



1082

DENDROMETRIJA

ILI

NAUKA O IZMJERI DRVLJA
ZA POČETNIKE I STRUČNJAKE

NAPISAO

DR. ANTUN LEVAKOVIĆ

JAVNI REDOVITI PROFESOR

GOSPODARSKO-ŠUMARSKOG FAKULTETA NA SVEUČILIŠTU U ZAGREBU

SA 75 SLIKA I 4 TABELARNA PRILOGA

ZAGREB 1922.

NAKLADA HRVATSKOG ŠUMARSKOG DRUŠTVA

PREDGOVOR.

Ovome, pomoću njemačke stručne literature samostalno sastavljenom i u mnogom pogledu sasvim svojevrsnom djelu namijenjeno je, da posluži u prvom redu kao udžbenik slušaocima šumarstva u gospodarsko-šumarskom fakultetu zagrebačkom, a u drugom redu kao priručnik već gotovim šumarskim stručnjacima. U veoma znatnoj mjeri može ono od koristi biti i našim šumskim industrijalcima i drvotročima. Za ove su naročito od važnosti poglavlja o kubisanju izrađenog i poluizrađenog (tupobridnog) tehničkog drva, što se nalaze u dodatku. No i u ostalim dijelovima knjige mogu oni naći dosta toga, što im za njihovo zvanje može dobro doći.

Svrha je ovom djelu u prvom redu teoretska, jer sam osvjedočen, da će se onaj, koji dobro pozna teoriju kubisanja i ostalih s njime skopčanih zadataka, ne samo u raznim slučajevima prakse vrlo lako snaći, već da će i eventualne neispravnosti, koje su u praksi uobičajene, moći onda lako uočiti i uspješno odstraniti. Pri tom je ipak u obilnoj mjeri u obzir uzeta i praktična strana kubisanja i ostalih s time skopčanih zadataka, u koliko je dakako to sa modernim načelima racionalnog kubisanja spojivo.

Poput nekih njemačkih autora poslužio sam se i ja (samo u prilično drugačijoj formi) na nekim mjestima diferencijalnim i integralnim računom i to iz dva razloga: izvodi pomoću više matematike većinom su naime znatno jednostavniji i brži, a k tome se ona danas uči u svim šumarskim visokim školama, pa stoga većinom ne pravi čitaocu nikakvih poteškoća. Unatoč toga mogu se ovim djelom vrlo dobro poslužiti i oni drugovi iz prakse, kojima je diferencijalni i integralni račun eventualno nepoznat, jer je uporaba ovoga računa ograničena samo na izvadjanje nekih formula, koje je za većinu drugova u praksi nepotrebno.

PISAC.

SADRŽAJ.

UVOD.

	Strana
1. Pojam i razdioba dendrometrije	9
2. Literatura na polju dendrometrije	9

PRVI DIO.

Ustanovljivanje drvne mase, starosti i prirasta za pojedino stablo.

PRVI ODSJEK.

Ustanovljivanje stabilne drvne mase.

Prvi pododsjek.

Kubisanje stabala u oborenom stanju.

Prvo poglavlje.

Kubisanje oblih debala i njihovih dijelova (trupaca, kusova)	11
A. Oblik debla i opća formula za kubisanje rotacionih tjelesa	11
B. Izvađanje formula za kubisanje paraboloida, čunja i neiloida.	
I. Formule za kubisanje potpunog paraboloida, čunja i neiloida	14
1. Formule za kubisanje paraboloida	15
a) Formula za kubisanje paraboloida pomoću osnovke i visine	15
b) Formula za kubisanje paraboloida pomoću visine i poprečne plohe u pol visine	16
c) Formula za kubisanje paraboloida pomoću visine i kružne plohe u donjoj trećini visine	17
2. Formule za kubisanje jednostavnog čunja	17
3. Formule za kubisanje neiloida	18
II. Formule za kubisanje kusatog paraboloida, čunja i neiloida.	
1. Formule za kubisanje kusatog paraboloida	19
a) Izvod kubikacijone formule pomoću koordinata obiju skrajnjih točaka	20
b) Izvod kubikacijone formule pomoću koordinata početne i središnje krivuljske točke	21
2. Formule za kubisanje kusatog čunja i neiloida	22
a) Izvod kubikacijone formule pomoću koordinata drugospomenutih triju točaka na izvodnici kusatog čunja	23
b) Izvod kubikacijone formule pomoću koordinata prvospomenutih triju točaka na izvodnici kusatog čunja	24
3. Dometak	26

C. Razmatranja o pojedinim kubikacijonim formulama obzirom na uporabivost njihovu za kubisanje cijelih debala i trupaca	
I. Razmatranje o prvoj i drugoj Smalianovoj formuli	27
II. Razmatranje o Huberovoj formuli	32
III. Razmatranje o prvoj i drugoj Hoßfeldovoj formuli	39
IV. Razmatranje o Rieckeovim formulama	42
V. Zaključak	44
D. Formule za kubisanje debela po sekcijama	46
E. Dometak	48

Drugo poglavlje.

Kubisanje sitnijeg drva (granja, kića, žilja i ogrijevnog drva	49
A. Kubisanje nesloženog drva	49
I. Čista ksilometrija	49
II. Kubisanje pomoću specifične težine	50
III. Kombinovano fizikalno kubisanje	50
B. Kubisanje složenog drva	51

Treće poglavlje.

Mjerenje pojedinih drvnih dimenzija	54
A. Mjerenje dužina i sprave za to mjerenje	54
B. Upliv dužinskih pogrešaka na kubični sadržaj	55
C. Mjerenje promjera i obodnica, te ustanovljivanje pripadnih kružnih ploha	56
D. Upliv pogrešaka, učinjenih kod izmjere promjera odn. obodnice na kubični sadržaj	60
E. Instrumenti za mjerenje promjera	63

Drugi pododsjek.

Kubisanje stabala u osnovnom stanju.

Uvod	69
----------------	----

Prvo poglavlje.

Instrumenti za indirektno mjerenje visina i promjera	71
A. Instrumenti za mjerenje visina (hipsometri)	71
I. Instrumenti za geodetičko mjerenje visina	71
1. Hipsometri prve kategorije	72
Sanlavlille-ov dendrometar	73
Hüni-ev hipsometar	77
Klaussnerov hipsometar	78
Kleinov hipsometar	82
2. Hipsometri druge kategorije	85
Winklerov dendrometar	87
Faustmannov zrcalni hipsometar	89
Weise-ov hipsometar	90
II. Instrumenti za trigonometričko mjerenje visina	91
Matthesov hipsometar	93
Lautenbachov polimetar	94

	Strana
B. Instrumenti za mjerenje nedohvativih promjera (dendrometri)	95
I. Dendrometri bez dalekozora	96
Sanlavilleov dendrometar	96
II. Dendrometri sa dalekozorom	98
Wimmenauerov dendrometar	98
Starkeov dendrometar	100
III. Glavna načela za mjerenje gornjih promjera	102

Drugo poglavlje.

Izvedba pojedinih metoda za kubisanje osnovnih stabala	103
A. Kubisanje osnovnih stabala pomoću obličnih brojeva	103
I. Direktno kubisanje pomoću obličnih brojeva	104
1. Pojam i vrsti obličnih brojeva	104
2. Kubisanje osnovnih stabala pomoću obličnih brojeva	110
a) Vađenje obličnog broja iz oblično-brojevnih skrižaljaka. Vrsti oblično-brojevnih skrižaljaka i njihov sastav	110
b) Izračunavanje obličnog broja po formulama	116
II. Indirektno kubisanje pomoću obličnih brojeva	118
B. Kubisanje debala pomoću smjerišne visine	121

DRUGI ODSJEK.

Ustanovljivanje stabilne starosti.

Prvo poglavlje.

Ustanovljivanje starosti u oborenom stanju	124
--	-----

Drugo poglavlje.

Ustanovljivanje starosti u osnovnom stanju	128
--	-----

TREĆI ODSJEK.

Ustanovljivanje stabilnog prirasta.

Prvi pododsjek.

Općenito o prirastu.

Prvo poglavlje.

Pojam i razne vrsti prirasta	130
--	-----

Drugo poglavlje.

Odnosaj između tečajnog i poprečnog prirasta	134
--	-----

Drugi pododsjek.

Ustanovljivanje prirasta.

Prvo poglavlje.

Ustanovljivanje apsolutnog prirasta	137
A. Visinski prirast	137
I. Ustanovljivanje prirasta za zadnju godinu i zadnju n -godišnju periodu	137

	Strana
II. Visinska analiza stabla	137
Primjer visinske analize	139
III. Ustanovljivanje predviđenog budućeg prirasta	141
B. Debljinski prirast	142
I. Direktno ustanovljivanje debljinskog prirasta	143
1. Mjerenje prošlog debljinskog prirasta	143
2. Ustanovljivanje narednog debljinskog prirasta	145
II. Indirektno ustanovljivanje debljinskog prirasta odn. debljinska analiza	146
Primjer debljinske analize	150
C. Plošni (temeljnički) prirast	151
Primjer plošne analize	153
D. Gromadni (kubični, volumni) prirast	155
I. Ustanovljivanje volumnog prirasta za prošlu odn. narednu periodu	157
1. Ustanovljivanje volumnog prirasta sekcijonisanjem debla	157
2. Ustanovljivanje volumnog prirasta uz izmjeru promjera u sredini debla	159
II. Gromadna (kubična) analiza stabla	160
Primjer kubične analize	161
E. Oblični prirast	162
Primjer oblične analize	163

Drugo poglavlje.

Ustanovljivanje relativnog (postotnog) prirasta	163
A. Općenito o postotku prirasta	163
B. Ustanovljivanje prirasnog postotka	166
I. Postotak debljinskog prirasta	166
II. Postotak plošnog prirasta	166
III. Postotak gromadnog prirasta	168
1. Ustanovljivanje volumno-prirasnog postotka za prošlu ili narednu periodu	169
2. Postotna analiza stabla	171

DRUGI DIO.

Ustanovljivanje drvne mase, starosti i prirasta za cijele sastojine.

PRVI ODJEL.

Ustanovljivanje sastojinske drvne mase.

PRVI ODSJEK.

Opća načela za kubisanje sastojina.

Prvo poglavlje.

Pregled metoda	172
Metode mjerenja	172
Metode ocjenjivanja	177

Drugo poglavlje.

Predradnje kubisanja kod metoda mjerenja	178
A. Brojenje i klupovanje stabala, te zbrajanje prsnih temeljnica	178

	Strana
I. Uređenje mjerbenog manuala (bilježnice)	178
II. Zaokruživanje promjera i zaokružbene promjerke	179
III. Izvedba klupovanja	187
IV. Registratorne promjerke	190
B. Izmjera stabilnih visina odn. visinskih primjernih stabala	194

Treće poglavlje.

Posebna razmatranja o obličnim primjernim stablima	197
A. Izračunavanje ukupne drvene mase iz podataka, ustanovljenih na ovim primjernim stablima	197
B. Unapredno ustanovljivanje prsnog promjera i visine za oblična primjerna stabla	200
I. Izračunavanje prsnog promjera za aritmetски srednje stablo	200
II. Izračunavanje visine za aritmetски srednje stablo	204
C. Množina obličnih primjernih stabala	207
D. Kubisanje obličnih primjernih stabala	209

DRUGI ODSJEK.

Izvedba raznih metoda za kubisanje sastojina.

Prvi pododsjek.

Metode mjerenja.

Prvo poglavlje.

Dodjeljivanje obličnih primjernih stabala svakom pojedinom debljinskom stepenu	209
A. Povoljno dodjeljivanje obličnih primjernih stabala pojedinim stepenima	209
I. Uporaba konkretnih obličnih primjernih stabala	209
1. Vezan izbor obličnih primjernih stabala	210
2. Nevezan (slobodan) izbor obličnih primjernih stabala	214
II. Uporaba apstraktnih obličnih primjernih stabala	217
1. Kubisanje debljinskih stepena pomoću oblično-brojevniх skrižaljaka	219
2. Kubisanje debljinskih stepena pomoću drvno-gromadnih skrižaljaka	220
a) Uporaba općih drvno-gromadnih skrižaljaka	220
b) Uporaba lokalnih drvno-gromadnih skrižaljaka	222
α) Sastavak dvoulaznih lokalnih skrižaljaka	223
β) Sastavak jednoulaznih lokalnih skrižaljaka	223
B. Proporcijonalno dodjeljivanje obličnih primjernih stabala pojedinim debljinskim stepenima	224
I. Proporcijonalnost gledom na broj stabala u svakom stepenu	225
II. Proporcijonalnost gledom na zbroj temeljnica u svakom stepenu	234

Drugo poglavlje.

Dodjeljivanje obličnih primjernih stabala svakom pojedinom debljinskom razredu	238
A. Obrazovanje debljinskih razreda obzirom na ukupni broj stabala u svakom razredu	238

	Strana
I. Obrazovanje debljinskih razreda sa nejednakim brojem stabala i nejednakim ili jednakim brojem obličnih primjernih stabala u svakom razredu	238
1. Povoljno razdjeljivanje obličnih primjernih stabala među pojedine, samo cijelim debljinskim stepenima nadijeljene razrede	239
2. Proporcijonalno razdjeljivanje obličnih primjernih stabala među pojedine, ili samo cijelim ili pak cijelim i necijelim debljinskim stepenima nadijeljene razrede	242
a) Proporcijonalno razdjeljivanje obličnih primjernih stabala među debljinske razrede, nadijeljene samo cijelim debljinskim stepenima	242
b) Proporcijonalno razdjeljivanje obličnih primjernih stabala među debljinske razrede, nadijeljene cijelim i necijelim debljinskim stepenima	244
II. Obrazovanje debljinskih razreda sa jednakim brojem stabala i jednakim brojem obličnih primjernih stabala u svakom razredu	245
B. Obrazovanje debljinskih razreda obzirom na <i>zbroj temeljnica</i> u svakom razredu	250
I. Obrazovanje debljinskih razreda sa nejednakim zbrojevima temeljnica i proporcijonalnom razdiobom obličnih primjernih stabala među pojedine razrede	250
II. Obrazovanje debljinskih razreda sa jednakim zbrojem temeljnica i jednakim brojem obličnih primjernih stabala u svakom razredu	251
Treće poglavlje.	
Dodatak k dosad navedenim metodama sastojinskog kubisanja	253
Četvrto poglavlje.	
Nadjeljivanje sastojine kao jedinstvene stabilne skupine obličnim primjernim stablima kao sastojinskim srednjim stablima	262
Peto poglavlje.	
Konačna razmatranja o kubisanju sastojina mjerenjem	269
Drugi pododsjek.	
Metode ocjenjivanja.	
Prvo poglavlje.	
Djelomično ocjenjivanje (pomoću primjernih ploha)	272
I. Općenito o primjernim ploham	272
II. Izbor, veličina i oblik primjernih ploha	275
III. Iskolčivanje primjernih ploha	277
1. Iskolčivanje kvadratičnih, pravokutnih i poligoničnih primjernih ploha	277
2. Postavljanje prugastih primjernih ploha	279
3. Postavljanje okruglih primjernih ploha	281
Drugo poglavlje.	
Potpuno ocjenjivanje	282
I. Okularno ocjenjivanje	282
II. Ocjenjivanje sastojinske drvene mase pomoću prirasno-prihodnih skrižaljaka	282

DRUGI ODJEL.

Ustanovljivanje sastojinske starosti.

Prvo poglavlje.

Opća razmatranja i ustanovljivanje starosti za jednodobne sastojine 284

Drugo poglavlje.

Ustanovljivanje srednje starosti za nejednodobne sastojine 286

Treće poglavlje.

Ustanovljivanje srednje starosti za komplekse jednodobnih sastojina razne starosti 289

Četvrto poglavlje.

Relativno starenje nejednodobnih sastojina 291

TREĆI ODJEL.

Ustanovljivanje sastojinskog prirasta.

Uvod 292

Prvo poglavlje.

Ustanovljivanje tečajnog perijodičnog sastojinskog prirasta 293

A. Ustanovljivanje tečajnog perijodičnog sastojinskog prirasta mjerenjem . . 293

B. Ustanovljivanje tečajnog perijodičnog sastojinskog prirasta ocjenjivanjem 296

I. Pomoću poprečnog dobnog prirasta 296

II. Pomoću prirasno-prihodnih skrižaljaka 297

Drugo poglavlje.

Ustanovljivanje prirasnog toka za cijeli život sastojine (Sastav prirasno-prihodnih skrižaljaka) 297

Treće poglavlje.

Uporaba prirasno-prihodnih skrižaljaka za ustanovljivanje perijodičnog sastojinskog prirasta 308

DODATAK PRVOM DIJELU.

Kubisanje merkantilno obrađenog drva.

Uvod 310

PRVI ODSJEČAK.

Jednostavni razvoj teorije.

Prvo poglavlje.

Izračunavanje ploštine za razne poprečne prereze 312

A. Poprečni prerezi potpunjaka 312

a) Jednostrano obrađeni potpunjaci 312

b) Dvostrano (nasuprotno) obdjelani potpunjaci 314

c) Četverostrano obdjelani potpunjaci 316

	Strana
B. Poprečni prerezi polovnjaka	321
C. Poprečni prerezi nezarubljenih platnica (Bohlen)	323
D. Poprečni prerezi okrajaka (Schwarten)	324

Drugo poglavlje.

Postavljanje kubikacionih formula za razne vrsti merkantilno obra- denog drva	324
--	-----

DRUGI ODSJEČAK.

Izvod formula za ploštinu poprečnog prereza kod potpunjakâ	326
--	-----

PRILOZI.

Prilog 1	329
Prilog 2	332
Prilog 3	339
Prilog 4	341
ISPRAVCI	347