

*Prof. dr. sc. Mladen Figurić, Darko Motik, dipl. ing.
Šumarski fakultet Zagreb*

Drvnotehnoške znanosti-struktura i trendovi

Wood-technological sciences-structure and trends

Prethodno priopćenje

Prispjelo: 5. 06. 1995. • Prihvaćeno: 8. 06. 1995. • UDK 634*945.31

SAŽETAK • *Budući da se procesi znanstvenog i tehničko-tehnološkog napretka i u području drvnotehnoloških znanosti intenziviraju i ubrzavaju, događaju se kvalitativne i strukturne promjene. Zbog tih razloga ovaj je rad pokušaj traženja odgovora na pitanja kakvi su trendovi razvoja na osnovi sagledanja u dinamici jednog razdoblja.*

Provđena istraživanja u drvitehnološkim znanostima pokazuju da će sljedećih godina nastati značajne strukturne promjene. Rezultati su pokazali da je potrebno redefinirati drvitehnološku znanost, stavljajući je u kontekst razvoja tehnike i tehnologije te uporabe drva.

Analizirana je struktura znanstvenoistraživačkih radova i njihovi trendovi. Istraživanja su provedena prema broju diplomskih radova i njihovu usmjerenu, a zatim prema broju magistrskih i doktorskih radnji. Također je provedena analiza strukture ujedinjenih znanstvenih radova i istraživačkih trendova unutar pojedinih subpodručja. Usto su radovi klasificirani prema postojećoj podjeli: znanost o drvu, pilanska prerađba drva, ploče i kemijska prerađba drva, konstrukcije i finalna obrada drva, organizacija proizvodnje i ostali radovi definirani kao primjene osnova tehnike u drvnoj tehnologiji.

Ključne riječi: biotehničke znanosti, drvnotehnološke znanosti, struktura, trendovi.

SUMMARY • Along with the general increase and intensification of scientific and technological processes, we are witnessing favourable structural changes in the field of wood technology as well. This paper is therefore an attempt to explain the development trends based on the dynamics of a particular period of time.

The research carried out in the wood-technological sciences has shown that in future years considerable structural changes will take place. The results have shown that a redefinition of wood- technological sciences will have to take place so that it will have to be put into the context of technological development and practical use of wood.

The structure of scientific work and its trends have been analyzed. The research has been carried out according to the number of diploma theses and the main courses taken and

according to the number of master's and doctor's theses. Likewise, the structure of published scientific papers has been analyzed as well as the research trends within the individual subordinate fields. In addition, the papers have been classified in the usual way: the science of wood; sawmill wood processing; manufactured boards and chemical wood processing; structures and final wood processing; production organization and other operations defined as the applications of basic wood technological techniques.

As a result, a need for redefinition of wood-technological sciences has emerged together with the need for a new systematization of the subordinate fields of work. The results of the application of the wood-technological sciences in practice, which took place together with the presented research, have been published in a separate publication.

Key words: biotechnical sciences, wood technological sciences, structure, trends

1. UVOD

1. Introduction

U sklopu provedenih istraživanja o znanstvenim područjima, što ih je obavilo Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske, istraživanja su provedena na makrorazini: prirodne, tehničke, medicinske, humanističke, društvene i biotehničke znanosti. Sažeti rezultati prikazani su na slici 1, iz koje se vidi broj i udio registriranih znanstvenika prema znanstvenim područjima, te broj znanstvenoistraživačkih projekata i njihov udio prema područjima (sl. 2). Detaljnijim razmatranjem uočljivo je (sl.3) da su drvnotehnološke

znanosti svrstane u šumarstvo i hortikulturu te da u ukupnom broju znanstvenika sudjeluju sa 1,529 % (123 : 8043). Kako na tom području ima 25 aktivnih znanstvenika kojima je specijalnost drvna tehnologija njihov je postotni udio 0,311 % (25 : 8043).

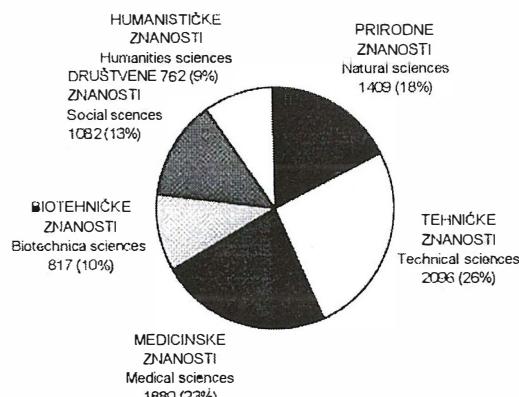
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

2. Aims of research

Na osnovi tih podataka, u ovim su istraživanjima postavljeni ciljevi istražiti mjesto, ulogu, značenje, strukturu i trendove razvoja drvnotehnološke znanosti. Dobiveni rezultati

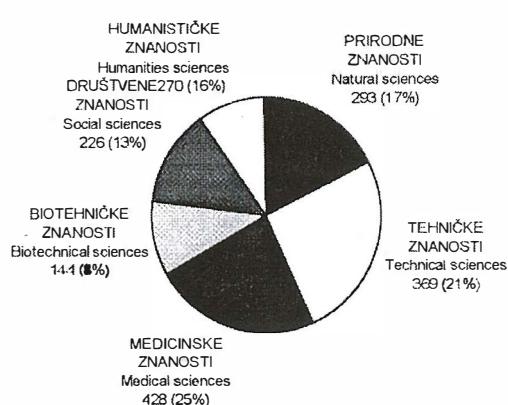
Slika 1.

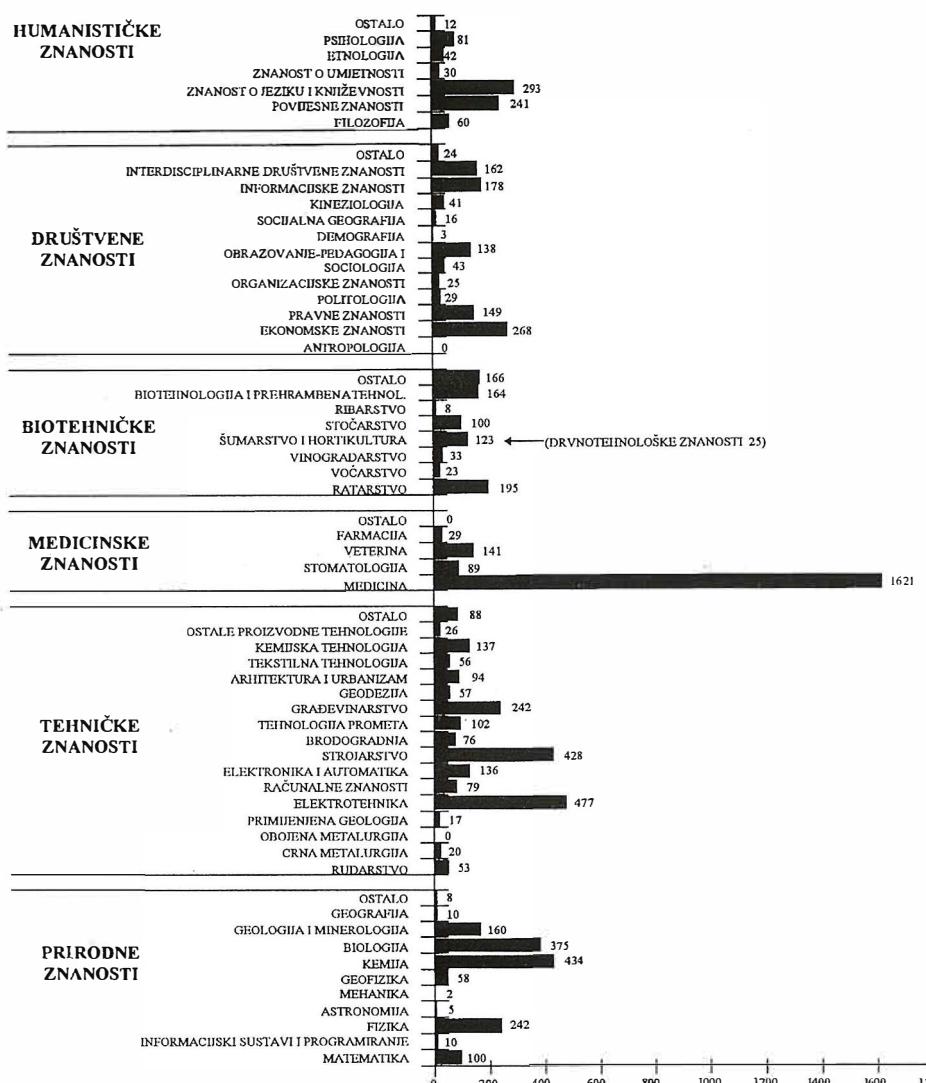
Znanstvenici po znanstvenim područjima (ukupno 8 046 znanstvenika) •
Scientists per scientific field (total 8,046 scientists)



Slika 2.

Projekti po znanstvenim područjima (ukupno 1 730 projekata) • Projects per scientific field (total 1,730 projects)





Slika 3.

Znanstveni po granama znanosti (ukupno 8 046) •
Scientists per science branch (total 8,046)

istraživanja poslužit će kao osnova za definiranje mesta i uloge drvnotehnološke znanosti unutar novih znanstvenih područja.

3. METODA ISTRAŽIVANJA

3. Research method

Metoda istraživanja prilagođena je navedenim ciljevima istraživanja i podijeljena na sljedeće faze:

3.1. definiranje drvnotehnološke znanosti,

3.2. istraživanje strukture znanstvenoistraživačkih radova i trendove na osnovi postojeće podjele po specifičnim ograncima,

3.3. provedba kritičke analize postojećeg stanja i izrada novog prijedloga definicija drvnotehnoloških znanosti koji odgovara strukturalnim promjenama i trendovima

3.1. Definicija drvnotehnoloških znanosti 3.1. Definition of wood-technological sciences

Kako je ovaj rad pokušaj prikaza razvoja znanstvenoistraživačkog rada u području

drvne tehnologije na osnovi interpretacije premlisa i dilema u razvoju uporabe drva i razvoja drvne tehnologije u 21. stoljeću, ovim se prikazom pokušava obuhvatiti širok raspon mnogih tema i mogućih dostignuća biotehničke znanosti, što ih čini specifično jedinstvo međudjelovanja prirodnih i tehničkih znanosti. Upravo je ta složenost međudjelovanja jedan od razloga opstojnosti i razvoja drvnotehnološke znanosti u sklopu razvoja biotehničkog znanstvenog područja kao jedne od temeljnih znanstvenih disciplina. Drvna tehnologija definira kao integrirana primjena prirodnih i tehničkih znanosti radi proizvodnje predmeta od obnovljivih prirodnih resursa - drva. Specifičnost te znanstvene grane je u tome što se osim područja razvoja novih proizvoda na osnovi drva i drvnih materijala bavi i proizvodnim tehnologijama koje su primjerene zahtjevima biomaterijala.

Usto je potrebno istaknuti postojeću podjelu drvnotehnoloških znanosti na ove ogranke (slična je podjela provedena i u poslijediplomskoj nastavi, osim u kemijskoj

preradbi drva):

1. Znanost o drvu,
2. Pilanska obradba drva,
3. Ploče i kemijska preradba drva,
4. Konstrukcije i finalna obradba drva,
5. Organizacija proizvodnje,
6. Osnove tehnike u drvnoj tehnologiji.

U ogranku Znanost o drvu obuhvaćene su anatomija drva, tehnološke karakteristike drva, kemija drva i zaštita drva.

U ogranku Pilanska obradba drva obuhvaćene su discipline primarna i sekundarna pilanska obradba drva te hidrotermička obradba drva.

U ogranku Ploče i kemijska preradba drva obuhvaćeni su furniri, ploče i kemiska preradba drva.

U ogranku Konstrukcije i finalna obradba drva obuhvaćene su konstrukcije proizvoda od drva, dizajn, tehnologija proizvodnje namještaja, tehnologija proizvodnje

građevne stolarije i površinska obradba drva.

U ogranku Organizacija proizvodnje obuhvaćene su discipline organizacija proizvodnje, upravljanje proizvodnjom, ekonomika proizvodnje i trgovina drvom i drvnim proizvodima.

U ogranku Osnove tehnike u drvnoj tehnologiji obuhvaćene su sve ostale discipline koje su tehnička podrška navedenim ograncima. To su prije svega osnove strojarstva, elektrotehnika, radni strojevi za obradu drva te primjena matematičkih metoda u drvnoj tehnologiji.

3.2. Istraživanje strukture i trendova

3.2. Research on structure and trends

Istraživanje strukture i trendova obavljeno je na dvije razine: na razini drvnotehnoloških znanosti općenito i prema pojedinim ograncima. Proučene su ove strukture i trendovi:

3.2.1 broj diplomiranih inženjera i

Tablica 1

Broj inženjera koji su diplomirali na pojedinom ogranku • Number of engineers graduated from a particular course of studies

Ogranak Course Šk. godina School year	Ogranak Konstruk- cije i finalna obrada drva Course Structures and final wood processing	Ogranak Ploče i kemijska preradba drva Course Manufactu- red boards and chemical wood processing	Ogranak Pilanska obradba drva Course Sawmill wood proces- sing	Ogranak Znanost o drvu Course The science of wood	Ogranak Organiza- cija proizvodn- je Course Produc- tion organizat- ion	Ogranak Osnove tehnike Course fundame- ntals of technical sciences	Ukupno Total	
1986/87.	broj No.	24	6	2	3	15	2	52
	%	46,2	11,5	3,8	5,8	28,9	3,8	100%
1987/88.	broj No.	38	7	4	0	19	4	72
	%	52,8	9,7	5,6	0	26,3	5,6	100%
1988/89.	broj No.	33	14	8	3	23	13	94
	%	35,1	14,9	8,5	3,2	24,5	13,8	100%
1989/90.	broj No.	20	17	0	2	19	1	59
	%	33,9	28,8	0	3,4	32,2	1,7	100%
1990/91.	broj No.	21	26	7	1	18	2	75
	%	28,0	34,7	9,3	1,3	24,0	2,7	100%
1991/92.	broj No.	23	8	4	3	17	3	58
	%	39,7	13,8	6,9	5,2	29,2	5,2	100%
1992/93.	broj No.	14	7	5	1	24	0	51
	%	27,5	13,7	9,8	2,0	47,0	0	100%
1993/94.	broj No.	6	5	3	1	20	4	39
	%	15,4	12,8	7,7	2,6	51,2	10,3	100%
Ukupno Total	broj No.	179	90	33	14	155	29	500
	%	35,8	18,0	6,6	2,8	31,0	5,8	100%

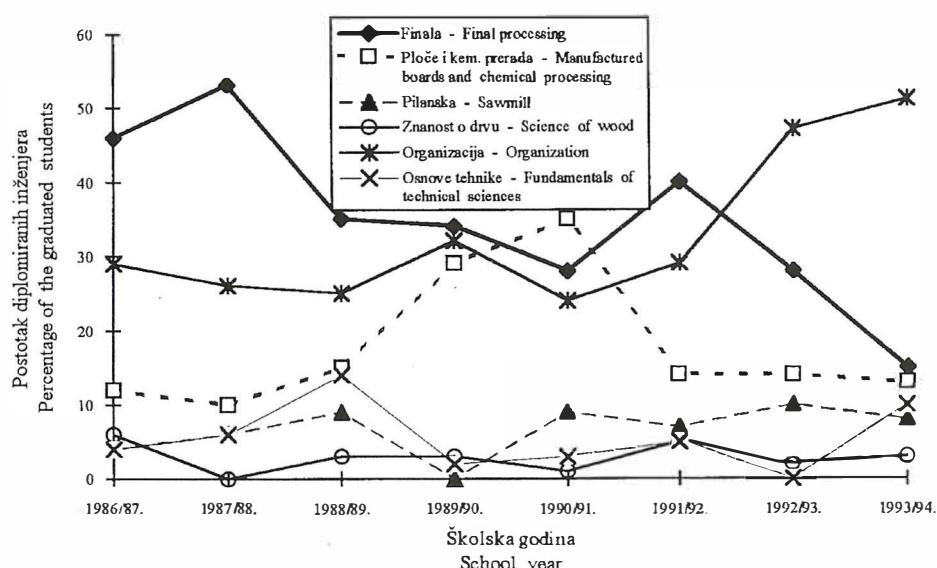
inženjera po školskim godinama (kao mjerilo je uzet broj odobrenih radova) (tabl. 1; sl. 4. i 5),

3.2.2 broj magistara znanosti po školskim godinama (kao mjerilo je uzet broj odobrenih radova) (tabl. 2),

3.2.3. broj doktora znanosti po škol-

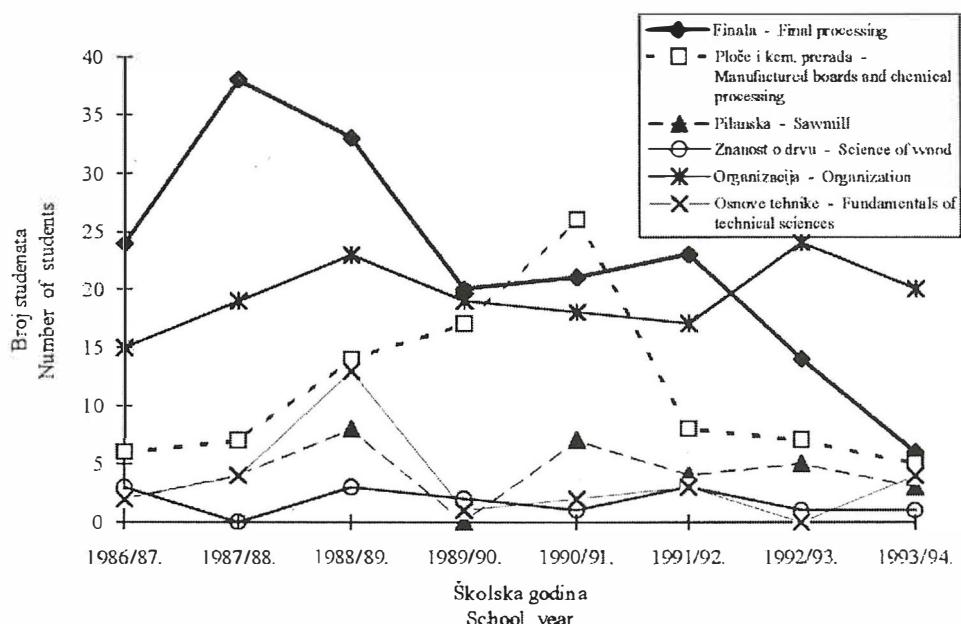
skim godinama (kao mjerilo je uzet broj prijavljenih i odobrenih disertacija) (tabl. 3),

3.2.4. broj znanstvenih radova po projektima koje je odobrilo Ministarstvo znanosti po školskim godinama (kao mjerilo su uzeti izvještaji istraživača krajem godine) (tabl. 5; sl. 7).



Slika 4.

Postotak diplomiranih inženjera na pojedinim ograncima • Percentage of graduated engineers on particular course of studies



Slika 5.

Broj inženjera koji su diplomirali na pojedinim ograncima • Number of engineers graduate from a particular course of studies

Tablica 2.

*Broj magistara
znanosti koji su prijavili
magisterij i magistrirali
na pojedinim ograncima
• Number of Msc degrces
eornes in a pasticular
course*

Ogranak Course Šk. godina School year		Ogranak Konstruk- cije i finalna obrada drv Course Structures and final wood processing	Ogranak Ploče i kemijska preradba drv Course Manufacture d boards and chemical wood processing	Ogranak Pilanska obradba drv Course Sawmill wood proce- ssing	Ogranak Znanost o drvu Course The science of wood	Ogranak Organiza- cija proizvod- nje Course Productio- n organiza- tion	Ogranak Osnove tehnike Course fundame- ntals of technical sciences	Ukupno Total
1986/87.	broj No.	3	0	0	1	2	0	6
	%	50	0	0	17	33	0	100%
1987/88.	broj No.	0	1	0	0	1	0	2
	%	0	50	0	0	50	0	100%
1988/89.	broj NO.	4	1	2	0	1	0	8
	%	50	12,5	25	0	12,5	0	100%
1989/90.	broj No.	1	1	3	0	0	0	5
	%	20	20	60	0	0	0	100
1990/91.	broj No.	1	0	2	0	5	0	8
	%	12,5	0	25	0	62,5	0	100%
1991/92.	broj No.	1	0	0	1	0	0	2
	%	50	0	0	50	0	0	100%
1992/93.	broj No.	2	0	2	0	1	0	5
	%	40	0	40	0	20	0	100%
1993/94.	broj No.	1	0	2	1	1	1	6
	%	16,5	0	34	16,5	16,5	16,5	100%
Ukupno Total	broj No.	13	3	11	3	11	1	42
	%	31	7	26	7	26	3	100%

Ogranak Course Šk. godina School year		Ogranak Konstruk- cije i finalna obrada drva Course Structures and final wood processing	Ogranak Ploče i kemijska preradba drva Course Manufactured boards and chemical wood processing	Ogranak Pilanska obradba drva Courses Sawmill wood processin g	Ogranak Znanost o drvu Course the science of wood	Ogranak Organiza- cija proizvodn je Courses Productio n organizat ion	Ogranak Osnove tehnike Course Fundame ntals of technical sciences	Ukupno Total
1986/87.	broj No.	0	0	1	0	0	0	1
	%	0	0	100	0	0	0	100%
1987/88.	broj No.	0	2	0	0	1	0	3
	%	0	67	0	0	33	0	100%
1988/89.	broj No.	1	1	0	0	1	0	3
	%	33	33	0	0	33	0	100%
1989/90.	broj No.	1	0	0	0	0	0	1
	%	100	0	0	0	0	0	100%
1990/91.	broj No.	1	0	0	1	1	0	3
	%	33	0	0	33	33	0	100%
1991/92.	broj No.	0	0	0	0	1	0	1
	%	0	0	0	0	100	0	100%
1992/93.	broj No.	3	0	2	0	3	0	8
	%	37,5	0	25	0	37,5	0	100%
1993/94.	broj No.	0	0	0	1	2	2	5
	%	0	0	0	20	40	40	100%
Ukupno Total	broj No.	6	3	3	2	9	2	25
	%	24	12	12	8	36	8	100%

Tablica 3

Broj doktora znanosti koji su prijavili doktorat i doktorirali na pojedinim ograncima • Number of doctorad degrees earned in a particular course

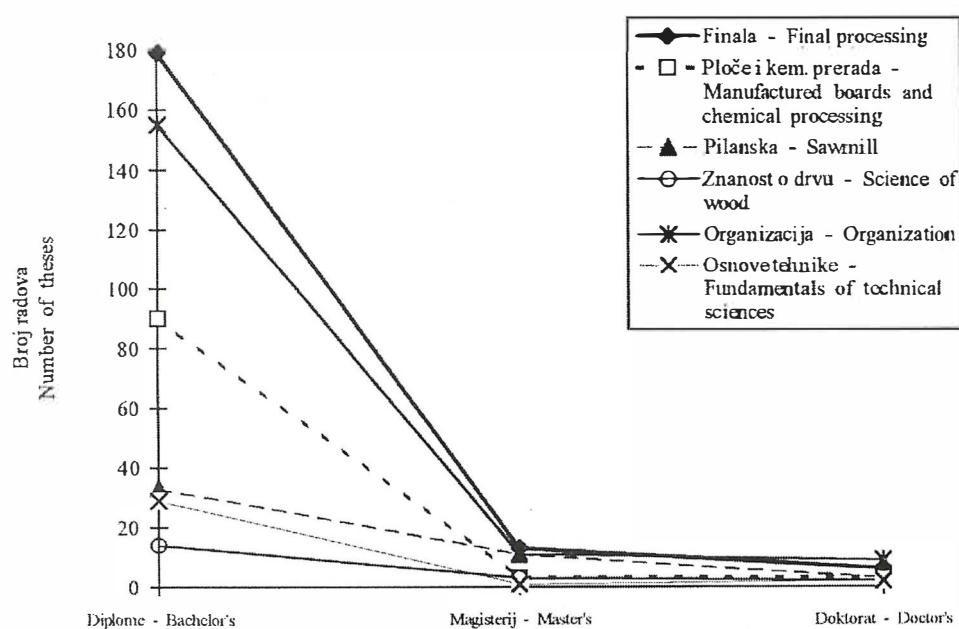
Tablica 4.

Odnos između diploma, magisterija i doktorata za pojedine ogranke • The ratio between bachelor's, master's and doctor's examinations for a particular course

Ogranak Course Godina Year	Ogranak Konstrukcije i finalna obrada drva Course Structures and final wood processing	Ogranak Ploče i kemijska prerada drva Course Manufactured boards and chemical wood processing	Ogranak Pilanska obrada drva Course Sawmill wood processing	Ogranak Znanost o drvu Course The science of wood	Ogranak Organizacija proizvodnje Course Production organization	Ogranak Osnove tehnike Course Fundamentals of technical sciences	Ukupno Total
1986-94.	30:2,2:1	30:1:1	11:3,7:1	7:1,5:1	17:1,2:1	14,5:0,5:1	20:2,1:1

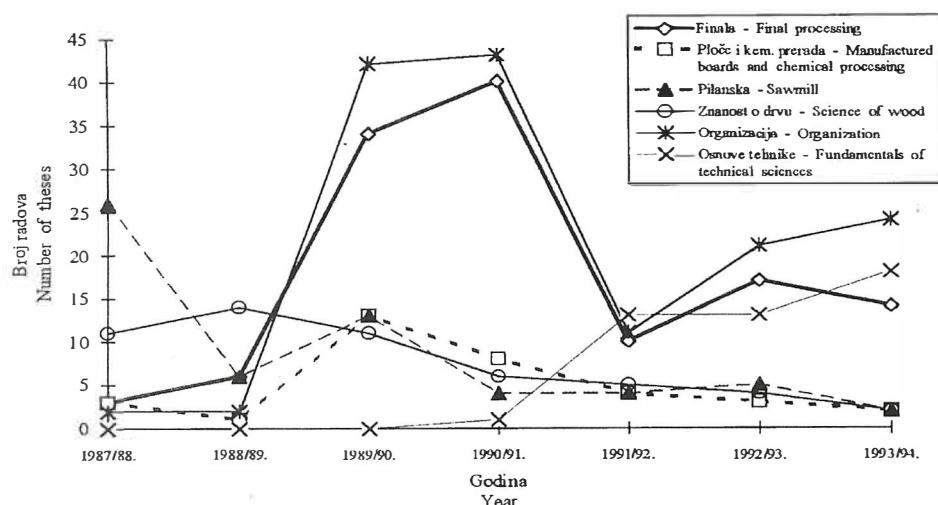
Slika 6.

Odnos između diploma, magisterija i doktorata za pojedine ogranke • The relation between bachelors, masters and doctor's examinations for a particular course



Slika 7.

Dijagram broja radova u sklopu pojedinih ogrankaka po godinama • Number of theses per particular course



Ogranak Course Šk. godina School year		Ogranak Konstrukci je i finalna obrada drva Course Structures and final wood processing	Ogranak Ploče i kemijska preradba drva Course Manufacture d boards and chemical wood processing	Ogranak Pilanska obrada drva Course Sawmill wood process- ing	Ogranak Znanost o drvu Course The science of wood	Ogranak Organiza cija proizvodn je Course Productio n organizat ion	Ogranak Osnove tehnike Course The fundame ntals of technical sciences	Ukupno Total
1987/88.	broj No.	3	3	26	11	2	0	45
	%	7	7	58	24	4	0	100%
1988/89.	broj No.	6	1	6	14	2	0	29
	%	21	3	21	48	7	0	100%
1989/90.	broj No.	34	13	13	11	42	0	113
	%	30	11,5	11,5	10	37	0	100%
1990/91.	broj No.	40	8	4	6	43	1	102
	%	39	8	4	6	42	1	100%
1991/92.	broj No.	10	4	4	5	11	13	47
	%	21	8,5	8,5	11	23	28	100%
1992/93	broj No.	17	3	5	4	21	13	63
	%	27	5	8	6	33	21	100%
1993/94.	broj No.	14	2	2	2	24	18	62
	%	23	3	3	3	39	29	100%
Ukupno Total	broj No.	124	34	60	53	145	45	461
	%	27	7	13	11,5	31,5	10	100%

Tablica 5

*Broj radova na
projektima po pojedinim
ograncima • The number
of theses project-related
per particular course*

4. ZAKLJUČAK

4. Conclusion

Izvorna definicija tehnologije potječe od J. Beckmanna (8). On je 1777. tehnologiju definirao kao sveobuhvatnu znanost o isprepletenosti tehnike, gospodarstva i društva. Ta je definicija duboko smislena i valja je primjenjivati u smislu najopćenitije definicije tehnologije odnosno kao definiciju opće tehnologije. Ona omogućuje prirodno povezivanje tehnike s gospodarstvom i, posebno, s društvom. Definicija je, među ostalim, poduprta i smjernicom Njemačkog udruženja inženjera (VDI-ja) o vrednovanju tehnike iz 1992. g. (8). U toj se smjernici polazi od osnovne ideje da su tehnički i gospodarski ciljevi uvijek u funkciji društvenih ciljeva.

U Leksikonu LZ "Miroslav Krleža" (9) tehnologija je definirana kao znanost o tehničkim postupcima pri preradi sirovina u proizvode. Slično je definira i Klaic. To je vjerojatno najčešća definicija tehnologije. Kukoleča (8) navodi tri definicije tehnologije. Prva se u osnovi podudara s definicijama iz Leksikona LZ-a. Druga u općem smislu označuje svakiradni proces fizičkoga i umnoga

rada u gospodarstvu i izvan njega, a treća označuje tehnologiju kao znanstveno područje koje proučava mehaničke, kemijske, toplinske, termokemijske, elektrokemijske, biokemijske i slične procese, istražuje nove mogućnosti takvih procesa i proučava mogućnosti projektiranja njihova uvođenja u proizvodnju.

Poopćavajući svoja razmišljanja, ute-mljena na sustavnosnoj teoriji tehnike, Ropohl (8) tehnologiju određuje kao znanost o tehničici koja se odnosi na opisno turnaćenje svih aktivnosti vezanih za objekt tehnike. Jasno je da time nisu obuhvaćene sve dostupne definicije tehnologije. Međutim, iz navedenih definicija proizlazi da je u tri od četiri slučaja tehnologija definirana kao znanost. To se, nažalost, i prečesto zaboravlja, pa se tu znanost odvaja od znanosti u cijelini.

Danas se predviđa da je najveća novovjeka nada i najperspektivnija znanost biotehnika. U sljedećim desetljećima bit će nositelj razvoja, kao što je pedesetih godina bila elektronika. Kao buduće perspektivno znanstveno područje, biotehnika, a posebice biotehnologija, već je prošla fazu dokazi-

vanja. Od njegovih se dostignuća očekuju rješenja kako osigurati proizvodnju sirovina ili poluproizvoda iz obnovljivih prirodnih resursa. Drvo kao materijal budućnosti daje niz mogućnosti, a time se potiče i razvoj drvene tehnologije.

Kako će konvencionalni pristup u upravljanju obnovljivim prirodnim resursima tzv. analizom ravnoteže sirovina i njihova plan-ska raspodjela biti odbačeni, razvoj će nužno zahtijevati strukturne promjene u upravljanju prirodnim resursima, pri čemu će se pojavit novi problemi koji će utjecati na razvoj preradbe drva, pa će osnovno usmjerenje u znanstveno-istraživačkom radu biti problem kako se koristiti obnovljivim prirodnim resur-som u postotku manjemu od onoga po kojemu se resursi obnavljaju, kao i novi načini optimi-zacije zaliha obnovljivih prirodnih resursa, što će istraživanjima u drvnog tehnologiji dati nove dimenzije u slijedećim istraživanjima.

a) Zbog vrlo velike potrebe za pločama od usitnjenog drva razvit će se nova obilježja i različiti nekonvencionalni geometrijski oblici ploča, novi načini oplemenjivanja i proizvodnje ploča bez ljepljiva te proizvodnje ploča od recikliranog drva.

b) Promjene u primarnoj prerađbi drva težit će kvalitetnijem piljenju u smislu obradbe drva slijedom logike rasta drva, tzv. radijalnim piljenjem.

c) U uporabi svih vrsta drva (danas u tzv. skupini nekomercijalnog drva). Smatra se da u budućnosti neće postojati nijedna vrsta drva koja se tehnološki neće obrađivati ili prerađivati.

d) U uvođenju sofisticiranih drvnih tehnologija u procesu i vođenju proizvodnje uz podršku računala u modernoj koncepciji tvornice budućnosti u preradbi drva.

e) Istraživanja će se usmjeriti i na produženje trajanja drva i drvnih proizvoda u uporabi, što će zahtijevati nove tehnologije zaštite drva.

f) Kao prvo i osnovno pitanje u proizvodnji finalnih proizvoda postavlja se: Što nam donosi budućnost u stanovanju? Kako će izgledati naš dom poslije 2000. godine?

Predviđa se da će dom postati automatizirani poligon, da će u kuhinje ući visokosofisticirane tehnologije, da će se obitelj ponovno okupljati. Takva predviđanja moraju biti popraćena novim proizvodima i konstrukcijama. Očekuje se da će čovjek težiti uporabi biomaterijala. Pritom je drvo s današnjeg stupnja znanja nezamjenjivo. Ekološki trendovi već danas su prevladavajući trendovi u proizvodnji predmeta od drva i pratećih materijala.

Iako postoji određeni strah da će drvo

na mnogim područjima biti zamijenjeno novim, nekonvencionalnim materijalima, postoje i prepostavke, jednako vrijedne, da će drvo postati konkurent drugim konvencionalnim materijama na područjima na kojima se danas ne primjenjuje.

Na osnovi tih općih definicija, kao i definicije dane u poglavlju 2, i previđanje tokova razvoja proizvoda, stručnjaka i drvnotehnoloških trendova u idućem stoljeću više je nego nužnost za sve znanstvenike, gospodarstvenike, poslovne ljudе, političare, a i za svakoga od nas posebno. Pitanja se sama nameću: što nam donose nove visokosofisticirane tehnologije u preradbi drva? Kako će drvna tehnologija pratiti nagli razvoj znanosti i biotehnike u cijelom svijetu? Kakva su znanja i kakvo obrazovanje potrebni za svladavanje i upoznavanje svih mogućih i sagledivih područja uporabe drva? Gdje je mjesto i uloga uporabe drva u upravljanju obnovljivim prirodnim resursima u budućnosti?

U tim procjenama futurolog mora biti elastičan, oslobođen duhovne krutosti, pretjerana optimizma, ali i pesimizma, prenaglašena zastupanja određenih stajališta, ideoološkog dogmatizma i različitih interesa koji bi iskrivili prosudbu. Zbog svega toga ovaj rad treba prihvati kao pokušaj spoznavanja razvoja drvnotehnološke znanosti, sa svim pozitivnim i negativnim konotacijama kojih su autor svjesni i daju ih na uvid javnosti.

Istražujući strukture i trendove radova u drvnotehnološkoj znanosti u proteklih osam godina, kao i trendove u praksi, zaključujemo da se između pojedinih ograna drvnotehnološke znanosti gube navedene podjele te da se drvnotehnološka znanost praktično razvija u dva ogranka: u znanost o drvu i u drvnotehnološko inženjerstvo.

LITERATURA Literature

1. Asimov, I. 1985: *Living in the future*, New English Library, London.
 2. Clarke, C. A. 1976: *Profilii budućnosti*, Stvarnost, Zagreb.
 3. Made, J. 1990: *Inteligentna ekonomска politika*, Cekade, Zagreb.
 4. Naisbitt, J. 1985: *Megatrendovi*, Globus, Zagreb.
 5. Teich, A. 1972: *Technology and man s future*, St. Martin s Press, New York.
 6. ***1963: *Šumarska nastava u Hrvatskoj*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
 7. ***1986-1995: *Izvještaji istraživača*, ZIDI, Šumarski fakultet - Zagreb.
 8. *** 1986-1995: *Godišnji izvještaji Šumarskog fakulteta*, Zagreb.
 9. ***1968: Leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb. 1968