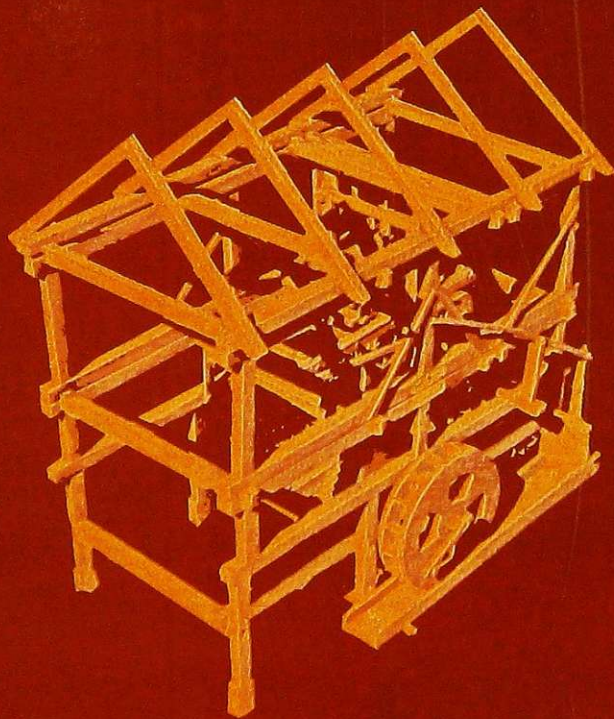


Marijan Brežnjak

# PILANSKA TEHNOLOGIJA DRVA

II - dio



Zagreb, 2000



Marijan Brežnjak

**PILANSKA  
TEHNOLOGIJA  
DRVA**

II - dio

*/SAWMILLING  
TECHNOLOGY/*

*Part II*

**Drvo – taj divni materijal**  
*/Wood – this wonderful material/*  
(M.B.)



UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGREBIENSIS



Izdavač:  
Šumarski fakultet Zagreb  
Svetošimunska 25

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar

Recenzenti: Doc.dr.sc. Tomislav Prka  
Doc.dr.sc. Slavko Govorčin  
Prof.dr.sc. Vlado Goglia  
Prof.dr.sc. Ivica Grbac

Lektori: Marijan Brežnjak (za hrvatski jezik)  
Tamara Jovanović (za engleski jezik)

Crteže izradio:

Zlatko Bihar  
Dr.sc. Stjepan Pervan  
Dipl.ing. Josip Ištvančić

Naslovna stranica:

Dr.sc. Stjepan Pervan  
fotografija: Doc. dr. sc. Slavko Govorčin

Kompjutorska priprema tiska:

Dr.sc. Stjepan Pervan  
Mr.sc. Mladen Brezović

Copyright © Marijan Brežnjak, Zagreb

Objavljivanje ovog sveučilišnog udžbenika odobrio je Senat  
Sveučilišta u Zagrebu - Povjerenstvo za znanstveno - nastavnu  
literaturu odlukom  
br. 02-383/5-1999, od 9. Studenog 1999.

CIP – Katalogizacija u publikaciji  
Nacionalna i sveučilišna biblioteka, Zagreb  
UDK 674\*093 (075.8)  
BREŽNJAK, Marijan

Pilarska tehnologija drva = Sawmilling technology  
/Marijan Brežnjak ; crteže izradio Zlatko Bihar.

-Zagreb : Šumarski fakultet, 1997- . -sv. :  
ilustr., graf. prikazi ; 24 cm.

(Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu =  
Manualia Universitatis studiorum Zagrabiensis)

ISBN: 953 - 6307 - 24 -3 (cjelina)  
Dio 2. – 2000. 215 str.

Bibliografija iza svakog poglavlja. - Kazalo  
ISBN: 953 - 6307 - 43 -X

Tisak: M & D, Zagreb, IV Trnjanske ledine 10



Prof. dr. sc. Marijan Brežnjak, dipl. inž.  
profesor Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

## PILANSKA TEHNOLOGIJA DRVA

2. DIO

/SAWMILLING TECHNOLOGY/

PART II



Šumarski fakultet Zagreb



## SADRŽAJ /CONTENTS/

### PREGOVOR II DIJELU KNJIGE

#### /FOREWORD TO THE SECOND PART OF THE BOOK/

16. PILANSKO POSTROJENJE /SAWMILLING PLANT/.....	1
16.1. Glavni dijelovi pilanskog postrojenja /Main parts of sawmilling plant/.....	1
16.2. Drugi dijelovi pilanskog postrojenja /Other parts of sawmilling plant/.....	3
16.3. Oblik površine pilanskog postrojenja /Shape of the sawmilling plant/.....	4
16.4. Smještaj pilanskog postrojenja /Location of the sawmilling plant/.....	4
16.5. Veličina pilanskog prostora /Size of the sawmilling plant/.....	7
16.6. Kapacitet pilane /Sawmill capacity/.....	8
17. VRSTE PILANA /TYPES OF SAWMILLS/.....	11
17.1. Pilane prema vrsti drva /Sawmills according to wood species/.....	11
17.2. Pilane prema kapacitetu /Sawmills according to capacity/.....	14
17.3. Pilane prema vrsti primarnih strojeva /Sawmills according to head saws/.....	15
17.4. Pilane prema karakteristikama proizvoda /Sawmills according to product characteristics/.....	16
17.4.1. Klasične pilane /Traditional sawmills/.....	16
17.4.2. Namjenske pilane /Dimension stock sawmills/.....	18
17.4.3. Klasično-namjenske pilane /Traditional-dimension stock sawmills/.....	21
18. STOVARIŠTE TRUPACA /LOG YARD/.....	24
18.1. Doprema oblovine na stovarište /Transport of roundwood to the log yard/.....	27



18.2. Istovar oblovine na stovarištu <i>/Unloading of roundwood in the log yard/</i> .....	28
18.3. Izmjera trupaca <i>/Measurement of logs/</i> .....	31
18.4. Krojenje duge oblovine <i>/Cross-cutting of long roundwood/</i> .....	32
18.5. Koranje trupaca <i>/Debarking of logs/</i> .....	35
18.6. Čišćenje trupaca <i>/Cleaning of logs/</i> .....	38
18.7. Odmrzavanje trupaca <i>/Defrosting of logs/</i> .....	39
18.8. Prikraćivanje trupaca <i>/Log end-cutting/</i> .....	41
18.9. Ispravljanje nepravilnog oblika perca trupca <i>/Reduction of irregularly shaped log butt-end/</i> .....	44
18.10. Otkrivanje metalnih predmeta u trupcu <i>/Detection of metallic objects in logs/</i> .....	45
18.11. Orjentiranje trupca <i>/Orientation of logs/</i> .....	46
18.12. Sortiranje trupaca <i>/Log sorting/</i> .....	49
18.13. Transportiranje i slaganje trupaca u složajevе <i>/Transportation and piling of logs/</i> .....	51
18.14. Zalihe trupaca na stovarištu <i>/Reserves of logs in the log yard/</i> .....	61
18.15. Zaštita oblovine na stovarištu <i>/Protection of roundwood in the log yard/</i> .....	62
18.16. Transportni i drugi prostori na stovarištu <i>/Transportation area of the log yard/</i> .....	65
18.17. Ostali objekti na stovarištu trupaca <i>/Other structures in the log yard/</i> .....	66
19. KAPACITET I IZBOR TRANSPORTNIH SREDSTAVA I UREĐAJA NA STOVARIŠTU TRUPACA <i>/CAPACITY AND SELECTION OF TRANSPORTATION MEANS AND OTHER FACILITIES IN THE LOG YARD/</i> .....	68
19.1. Uzdužni lančani transporter za trupce <i>/Longitudinal chain transporter for logs/</i> .....	68
19.2. Portalna i mosna dizalica <i>/Gantry and bridge cranes/</i> .....	70
19.3. Utovarivač, čelni viličar <i>/Loader, fork-lift truck/</i> .....	72



19.4. Uređaj za prikraćivanje debala i trupaca <i>/Device for trimming stems and logs/</i> .....	73
19.5. Stroj za koranje oblovine <i>/Debarking machine/</i> .....	73
19.6. Stroj za kružno reduciranje perca trupca <i>/Machine for reducing log butt-ends/</i> .....	75
19.7. Osnovni kriteriji izbora transportnih sredstava i uređaja na stovarištu trupaca <i>/Basic criteria for selection of transportation means and other facilities in the log yard/</i> .....	76
<b>20. PILANSKA HALA</b> <i>/SAWMILL BUILDING/</i> .....	78
20.1. Općenito o pilanskoj hali i zgradi <i>/Generally about the sawmill building/</i> .....	78
20.2. Vrste pilanske hale i zgrade <i>/Types of sawmill buildings/</i> .....	79
20.3. Organizacija proizvodnje u pilani <i>/Organization of sawmill production/</i> .....	79
20.4. Veličina pilanske hale <i>/Size of the sawmill/</i> .....	80
<b>21. IZBOR I UVJETI RADA PRIMARNIH PILANSKIH STROJEVA</b> <i>/SELECTION AND WORKING CONDITIONS OF SAWMILL HEAD SAWS/</i> .....	82
21.1. Kriteriji izbora pilanskih strojeva <i>/Criteria for selection of sawmill machines/</i> .....	82
21.2. Značenje pilanskih strojeva za kvantitativno iskorištenje trupaca <i>/Significance of sawmill machines for the quantity yield of logs/</i> .....	83
21.2.1. Debljina lista pile <i>/Saw blade thickness/</i> .....	84
21.2.2. Proširenje zubaca lista pile <i>/Set of saw teeth/</i> .....	84
21.2.3. Pomak po zupcu <i>/Feed per tooth/</i> .....	86
21.2.4. Točnost piljenja <i>/Sawing accuracy/</i> .....	90
21.2.5. Hrapavost piljene površine <i>/Roughness of sawn surface/</i> .....	96
21.3. Značenje pilanskih strojeva za kvalitativno iskorištenje trupaca <i>/Significance of sawmill machines for the quality yield of logs/</i> .....	97
21.3.1. Načini piljenja na primarnom pilanskom stroju <i>/Sawing method on sawmill head saws/</i> .....	97
21.3.2. Brzina piljenja <i>/Sawing speed/</i> .....	98



21.3.3. Pomak po zupcu /Bite per tooth/.....	100
21.3.4. Način proširenja zubaca /Method of teeth-set/.....	101
21.3.5. Veličina proširenja zubaca /Size of teeth-set/.....	102
21.3.6. Zatupljenost zubaca /Bluntness of teeth/.....	102
21.3.7. Mjesto raspiljka u trupcu /Location of saw kerf in the log/.....	102
21.4. Značajniji elementi režima piljenja u odnosu na neke energetske pokazatelje <i>/Some important elements of sawing regime in relation to energy requirements/.....</i>	105
21.4.1. Brzina piljenja /Sawing speed/.....	105
21.4.2. Pomak po zupcu /Feed per tooth/.....	105
21.4.3. Proširenje zubaca /Set of teeth/.....	106
21.4.4. Zatupljivanje zubaca /Bluntness of teeth/.....	108
21.5. Neke karakteristike listova pila /Some characteristics of saw blades/.....	109
21.6. Ekonomičnost primjene pojedinih vrsta primarnih pilanskih strojeva <i>/Economy of the application of different head saws/.....</i>	111
<b>22. SPECIFIČNE KARAKTERISTIKE PRIMARNIH PILANSKIH STROJEVA I NJIHOVA PRIMJENA <i>/SPECIFIC CHARACTERISTICS OF SAWMILL HEAD SAWS AND THEIR APPLICATION/.....</i></b>	<b>114</b>
22.1. Jednolisne vertikalne tračne pile /One-blade vertical band saws/.....	114
22.2. Druge vrste tračnih pila trupčara /Other types of log band saws/.....	117
22.3. Jarmače /Frame saws/.....	118
22.4. Kružne pile /Circular saws/.....	120
22.5. Iverači trupaca /Log chipping machines/.....	122
22.6. Druge vrste primarnih pilanskih strojeva <i>/Other types of sawmill head saws/.....</i>	123
<b>23. KAPACITET VAŽNIJIH PILANSKIH STROJEVA <i>/CAPACITY OF MAJOR SAWMILL SAWS/.....</i></b>	<b>126</b>
23.1. Vertikalna jarmača /Vertical frame saw/.....	126
23.1.1. Ograničavajući činioci kapaciteta jarmače <i>/Factors of limitation of frame saw capacity/.....</i>	130



23.2. Tračna pila trupčara /Log band saw/.....	135
23.2.1. Ograničavajući činioci kapaciteta tračne pile / <i>Factors of limitation of band saw capacity</i> /.....	137
23.3. Tračna pila paralica /Band resaw/.....	139
23.4. Kružna pila trupčara /Circular log saw/.....	140
23.5. Kružna pila za uzdužno piljenje piljenica / <i>Circular saw for rip-sawing of boards</i> /.....	141
23.6. Kružna pila za poprečno piljenje piljenica / <i>Circular saw for cross-cutting of boards</i> /.....	143
 24. PROIZVODNI I TEHNOLOŠKI PROCESI U PILANI / <i>PRODUCTION AND TECHNOLOGICAL PROCESSES IN SAWMILL</i> /.....	 146
24.1. Proizvodni tokovi i tehnološke karte obrade pilanskih trupaca četinjača (jele i smreke) / <i>Production flow and technological charts         processing fir and spruce sawlogs</i> /.....	149
24.2. Proizvodni tokovi i tehnološke karte obrade trupaca listača / <i>Production flow and technological charts processing         hardwood logs</i> /.....	166
24.3. Sušenje i parenje drva u pilanskoj proizvodnji / <i>Drying and steaming in sawmilling production</i> /.....	177
24.4. Kontinuitet pilanske proizvodnje / <i>Continuity of the sawmilling production flow</i> /.....	178
 25. TRANSPORT I MANIPULACIJA U PILANI / <i>TRANSPORT AND MANIPULATION IN THE SAWMILL</i> /.....	 180
 26. SORTIRANJE PILJENICA / <i>SORTING OF SAWN WOOD</i> /.....	 186
26.1. Sirovo sortiranje / <i>Green sorting</i> /.....	186
26.2. Suho sortiranje / <i>Dry sorting</i> /.....	190
 27. SKLADIŠTE PILJENICA / <i>TIMBER YARD</i> /.....	 192



27.1. Složajevi piljenica za sušenje <i>/Piles of sawn wood for drying/</i> .....	192
27.2. Transportna i manipulativna sredstva <i>/Means of transportation and manipulation /</i> .....	196
27.3. Proračuni u vezi piljenica i složajeva piljenica <i>/Calculations relating to boards and piles/</i> .....	200
27.3.1. Prosječne dimenzije i volumen piljenica <i>/Average sizes and volume of boards/</i> .....	200
27.3.2. Složajevi piljenica <i>/Piles of boards/</i> .....	201
27.3.3. Površina skladišta piljenica <i>/Area of the seasoning yard/</i> .....	204
28. SPREMIŠTE GOTOVIH PILJENICA I NJIHOVA OTPREMA <i>/STORAGE AND DELIVERY OF SAWN PRODUCTS/</i> .....	205
29. O PROJEKTIRANJU PILANSKIH POSTROJENJA <i>/DESIGNING A SAWMILLING PLANT/</i> .....	207
29.1. Studija izvodljivosti pilanskog postrojenja <i>/Feasibility study for a sawmill plant/</i> .....	207
29.2. Pristup projektiranju pilanskog postrojenja <i>/Approach to designing a sawmill plant/</i> .....	208
30. KAZALO <i>/INDEX/</i> .....	213



## **PREDGOVOR II DIJELU KNJIGE** *(FOREWORD TO THE SECOND PART OF THE BOOK)*

Ovaj udžbenik, PILANSKA TEHNOLOGIJA DRVA II - dio, ima težište na proučavanju karakteristika pilanskog postrojenja u cjelini, te pojedinih njegovih dijelova; na tehnološkim karakteristikama strojeva i uređaja koji se u proizvodnji koriste, te osobito na prikazu i analizi značajnijih tehnoloških i proizvodnih postupaka koji se primjenjuju kod pilanske obrade naših najvažnijih vrsta drva. Gdje smo to smatrali korisnim, spominju se ukratko i pilanski proizvodni procesi koji se na našim pilanama sada ne koriste ili tek vrlo rjetko.

Kao i u I dijelu ove knjige, tako su i u ovom II dijelu gdje je to bilo moguće korišteni odgovarajući materijali temeljeni na rezultatima domaćih istraživanja i studija na području pilanske tehnologije drva, kao i osobna istraživanja u Hrvatskoj i raznim institutima i pilanama u inozemstvu. Naravno da su pri izradi ove knjige korišteni i izabrani znanstveni i stručni materijali stranih autora.

U I dijelu knjige potkrale su se neke tiskarske greške. U II dijelu knjige na njih je posebno ukazano (ERRATA CORRIGE).

Pri izradi i oblikovanju ovog drugog dijela knjige pomogli su mi svojim mišljenjem i sugestijama cijenjeni Doc.dr.sc. Tomislav Prka, Doc.dr.sc. Slavko Govorčin (koji je izradio i naslovnu fotografiju knjige), Prof.dr.sc. Vlado Goglia i mlađi asistent dipl.ing. Josip Ištvančić. Asistent, dr.sc. Stjepan Pervan s velikim je zalaganjem temeljito i znalački izradio potpunu kompjutersku obradu teksta. Tehnički urednik knjige, viši tehnički suradnik Zlatko Bihar, savjesno je i stručno obavio niz poslova oko pripreme knjige za tiskanje. Između ostalog, izradio je i mnogobrojne instruktivne crteže.

Svima naprijed spomenutima izražavam svoju iskrenu zahvalnost!

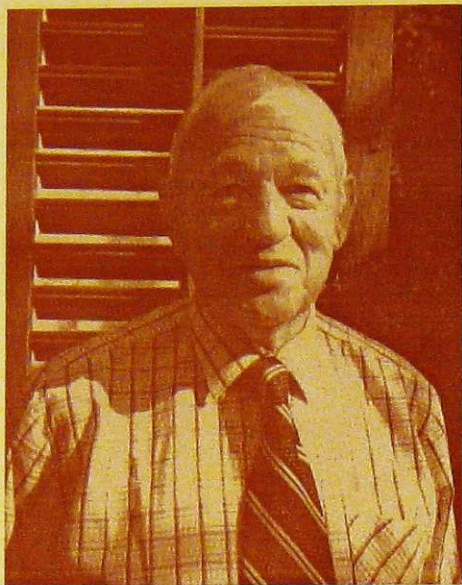
Tiskanje i ovog drugog dijela knjige omogućeno je uz financijsku pomoć Ministarstva znanosti i visokog školstva te nekih domaćih i inozemnih drvnoindustrijskih poduzeća i drugih organizacija, čiji su marketinški prilozi u knjizi tiskani.

Osobito značajna financijska pomoć za tiskanje ove knjige dobijena je osobno od Doc.dr.sc. Tomislava Prke.

Nemjerljivu podršku i poticaj u višegodišnjem radu oko oba dijela knjige PILANSKA TEHNOLOGIJA DRVA imao sam od svoje obitelji.

Marijan Brežnjak





#### Bilješka o autoru

Prof.em., dr.sc. Marijan Brežnjak, dipl.ing. rođen je u Zagrebu 1926. godine. Na tehničkom smjeru Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu diplomirao je zvanjem inženjera šumarstva. Poslije nekoliko godina provedenih u praksi drvnoindustrijskih poduzeća u Gorskom Kotaru, izabran je na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu za asistenta iz predmeta "Pilanske prerada drva" 1955. godine. Otada se znanstvenim područjem pilanske tehnologije drva bavi sve do starosnog umirovljenja 1991. godine, pa i kasnije sve do današnjih dana.

U svojstvu nastavnika (od docenta pa do redovnog profesora i počasnog zvanja professor emeritus) na Šumarskom fakultetu u Zagrebu odgojio je mnogobrojne generacije diplomiranih inženjera drvne tehnologije te desetak magistara znanosti i više doktora znanosti iz područja pilanske tehnologije drva. Bio je dugogodišnji predstojnik Katedre za tehnologiju drva, a obnašao je i dužnost prodekana i dekana Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Kraće je vrijeme predavao i na Drvarskom odjelu Biotehničkog fakulteta u Ljubljani te na Drvnotehnološkom odjelu Visoke poljoprivredne škole u AAs-u (Norveška).

Marijan Brežnjak je u mnogo navrata surađivao u istraživanjima na području pilanarstva u Norveškom drvnoindustrijskom institutu u Oslu. Rezultati tih istraživanja objavljeni su u brojnim specijalnim edicijama na norveškom i engleskom jeziku. Kao ekspert FAO godinu je dana radio u Burmi na unapređenju tamošnjeg pilanarstva. Kao priznati stručnjak bio je višegodišnji predstavnik bivše Jugoslavije u tehničkom savjetu SEV-a, te kraće vrijeme i član Komiteta za drvo ECE/FAO u Ženevi. Bio je dugogodišnji član Internacionalnog savjeta IUFRO. U tom je periodu bio dvije godine supredsjednik Sekcije "Milling and Machining" organizacije IUFRO. Aktivno je sudjelovao u radu pet Svjetskih kongresa IUFRO.

Tijekom svoje dugogodišnje znanstvene, stručne i nastavne aktivnost, održao je više od 30-ak predavanja te predavao znanstvenim skupovima uglavnom iz područja pilanarstva u Hrvatskoj te u inozemstvu (Njemačkoj, Engleskoj, SAD, Norveškoj, Slovačkoj i Japanu).

Objavio je u našim i stranim časopisima i drugim publikacijama preko stotinjak znanstvenih i stručnih radova, pretežno iz područja pilanarstva, niz ekspertiza, prijevoda itd. Objavio je i 4 knjige-udžbenika (jednu u koautorstvu). Bio je dugogodišnji član uredništva časopisa "Drvna industrija, a kraće vrijeme i njen glavni urednik.