krajem op-hodnje, biti furnirski.

Čak ako bi šumarska operativa takav način u uzgajanju šuma općenito prihvatila, povećana proizvodnja furnirskih trupaca, pa prema tomu i furnira iz naših domaćih sirovina, zbog dužine ophodnje ne može nastupiti u tako skoro vrijeme.

Za proizvodnju panel ploča i šperploča, koje bi bile dostojan konkurent lakim pločama koje isporučuju na tržište zemlje koje imaju velike rezerve mekih listača, naša zemlja neće još dugo imati ozbiljnije šanse. Razlog nije u tomu što mi ne bi imali pogodnih staništa za uzgajanje mekih brzorastućih listača, već zbog toga što se na pošumljivanju takvih terena jednostavno premalo radi. Ostaje da se šperploče i panelploče i dalje rade od bukovine, pa će tržište, beznadno zatvoreno prema mogućoj vanjskoj konkurenciji, morati jednostavno ugrađivati takve ploče ne samo u namještaj, već i u građevinarstvu. Samo manji dio proizvedenih takvih ploča je iz topolovine, vrste koja daje kvalitetnu i laganu ploču. Ako dođe do jače orijentacije na izvoz tzv. pločastog namještaja, taj će najvjerojatnije potrošiti najveći dio domaće proizvodnje takvih lakih ploča.

Ploče od usitnjenog drva substitut su stolarskim pločama. Takva proizvodnja razvila se u industrijski razvijenim zemljama koje su bilježile uz vlastite oskudne izvore drva, visoke stope rasta industrijskog razvitka i životnog standarda. U našoj zemlji proizvodnja takvih ploča doživjela je sa stanovitim zakašnjenjem također veoma brz razvitak.

Ploče iz usitnjenog drva inferiorne su u odnosu na panelploče, pa prema tomu i njihova cijena mora biti adekvatna kakvoći. To je razlog zbog kojeg se takve industrije ne samo u nas, već i u svijetu, bore da prežive. Posljedica zatvorenosti tržišta i nedopustive nebrige o narodnom zdravlju, omogućuju našim proizvođačima da na tržište donose ploče s visokom emisijom slobodnog formaldehida, za kojeg je utvrđeno da je kancerogen. Inače izvoz naših ploča iz usitnjenog drva, bilo kao ploča, bilo ugrađenih u namještaju, zabranjen je iz tog razloga. Međutim, do promjene u primjeni ljepila najvjerojatnije će ipak doći, pa će i ta indus-

nastaviti s proizvodnjom. S obzirom na uvjetovanu ekonomiju obujma, ostati će se pri većim postrojenjima, što je uvjet za kakvo-takvo sniženje fiksnih troškova, s obzirom da su cijene tih proizvoda pritisnute odozgora cijenama panel ploča.

Finalna proizvodnja drva grupacija je u kojoj će najvjerojatnije doći u skorom vremenu do najznačajnijih promjena. Usljed produžene gospodarske krize u nas, neće najvjerojatnije tražnja za namještajem na domaćem tržištu značajnije rasti. To će čitav niz industrija prisiliti na izvoz, što će biti uvjetom da prežive. I današnji izvoz finalnih drvnih proizvoda, kao uostalom i naš cjelokupan izvoz, u dobroj mjeri počiva na ne tako neznatnim državnim subvencijama. To čini da su današnji tzv. veliki sistemi organiziranosti u drvnoj industriji još u našim uvjetima rentabilni. Dode li do značajnijeg zaokreta prema izvozu finalne prerade drva svih proizvođača, takvi tzv. veliki sistemi biti će prvi koji će osjetiti da je sigurnost makar i niskih dohodaka, bila iluzija koju će valjati skupo platiti, jer je ta sigurnost temeljena na niskoj proizvodnosti i kakvoći proizvoda, koja je bila tolerirana u vremenu visokih dostupnih prihoda i tomu analogno visoke domaće tražnje.

Preorijentacija na strano tržište neće međutim biti ni laka, niti jeftina. Osim poboljšanja kakvoće proizvoda i servisa mušterija (rokovi isporuke i sl.), na stranom tržištu potrebna je sasvim drugačija fleksibilnost od one koju naša postrojenja finalne prerade drva imaju danas. Sasvim je sigurno da će to uvjetovati smanjivanje postrojenja, budući da su manja postrojenja u pravilu daleko više fleksibilna od velikih. Ne smije se ignorirati niti fluidnost tržišta, stvorena informatičkom revolucijom. U jesen 1985. na sajmu u Grazu prikazana je proizvodnja u nekim manjim postrojenjima u Austriji, gdje sasvim malene tvornice donose visoko kvalitetan namještaj iz masivnog drva obrađen besprijekorno robot-strojevima. U takvim uvjetima proizvodnje, nizak dohodak radnika u nas čak i za individualne proizvode, nije

odlučujući u plasmanu.

Pored toga, dileme pred kojima se nalazi naša finalna prerada drva je u tomu, da li se orijentirati na skup proizvod, ekskluzivan po dizajnu i cijeni, ili jeftin masovan proizvod. Početna ulaganja u ekskluzivitet veoma su velika i preduvjet je ne samo financijska moć, već i dugoročnost poslovne i financijske orijentacije. Za takav pothvat, kao što je pripomenuto u uvodu i biti će elaborirano kasnije, mi nismo nikada (od rata naovamo) imali pogodan sistem gospodarske politike. Najvjerojatnije ćemo stoga i dalje biti prinudeni izvoziti jeftin proizvod.

Kratak prikaz uvjeta i tendencija, oslikava našu preradu drva objektivno. I u uvjetima takvog razvitka, drvna industrija, zajedno sa šumarstvom ima najviši multiplikator društvenog proizvoda po jedinici svojeg outputa.

Iz takvih činjenica proizlazi da bi, u interesu brzog i djelotvornog razvitka, valjalo porazmisliti o tomu, kakva bi nam gospodarska politika odgovarala, da sredstva koja kao zajednica ulažemo u svoj razvitak, doprinesu najvišem mogućem porastu životnog standarda, što je zapravo ciljem svake društvene zajednice.

ZNAČAJ DRVNE INDUSTRIJE U NARODNOM GOSPODARSTVU U NAŠOJ ZEMLJI

U znanstvenim sitraživanjima koja su se tijekom petgodišnjeg razdoblja provodila, išlo se za tim da se utvrdi:

- (a) kakva su multiplikativna djelovanja po jedinici outputa šumarstva i prerade drva na društveni proizvod cjelokupnog narodnog gospodarstva,
- (b) kako šumsko-drvoprerađivačka proizvodna cjelina reagira na pojedinačne mjere stvarne gospodarske politike, tj. kvantitativno i kvalitativno,
- (c) kako šumsko-drvoprerađivačka cjelina reagira na autonomne promjene pojedinih kategorija potrošnje,

- (d) kakve su proizvodne i troškovne funkcije pojedinih dijelova šumsko-drvnoprerađivačke cjeline i koji su načini optimizacije tih funkcija,
- (e) kakve su gospodarske posljedice po cjelokupno narodno gospodarstvo u slučaju integralne optimizacije šumsko-drvnoprerađivačke cjeline.

Rezultati su u svakom slučaju zanimljivi, iako istraživanja nisu ni dovršena, a niti verificirana na shodan način.

Jedna jedinica outputa šumarstva u daljnjoj preradi u našoj zemlji kakva se odvijala u promatranom razdoblju, proizvodi kroz cijeli gospodarski sustav od 4,8 do 5,6 jedinica društvenog proizvoda. Multiplikativno djelovanje jedinice outputa iz šumarstva, isporučenog ostalim sektorima narodnog gospodarstva (u glavnini drvnjoj industriji), trostruko je veća ako se radi o izvozu. *To je najviši izvozni multiplikator u našoj zemlji uopće.* Usporediti bi se mogao samo još turizam, uz pretpostavku da se u toj grani poduzmu ozbiljniji naponi unapređenja.

Od mjera gospodarske politike i njihova djelovanja na performanse šumarstva i prerade drva, istražene su samo neke. Od kreditno monetarnih podsticajnih mjera mjereno je utjecaj kreditiranja proizvodnje biomase, iskorišćivanja šuma, zatim pilanarstva, proizvodnje ploča i nekih subgrupacija finalnih proizvoda drva. Utvrđeno je da kreditiranje zaliha gotovih proizvoda nema poseban pogodujući utjecaj na optimum troškovnih funkcija gotovo u svim vrstama proizvodnje. Razumljivo je zašto kreditiranje sirovina i reprodukcijskih materijala ima veoma visok utjecaj na pogodnost troškovnih funkcija: veće količine sirovina i reprodukcijskih materijala omogućuju veću fleksibilnost i zapravo povećavaju koeficijent obrtanja u cijeloj proizvodnji, što na prvi pogled djeluje kontradiktorno. Od svih podsticajnih kreditno monetarnih mjera gospodarske politike, na povećanje izvoza kreditiranje izvoza djeluje najpodsticajnije i to u svim kategorijama društvenog proizvoda svih subgrupacija u prera-

di drva.

Razumljivo je da državne subvencije djeluju visoko podsticajno, ali uzevši u obzir visoke rashode opće potrošnje u nas, teško je očekivati da se u tom pravcu na stimulaciji može nešto više učiniti. Pored toga, visoke subvencije, posebno proizvoda nižih faza obrade, imaju tendenciju porasta u izvozu količinski, jer su praćene sniženjem cijena ako se povećava volumen. Istraživanjima, koja valja još verificirati, pokazalo se do sada, da volumen izvoza stoji u relativno čvrstoj negativnoj korelativnoj vezi s cijena-
ma. Kako subvencije vode snižavanju cijena, valjalo bi kao podsticajnu mjeru za izvoz pronaći drugu, uz racionalno visoke subvencije, koje dakako kao mjera podsticaja ne mogu nikako biti odbačene.

Istraživanja fiskalnih mjera kao podsticaja pokazuju da bi bio neophodan potpun zaokret u fiskalnoj politici uopće. No to pitanje zadire daleko šire, pa o njemu ne možemo raspravljati. Povezano s mjerama fiskalne politike, pokazalo se je da ograničavanje investicija djeluje pogubno. Uzme li se pak u obzir činjenica da investicijsko odlučivanje u nas nije isključivo stvar proizvodnje i njezine racionalnosti, već je vođeno negospodarskim razlozima, ovog časa ne vidimo bolji sistem. No sigurno je da ovakvim sistemom gospodarskog odlučivanja i fiskalnom politikom nećemo daleko dotjerati.

Reakcija promjena autonomnih kategorija potrošnje na poslovanje šumsko-drvnoprerađivačke reproduksijske cjeline istraživano je veoma detaljno i u radovima su oni pomno prikazani.

Proizvodne i troškovne funkcije pojedinih subgrupacija u reproduksijskoj cjelini istraživane su veoma detaljno. Iako ostaje da se još mnogo toga istraži, dosadašnji rezultati pokazuju da se određenim promjenama u gospodarskoj politici mogu postići zapanjujući rezultati. To da u praksi u pravilu takvi rezultati izostaju, razlogom je nedostatak

tržišta. *Ni najbolji, najrealističkiji i najprecizniji planovi ne mogu zamijeniti tržište, ako je u pitanju optimizacija proizvodnih i troškovnih funkcija pojedinačnih subgrupacija unutar reprodukcijske cjeline.* To je jedinstven zaključak za sve subgrupacije koje su istraživane.

Konačno, gospodarske posljedice promjena u šumsko-dravno-prerađivačkoj cjelini na cjelokupno narodno gospodarstvo veoma su značajne. U prvom redu te promjene su u pozitivnoj korelacijskoj vezi s porastom izvoza i poboljšanjem bilance plaćanja s inozemstvom. Sekundarne posljedice su pritisak na inflaciju, zbog oživljavanja proizvodnje u drugim sektorima narodnog gospodarstva. Na žalost, takvi pozitivni poticaji u tercijarnim efektima brzo otupljuju, zbog visokih rashoda opće potrošnje, koja zbog sistema raspodjele društvenog proizvoda ima tendenciju prekoproportionalnog rasta u odnosu na rast društvenog proizvodna proizvodnih djelatnosti.

ZAKLJUČAK

Znanstvena istraživanja provedena na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pokazuju da je i pri postojećem sistemu mjera gospodarske politike moguće mnogo učiniti prema poboljšanju, povećanju i izvozu proizvoda drvne industrije. Kvantificirane su gotovo sve systemske mjere aktuelne gospodarske politike, a isto je tako provedena i njihova kvalifikacija.

Istraživanja su pokazala, da je moguće mnogo toga učiniti već time, što bi se od dosadašnjih mjera koje su općevrijedeće, u poziciji umjetno stvorenih nagrada za činitelje proizvodnje, prešlo na stvaranje realističke gospodarske politike usmjeravanja na gospodarske pravce.

Dr. VLADIMIR HITREC
 Kabinet za matematiku
 Katedra za dendrometriju
 Šumarski fakultet Zagreb

ELEKTRONIČKA RAČUNALA U NASTAVI I ZNANOSTI

1. Od logaritmara do personalnog (osobnog) računala[‡]
 Od "mlinčića" do procesora snage 1 Mby
 Od tečaja na stroju ZUZE 1965. do CAD/CAM-a 1985.

Računanje je jedna od osnovnih djelatnosti inženjerstva i znanosti. Računanje omogućava inženjeru i znanstveniku predviđanje, po čemu se razlikuje od "majstora zanata", odnosno iskusnog observatora. Kompleksnost inženjerskih odnosno znanstvenih problema zahtijevaju prethodnu analizu koja usmjerava odnosno pojednostavnjuje eksperiment, te skraćuje i pojeftinjuje projekt odnosno istraživanje.

Šumarstvo i drvna industrija se samo po sadržaju, a nikako po volumenu onoga što se računa, razlikuje od ostalih tehničkih disciplina.

Kao i kod drugih djelatnosti čovjek je i u računanju konstruirao razna pomagala. Smatramo li prste, kamenčiće, kuglice na žicama i goleme tablice množenja i dijeljenja i korjenovanja davnom prošlošću, svakako se sjećamo spravice koja se sve do pred desetak godina nalazila u džepiću svakog inženjera. Logaritmar, ili kako smo ga popularno nazivali "šiber" (logaritamsko računalo odnosno "Rechenschieber") u vještini je rukama omogućavao da izraz $(0,235 \times 2100) / (\sin 2^\circ + \ln 52.21)$ izračunamo za 30 sekundi.

[‡] Težište ovog teksta nije na sveobuhvatnom iznašanjju činjenica iz razvoja računске tehnike na Šumarskom fakultetu već samo pregled najvažnijih elemenata potrebnih za neke usporedbe. Najiskrenije se zahvaljujem suradnicima Šumarskog fakulteta D. Babunoviću, Z. Horvatiću, M. Jakovcu, D. Piljcu i P. Prebježiću na korisnim informacijama.

S logaritmarom smo mogli dijeliti, množiti, potencirati te računati vrijednosti nekih transcendentnih funkcija. Zbrajanja smo morali obavljati olovkom na papiru, što je znatno produljivalo računanje. Točnost računala nije prelazila 3 signifikantne znamenke. Kada je pisac ovih redaka došao, kao mladi asistent na Šumarski fakultet, prvi mu je nastavnički zadatak bio održavanje seminara i kolokvija iz logaritmara. Barem 8 sati seminara je bilo posvećeno toj jednostavnoj spravi.

Logaritmar je služio kao personalno računalo a za ilustraciju brzine navest ćemo primjer koji su studenti godine 1975. morali na kolokviju izračunati za 10 minuta.

$$\frac{0,0001075 \cdot 32,5 \cdot 573}{987 \cdot 2,47 \cdot 0,0303} =$$

$$\frac{775 \cdot 0,205 \cdot 0,01455}{0,00303 \cdot 1,378 \cdot 6,57} =$$

Naravno, da zbog relativno male točnosti, logaritmar nije mogao služiti za veća računanja potrebna za razne projekte geodezije, dendrometrije, ekonomije i drugih disciplina. Za te poslove služili smo se većim ili manjim mehaničkim strojevima raznih tipova. Strojevi tipa ZAGREB, BRUNSWIGA, ODHNER i slične zvali smo "mlinčići" i s njima vukli vlakove, radili regresije, računali tarife, izračunavali drvnogromadne tablice i kod toga su neki naši kolege stekavši izvanrednu vještinu mogli npr. regresiju s tri parametra na bazi petnaest točaka izračunati za 3 sata. Ako se radilo o regresiji sa 4 parametra posao je mogao trajati i čitav radni dan. Radeći s tim strojevima također se pojavljivao problem točnosti, jer se npr. kod regresija sa 4 parametra pojavljuje suma od n vrijednosti x^6 , što je zahtijevalo više signifikantnih znamenki od mogućnosti stroja. Pomagalo se logaritmiranjem, što je naravno posao znatno produžilo. Kada su ti mehanički strojevi dobili električni

pogon posao nije tekao znatno brže, no bio je fizički lakši. Mlinčići su bili u upotrebi na Fakultetu još 1975. godine. Na njima su rađene disertacije mnogih profesora, pa i nekih današnjih profesora.

Krajem šezdesetih godina Zagreb je već raspolagao s prvim elektroničkim računalom i na njemu su se vršile obrade za potrebe šumarskih i drvno-industrijskih istraživanja.

Sati potrebni za računanje npr. regresija odnosno volumnih tablica sveli su se na sekunde, a zajedno s ispisom na minute. Najviše vremena se trošilo na pripremu podataka i čekanje da bismo došli na red na jednom od dva tada postojeća stroja u Zagrebu. No, efekat je bio izvanredan. Počeli smo se upuštati u računanja o kojima smo do tada mogli samo teoretski razmišljati. Regresije, npr. s nekoliko varijabli zajedno s granicama pouzdanosti, velika sortiranja i kompleksne analize postale su dostupne istraživačima koji su se htjeli i znali njima služiti.

Već 1974. godine nabavljeni su primitivni džepni kalkulatori domaće proizvodnje (Superelektron) kojima se studenti služe kod izrade vježbi. Iste 1974. godine nabavljen je prvi ozbiljniji džepni kalkulator HP25 koji je za ono vrijeme čudo elektronike: obavlja sve četiri računske operacije, te računa vrijednosti transcendentnih funkcija i ima čak jednu memoriju. Rezultat se pojavljuje na ekranu isti čas poslije unošenja posljednjeg podatka.

Kako su džepni kalkulatori postajali jeftiniji, a formirao se i Sveučilišni računski centar (SRCE), mehanički (rutinski) dio posla istraživača postaje sve manji i manji. To naravno potiče istraživače na rješavanje sve kompleksnijih problema budući da su moguće kompleksnije obrade odnosno analize rezultata.

Potreba za većim komforom rada dovela je do ideje nabave vlastitog računala. Od 1982. godine Šumarski fakultet raspolaže s vlastitim računalom HP 9835A sa 64 kby centralne memorije, s digitizerom, terminalom, perifernom memorijom

(CTU), te moćnim pisačem. Praktički nema istraživača ili područja koji se u proteklih 4 godine nije koristio mogućnostima tog stroja. Na tom stroju su i mnogi studenti stekli prva znanja o elektroničkim računalima, a neki od njih su postali pravi majstori rada s računalima. Stroj kojim sada Fakultet raspolaže postaje premalen za narasle potrebe znanosti i nastave. Stoga je upravo pokrenut postupak za nabavku stroja snage 1 Mby i periferijom većom od 20 Mby. Tako će studentima i nastavnicima Šumarskog fakulteta stajati na raspolaganju stroj koji je u stanju da u sekundi obavi nekoliko milijuna operacija, da veliki broj rezultata pohrani odnosno da im pristupi, nacрта ih i ispiše.

Paralelno sa stvaranjem i realizacijom potrebe za jačim centralnim računalom, koji bi posluživao sve istraživače kod rješavanja kompleksnijih zadataka, stvarala se potreba za manjim autonomnim računalima za svakodnevnu upotrebu pojedinca. Ta su računala nasljednici logaritmara. Godine 1973. nabavljena su dva stroja DB1620RP sa po dvije memorije i trakom za ispis. Na sličnom stroju bez trake (DB1620oR) radi se i danas, s time da je prije spomenutih 3 sata potrebnih za računanje regresije na tom stroju, prepolovljeno.

Trend "Stand slone" računala slijede i znanstvenici našeg Fakulteta. Danas već četiri katedre Fakulteta raspolažu sa strojevima kapaciteta barem 64 kby i pripadnom periferijom. Izvjestan broj istraživača posjeduje i vlastite manje strojeve.

Godine 1965. tečaju na prvom elektroničkom računalu ZUZE prisustvovalo je dvoje asistenata Šumarskog fakulteta. Kroz proteklih dvadesetak godina elektronička računala su postala svakodnevno pomagalo većine šumarskih i drvnoindustrijskih inženjera i istraživača. Školovani nizom seminara ili kao samouki nastavnici kreirali su znatan broj softwarskih sistema koji funkcioniraju u raznim znanstvenim disciplinama i radnim organizacijama. Razvili su upotrebu računala do te mjere da smo bili u stanju organizirati jednu od osam sekcija na međunarodnom simpoziju CAD/CAM 1985. s najvećim brojem referata.

2. Koliko je što stajalo?

Ponovo uz ogradu da je ovaj rad ilustracija, a ne ekonomska analiza, navest ćemo slijedeće. Stroj s centralnim procesorom od 1 Mby, s tvrdim diskom od 20 Mby, disketom od 710 kby, pisačem, te crtačem formata A3 stoji oko 12.000 US dolara. Da li je to skupo?

U slijedećoj tabeli navedeni su podaci o cijenama nekih strojeva u usporedbi s mjesečnim primanjima profesora u godini nabave stroja. Podaci o primanjima su naravno približni.

Red. br.	God. nabave	stroj tip	cijena	cijena u mjesečnim primanjima	primjedba
1.	1929	Odhner	3100		mehanički
2.	1940	Brunswiga	4979	1	mehanički
3.	1960	Rheinmetal	920 000	20	električni
4.	1960	Zagreb	380 000	8,4	električni
5.	1961	Numerie ca	230 000	4,6	mehanički
6.	1964	Logaritmar	9 000	0,1	
7.	1964	Zagreb	200 000	2,5	mehanički
8.	1967	Odhner	303 750	1,4	mehanički
9.	1974	DB 1213	1490 000	1,9	elektronski
10.	1975	DB 1620 RP	1900 000	2,1	elektronski
11.	1982	HP 9835A	45934 800	10,4	64 Kby display
12.	1982	HP 9835A	97070 600	22,0	64 Kby, display pisač, digitizer
13.	1983	Selektric TRS	1870 000	0,3	elektronski s pisačem
14.	1985	HP 98580A	380000 000	29	1000 Kby, display, 20 Mby periferije. 710 Kby floppy crtač (6 pera) pisač

Iako više kao ilustracija nego potpuna informacija, ipak ta tabela omogućava interesantne zaključke.

Prvo uočimo da smo već 1960. godine raspolagali strojem koji je stajao kao tadašnjih 20 nastavnčkih mjesečnih primanja. Nadalje, pretpostavimo li da je Fakultet raspolagao najmanje s 15 strojeva tipa ZAGREB proizlazi da smo već 1960. godine izdvojili znatna sredstva za računarsku tehniku. Svakako bi bilo interesantno izračunati cjelokupnu vrijednost tadašnjih sredstava za računanje, no očito je da su bila znatna.

Uzmemo li u obzir da je za množenje npr. dvaju troznamenkastih brojeva na mehaničkom stroju ZAGREB bilo potrebno skoro 10 sekundi, dok npr. HP 98580A za sekundu obavi nekoliko tisuća takvih množenja, tada možemo izračunati cijenu koju smo plaćali i koju plaćamo za 1000 operacija u sekundi.

3. Što sada kada su elektronička računala "svemoćna" i svakom dostupna

Izvanredna brzina računanja i praktično neograničen kapacitet pamćenja, te izvanredna mogućnost komunikacije različitih centara izvora informacija čine elektroničko računalo izvanrednim pomagalom ljudskog roda.

Elektronička računala oslobađaju čovjeka mukotrpnog rutinskog nekreativnog rada, te mu na taj način oslobađaju vrijeme za kreativnost kao suštine čovjeka. Ne samo da je preostalo znatno više vremena za kreativan rad, već se i rezultati ideja mogu znatno brže provjeriti odnosno primijeniti.

Elektronička računala omogućuju primjenu mnogih rezultata fundamentalnih i primijenjenih istraživanja, ali omogućuju i kompletnija istraživanja.

Ljudska znanja se sve više produbljuju i proširuju, što zahtijeva školovanje specijalista, jer ljudski mozak nije

više u stanju svladati cijelo područje određene discipline. Specijalizacija prijeti da se izrodi u "fahidiotizam". Elektronička računala kao "periferna memorija čovjeka" omogućuju šire i dublje fundamentalno obrazovanje, budući da su rutine pohranjene u računalu.

Elektronička računala omogućuju i zahtijevaju veće poznavanje struke, budući da postoji veća mogućnost realizacije znanja.

Kako bismo koristili stroj moramo poznavati algoritam našeg razmišljanja, odnosno postupaka, koje ćemo zadati stroju te kao povratnu informaciju brzo i točno dobiti rezultate. Elektroničko računalo će ujedno zapamtiti algoritam i međurezultate te će novi postupak s novim informacijama izvesti istim algoritmom ponovno kada god to želimo.

Moramo, međutim, biti svjesni da algoritama potrebnih u inženjerskim kreacijama, a pogotovo u istraživanjima, ima neograničeno mnogo i praktički je nemoguće raspolagati (kupiti) sa svime što nam je potrebno. Prema tome prvenstveno moramo poznavati struku, njezine osnove i tehnologiju, ali i mogućnosti stroja i način komuniciranja s njime i to ne samo posredstvom gotovih rutina.

Danas smo svjedoci izvanredne agresivnosti tržišta elektroničkim računalima, gdje sve više pojeftinjuje stroj, a sve više poskupljuju gotove rutine (ta trgovina sve više podsjeća na poznati slučaj prodaje velikog broja lijevih cipela da bi se kasnije nespretni kupci prisilili i na kupovinu desne, naravno, uz novu naplatu). Kupujući software postajemo tehnološki ovisnici najvišeg reda.

Izvanredan publicitet koji se danas u dnevnom tisku i u mnogim novoniklim stručnim (?) časopisima pridaje računalima, manje je potican željom za informatičkim obrazovanjem nacije, a više liči na reklamu za COCACOLU u kojoj se omladina privikava na upotrebu ambalaže, čiji će sadržaj stvarati drugi. Rezultat toga je odliv najsposobnijih mladih ljudi

na studije tehnologije računala već gotovo razvijenu, a na uštrb ostalih fundamentalnih i primijenjenih struka.

Prihvatimo dakle elektroničko računalo kao što smo davno prihvatili kotač ili ne tako davno parni stroj, a da pri tome nismo zanemarili ostalo. Naučimo se njime služiti, popravljati ga i dotjerivati. Neko od nas će ga usavršavati, no najveći broj mora biti osposobljen za razmišljanje, kako će ga upotrijebiti za osnovne ljudske djelatnosti.

Prof. dr STANISLAV BAĐUN
Katedra za tehnologiju drva
Šumarski fakultet Zagreb

OSVRT NA ISTRAŽIVAČKU, PUBLICISTIČKU I SURADNIČKU
DJEIATNOST NA PODRUČJU DRVNOTEHNOLOŠKE ZNANOSTI
ZA RAZDOBLJE 1950. - 1985. GODINE

P O P I S I S T R A Ź I V A Č A

x-istraživači s objavljenim radovima; o-istraživači suradnici.

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985
1. ADAMIĆ Zvonko, dipl. ing.				o
2. ALIĆ Omer, prof. dr	x		o	x
3. ANDROIĆ Mira, dipl. ing.			x	x
4. AU FERBER Veljko, viši teh.	x			
5. BABIĆ Sofija, dipl. ing.			o	o
6. BABUNOVIĆ Krešimir, dipl.ing.				o
7. BAĐUN Stanislav, prof.dr	x	x	x	x
8. BAJIĆ Slobodan, mr			o	o
9. BARBERIĆ Mladen, dipl. ing.			x	x
10. BARIŠIĆ Tomislav, dipl. ing.	x	o	x	o
11. BEBER Đuro, dipl. ing.			o	o
12. BEDENIĆ Hinko, viši teh.	x			
13. BENIĆ Roko, prof. dr	x	x	x	x
14. BEŽEN Ante, mr				o
15. BIČANIĆ Nikola, prof.				x
16. BIFEL Mladen, prof. dr	o	o	x	x
17. BIHAR Zlatko, teh. sur.			o	x
18. BIJELIĆ Bernarda, dipl.ing.				x
19. BILJAN Mirko, prof.ing.	x	o		
20. BIONDIĆ Drago, dipl. ing.		x	x	x
21. BIREK Vladimir, dipl. ing.	x			
22. BIŠKUP Josip, doc. dr				x
23. BODI Franjo, mr				o
24. BOLF Josip, ing.				o
25. BOGATI Vladimir, dipl. ing.				x
26. BOGNER Andrija, dipl. ing.			o	x
27. BOHAČEK Zoran, dipl.ing				o
28. BOHAČEK Zvonimir, dipl. ing.			x	
29. BOJANIN Stevan, prof.dr.	x	x	x	x
30. BOROVIĆ Davor, dipl. ing.		o	x	
31. BOŽIĆ Mihajlo, dipl. ing.				o

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985
32. BRAŠ Mišela, prof.				o
33. BRELIN Ivan, dipl.ing.				o
34. BREZIGAR David, dr mr			o	x
35. BREŽNJAK Marijan, prof.dr	x	x	x	x
36. BRIŠKI Ljubomir, teh.sur.			x	
37. BRUČI Vladimir, prof.dr	x	x	x	x
38. BUBANJ Slavko, mr				x
39. BUBLIĆ Ivan, mr				o
40. BURICA Zoran, teh.sur.			x	o
41. CIKAČ Josip, dipl.ing.			x	
42. CRLENJAK Tomislav, dipl.ing.			x	
43. ČATLAČ Milan, dipl.ing.				o
44. ČAUŠEVIĆ Adnan, dipl.ing.			x	
45. ČIČ Marija, dipl.ing.				o
46. ČIKARIĆ Živan, dipl.ing.	x			
47. ČIŽMEŠIJA Ivan, dipl.ing.			x	x
48. ČOP Bogomil, dipl.ing.	x	o	x	x
49. ČVORO Radenko, dipl.ing.				o
50. DELAJKOVIĆ Goran, dipl.ing.				o
51. DELAJKOVIĆ Ivo, dipl.ing.			o	x
52. DESPOT Radovan, dipl.ing.				o
53. DOMAINKO Dragutin, prof.ing.	x			
54. DRAGEŠIĆ Krešimir, dipl.ing.				o
55. DRONJAK Darko, dipl.ing.				o
56. DUGANDŽIJA Ilija, dipl.oec.				o
57. DURMIŠ Jure, prof.				o
58. ĐURRIĆ Vjera, prof.dr				o
59. DZIGIJEWSKI Stanislav, prof.dr				x
60. ĐAJIĆ Matija, dipl.ing.	x	x		
61. ĐAKOVIĆ Ambroz, dipl.ing.				o
62. ĐURAŠEVIĆ Vlado, dipl.ing.				x
63. EMROVIĆ Borivoje, prof.dr	x			
64. ETTINGER Zvonimir, dr	x	x	x	x

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981 1985
65. FANTONI Raimond, prof.ing.	x			
66. FIGURIĆ Mladen, prof.dr		x	x	x
67. FRKOVIĆ Ivan, dipl.ing.				o
68. FUČKAR Zdravko, mr		x	x	x
69. FRANČIŠKOVIĆ Stjepan, dr	x			
70. GALIJAN Biserka, dipl.ing.			x	o
71. GEORGIJEVIĆ Zoran, mr				o
72. GLEMZA Ilonka, dipl.ing.				x
73. GLAVAČEVIĆ Pavao, dipl.ing.			x	
74. GLEZINGER Vladimir, dipl.ing.	x		o	
75. GOGER Nikola, dipl.ing.		x		
76. GOLUBOVIĆ Uroš, dr	x			
77. GOLJA Vlado, dr mr				x
78. GOTOVAC Ivan, dipl.ing.				o
79. GOVORČIN Slavko, dipl.ing.			x	x
80. GRAF Vladimir, mr			x	x
81. GRAHLI Mirko, dipl.ing.			o	o
82. GRBAC Ivica, mr			o	x
83. GREGIĆ Marko, dr mr	x	x	x	x
84. GRGURIĆ Svetozar, dipl.oec.	x	x		
85. GRLADINOVIĆ Tomislav, dipl.ing.				x
86. GROSS Antun, ing.	x		o	x
87. GUČUNSKI Dragica, prof.dr				o
88. GURDA Safet, dipl.ing.				o
89. GUŠTIN Branko, dipl.ing.		x	o	x
90. HAJDIN Vladimir, dipl.ing.				x
91. HAJEK Zlatko, mr				x
92. HALADIN Stjepan, dipl.ing.				o
93. HALUSEK Franjo, dipl.ing.		x	x	x
94. HAMM Đuro, prof.ing.	x	x	x	x
95. HENICH Darinka, mr			o	x
96. HERAK Vladimir, dipl.ing.		x	x	x

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1980- 1985
97. HERLJEVIĆ Nikola, dipl.ing.	x	x		
98. HERLJEVIĆ Rudolf, dipl.ing.			o	x
99. HITREC Vladimir, dr mr		x	x	x
100. HLEVNJAK Magda, teh.sur.			x	x
101. HODOBA Danilo, dipl.ing.				o
102. HORVAT Bosiljka, dipl.oec.	x			
103. HORVAT Dubravko, mr				x
104. HORVAT Ivan, dipl.ing.				o
105. HORVAT Ivo, prof.dr	x	x	x	x
104. HORVAT Josip, dipl.ing.				o
105. HORVAT Zdravko, dipl.ing.			o	x
106. HORVATIĆ Dubravka, dipl.ing.				o
107. HORVATIĆ-WEBER Vera, viši teh.	o	o	o	o
108. HREN Zvonimir, dipl.ing.		x		
109. HRIBAR Josip, prof.dr	x		o	o
110. ILIĆ Andrija, novinar	x	x	x	x
111. ILIĆ Mirko, prof.dr			o	x
112. ISAK Emir, dipl.ing.				o
113. IVANČIĆ Marijan, dipl.ing.				x
114. JAHIĆ Jadranko, dipl.ing.				o
115. JAKOVAC Ivan, dipl.ing.			x	x
116. JAKOVAC Hranislav, dipl.ing.	o	o	x	x
117. JAMEDŽIJA Duško, dipl.ing.				o
118. JAZBEC Martin, ing.			x	x
119. JELIĆ Ivan, dipl.ing.				o
120. JERŠIĆ Radoslav, dipl.ing.			x	x
121. JIROUŠ Branko, dipl.ing.			o	x
122. JURJEVIĆ Miljenko, dipl.ing.			x	
123. KAIĆ Milan, doc.dr		o	o	x
124. KALER Jerko, dipl.ing.	x		x	
125. KAPIĆ Mustafa, dipl.ing.	x			
126. KATOVIĆ Zvonko, dr				o

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985
127. KIŠPATIĆ Josip, prof.dr	x			
128. KLEKAR Josip, dipl.ing.				o
129. KLJAJIĆ Filip, dipl.ing.				x
130. KNEŽEVIĆ Petar, ing.			x	x
131. KOMAC Mladen, mr			o	x
132. KOŠTAR Vlado, dipl.ing.				o
133. KOVAČ Ivan, dipl.ing.			x	x
134. KOVAČ Jože, prof.dr				x
135. KOVAČEVIĆ Edo, dipl.ing.		x		
136. KOVAČEVIĆ Milan, dr	x	o	x	x
137. KOVAČEVIĆ Slavko, dr	x	x	x	x
138. KOVAČEVIĆ Željko, prof.dr	x			
139. KOVAČIĆ Ninoslav, dipl.ing.				o
140. KRAJNOVIĆ Dubravka, prof.				o
141. KRIŽAN E. dipl.ing.				o
142. KRIŽANIĆ Berislav, dipl.ing.	x	x	x	x
143. KRPAN Ante, mr				o
144. KRPAN Juraj, prof.dr	x			
145. KRZNARIĆ Ivan, dipl.ing.				o
146. KUČERA Rudolf, dipl.ing.			o	x
147. KUGLER Miroslav, prof.	x			
148. KUJEVIĆ Boško, prof. dr				x
149. KUJUNDEIĆ Nedjeljko, doc.dr				o
150. KUKOLJ Svetko, dipl.ing.				o
151. KUKULJ Božidar, dipl.ing.				o
152. KUNKERA Dominik, dipl.ing.			o	o
153. LUBURA Hrvoje, dipl.ing.				
154. LAPAINE Božidar, mr				x
155. LAUFENBERGER Theodore, dipl.ing.				o
156. LAUFER Ferdo, mr.			o	x

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985
157. LECHPAMER Erich, dipl.ing.	x			
158. LEICHER Srečko, dipl.ing.	x			
159. LENDEL K. dipl. ing.	x		x	
160. LENIČ Jože, prof.dr			x	x
161. LeVAN Susan, dipl.ing.				o
162. LIKER Ivan, mr			o	x
163. LOGAR Anika, dipl.ing.			o	x
164. LONČAR Jovo, dipl.ing.			x	
165. LONČARIĆ Marija, dipl.ing.	x			
166. LOVRAK Luka, dipl.ing.				o
167. LOVRIĆ Ninoslav, prof.dr	x	x	x	x
168. LUKIĆ Konstantin, dipl.ing.				o
169. LJULJKA Boris, prof.dr	x	x	x	x
170. MAČEŠIĆ Božidar, dipl.ing.	x	x		
171. MAĐARAC Petar, dr	x	x	o	x
172. MAMIĆ Filip, dipl. ing.			o	x
173. MANDIĆ Mladen, dipl.ing.				x
174. MARAS Drago, mr			o	x
175. MARKEŠ Miroslav, dipl.ing.				x
176. MEĐUGORAC Karlo, mr	x	x		x
177. MEĐUREČAN Vjekoslav, mr			x	x
178. MENSUR Bamija, dipl.ing.				o
179. MERZELJ F. mr				o
180. MIČUDA Ivan, ing.	x	o		
181. MIHEVC Vekoslav, prof.dr			x	x
182. MILETIĆ S. teh.sur.			x	
183. MILINOVIĆ Ivica, mr		x	x	x
184. MIKULIĆ Josip, dr				x
185. MIKUŠKA Jožef, doc.dr				o
186. MISILO Petar, dr			o	x
187. MLADINIĆ Stanko, dipl.ing.				o
188. MOLNAR Franjo, dipl.ing.				o

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985
189. MORNAR Vedran, dipl. ing.				o
190. MRAWUNAC Pavao, mr			o	x
191. MRVELJ Mato, dipl.ing.				o
192. MRVOŠ Nikola, mr		x	x	x
193. MUHAMEDAGIĆ Smail,dipl.ing.			o	x
194. NERALIĆ Josip,dipl.ing.				o
195. NIKOLIĆ Momir,prof.dr.				x
196. NIKOLIĆ Mihajlo,prof.dr				o
197. NONKOVIĆ Tode,dipl.ing.			x	o
198. OBRAZ Roman,prof.dr				x
199. OPAČIĆ Ivan,prof.dr	x	x	x	x
200. OREŠĆANIN Dušan,prof.dr			x	x
201. OREŠKOVIĆ Mile,dipl.ing.	x	x	x	x
202. OSTOJIĆ Ljuban, ing.				o
203. OTOPAL Zlatko, dipl.ing.				o
204. PANJKOVIĆ Ilija,dipl.ing.			o	x
205. PARADŽIK Ivo, dipl.ing.				o
206. PAŠALIĆ Zdravko,dipl.ing.				o
207. PAVEŠIĆ Mladen, dipl.ing.			o	x
208. PAVLIN Zdenko, prof.dr	x	o	x	x
209. PENZAR Franjo, dr			x	o
210. PETERNEL Josip,dipl.ing.	x			
211. PETRAK Marko, mr			o	o
212. PETRAK Nikola, mr			x	o
213. PETRIĆ Božidar,prof.dr	x	x	x	x
214. PETRIĆ Zdenko, mr			o	x
215. PETRIČEVIĆ Vlado,dipl.ing.				o
216. PETROVIĆ Stjepan, mr	x	x	x	x
217. PEVEC Željko,dipl.ing.				o
218. PETRUŠA Nevenko, mr			x	o
219. PILJAC Donat,dipl.ing.			o	o
220. PIRKMAJER Saša,dipl.ing.			o	x

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985
221. PIZENT Željko, dipl.ing.				x
222. PLAVŠIĆ Miljenko, prof.dr	x			
223. POPP Ivan, dipl.ing.	x	x	o	
224. POTOČIĆ Zvonimir, prof.dr		x	o	x
225. PREKRAT Silvana, dipl.ing.				o
226. PREMELIĆ Zvonko, dipl.ing.				x
227. PREVC Eduard, dipl.ing.				x
228. PRIMORAC Miljenko, mr			x	x
229. PRKA Tomislav, dr mr		x	x	x
230. PUTRA Božidar, dipl.ing.			o	o
231. PURGAR Zlatko, dipl.ing.			o	x
232. PUZAK Dragutin, teh.sur.			x	x
233. RAČKI Željko, mr			o	x
234. RAČIĆ Petar, dipl.ing.				o
235. RADOŠ Marenka, mr				x
236. RAŠIĆ Miloš, ing.	x	x	x	x
237. REČIĆ Zdenko, dipl.ing.				o
238. REDŽIK Avdo, prof.dr				o
239. REIMER, R. dr				o
240. REPE Jakob, dipl.ing.				o
241. RIĐIĆ Tomislav, dipl.ing.				o
242. ROBOTIĆ Jelena, dipl.ing.				o
243. ROBOTIĆ Vladimir, dipl.ing.				x
244. ROBOTIĆ Tomislav, dipl.ing.				x
245. ROKOŠ Zvonko, dipl.ing.	x			
246. ROKSANDIĆ D., dipl.ing.		x	x	x
247. SABADI Rudolf, prof.dr		x	x	x
248. SABADOŠ-ŠARIĆ Ana, prof.dr.	x			
249. SABO Josip, dipl.ing.				o
250. SAJKO Ivan, dipl.ing.	x			
251. SALAH Eldien Omer, dr			x	x
252. SALIHOVIĆ Hasim, dipl.ing.				o

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1980- 1985
253. SALOPEK Dalibor, dipl.ing.		x	x	x
254. SAMOHOD Ante, dipl.ing.				o
255. SCOTTI Nera, doc.dr				o
256. SENIĆ Radomir, prof.dr				x
257. SERTIĆ Vladimir, doc.dr			x	x
258. SEVER Stanislav, prof.dr	x	o	x	x
259. SINKOVIĆ Božidar, dipl.ing.		x	x	x
260. SIRK Tone, dipl.ing.				x
261. SKOPAL Bogdan, prof. dr				o
262. SMAILAGIĆ Muhad, dipl.ing.				o
263. SMOLČIĆ-ŽERDIK Zora, prof.dr	x		o	o
264. SOLINA Nna, dipl.ing.				o
265. STEFANOVIĆ Stevan, prof.dr				o
266. STIPETIĆ Ivan, mr			x	x
267. STJEPČEVIĆ Ilija, dipl.ing.			x	x
268. STUBIČANIN Evica, dipl.ing.				o
269. STUPAR Zdravko, dipl.ing.				o
270. SUIĆ Davor, dipl.ing.			x	x
271. ŠAJKOVIĆ Anđelka, prof.				o
272. ŠALOVAC Ivan, mr	x			
273. ŠČUKANEC Velimir, mr		o	x	o
274. ŠEGOTIĆ Ksenija, mr			o	o
275. ŠILINGER Oto, viši teh.	x	x	x	
276. ŠIPUŠ Mihovil, dipl.ing.	x			
277. ŠONJE Željko, dipl.ing.			x	o
278. ŠOŠKIĆ Borislav, doc.dr				x
279. ŠOŠTARIĆ Antun, dipl.ing.				o
280. ŠPOLJAR Rudolf, dipl.ing.			x	x
281. ŠPOLJARIĆ Zvonimir, prof.dr	x	o	o	o
282. ŠTAJDUHAR Franjo, dipl.ing.	x	x	x	x
283. ŠTALEC Janez, mr				o
284. ŠTAKIĆ Mladen, dipl.ing.			o	o
285. ŠTAMBUK Mario, dipl.ing.			x	x
286. ŠTORGA Natalija, dipl.ing.			x	o

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985
287. ŠTRIKER Rikard, dipl.ing.	x	x		
288. ŠVAMUDOVIĆ Ivan, dipl.ing.				o
289. TARNOVSKY Eduard, dipl.ing.			x	
290. TATOLOVIĆ Marina, dipl.ing.				x
291. TKALEC Stjepan, mr		x	x	x
292. TOMANIĆ Simeun, prof.dr	x			
293. TONKOVIĆ Ivan, dipl.ing.			o	o
294. TOMAŠEVIĆ Josip, dipl.ing.		x	x	x
295. TOMAŠEVSKI Stanko, dipl.ing.		x	o	
296. TOMAŠKOVIĆ Ivan, dipl.ing.				o
297. TOMLJENOVIĆ Žarko, dr				o
298. TORELLI Niko, prof.dr				o
299. TOSENBERGER Antun, dipl.ing.			o	x
300. TRATNIK Mirko, prof.dr				o
301. TREZNER Ante, dipl. ing.				o
302. TRINIĆ Đurđica, dipl.ing.				o
303. TURKULIN Hrvoje, dipl.ing.				x
304. TUSUN Dinko, prof.		x	x	x
305. UGRENOVIĆ Aleksandar, akademik	x			
306. UIDL Nada, dipl. ing.	x		o	x
307. UNUKIĆ Marko, dipl.ing.	x			
308. VASILJEVIĆ Nikola, mr			o	o
309. VESELAK Mladen, dipl.ing.				o
310. VIRAG Zdravko, dipl.ing.				o
311. VRAANKO A. dipl. ing.				o
312. VRANKOVIĆ Nikola, mr				o
313. VUČELJIĆ Mojsije, mr			x	x
314. VUČENIK Martin, dipl.ing.				o
315. VUČINIĆ Milorad, dipl.ing.				x
316. VUNDERLICH Ivo				o
317. WOLF Viktor, dipl. ing.				o
318. ZORIĆ Slavomir, doc.dr				x

Prezime i ime	R a z d o b l j e			
	1950- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985
319. ZUPČEVIĆ Ramiz, prof.dr		x	x	x
320. ŽIVKOVIĆ Anđelko, mr			o	o
321. ŽIVKOVIĆ Milomir, dipl.ing.				o
322. ŽIŽIĆ Josip, mr			o	o
323. ŽUŽEK Josip, dipl. ing.	x			
Autora objavljenih radova	75	52	92	138
Istraživača suradnika	-	14	54	129