

UDK 630*5:582.475(497.6)

**DEBLJINSKA RASPODJELA ZAPREMINE I ZAPREMINSKOG
PRIRASTA JEDNODOBNIH ZASADA CRNOG BORA (*PINUS NIGRA*
ARN.) NA KARBONATNIM SUPSTRATIMA U BOSNI***

**Diameter distribution of volume and volume increment of even-aged austrian
pine (*Pinus nigra* Arn.) stands on carbonate substrates in Bosnia**

Aida Ibrahimspahić¹

Izvod

U Bosni su tokom dužeg vremenskog perioda podignuti brojni zasadi crnog bora (*Pinus nigra* Arn.). Provedena istraživanja proizvodnih karakteristika pokazala su da se u predmetnim zasadima nalazi i dalje proizvodi znatna količina drveta. Strukturna izgrađenost i kvalitet stabala još su nepoznati te je kao cilj ovog rada postavljeno utvrđivanje debljinske raspodjele zapremine i zapreminskog prirasta ovih zasada. Rezultat ovog rada pokazaće koja su stabla u zasadima glavni nosioci zapreminskog prirasta, a koja nosioci zalihe pri određenim starostima zasada i uslovima staništa. Pored toga, dobijeni rezultat pružiće orijentacionu sliku debljinske raspodjele očekivanog prinosa na osnovu koje se, pored ostalog, utvrđuje kvalitet i vrijednost prinosa, osnovnog proizvoda šumarstva u drvetu.

Ključne riječi: *Pinus nigra*, jednodobni zasadi, debljinska raspodjela, zapremina, zapreminski prirast, prinos, kvalitet prinosa, vrijednost prinosa.

Abstact

The many Austrian pine even-aged stands (*Pinus nigra* Arn.) had been establishing in Bosnia during the several decades. Completed research of productive characteristics showed that these stands still contain and produce considerable quantity of wood pulp. Structural characteristics of the stands and the quality of trees has not been examined yet so as the aim of this work is to estimate diameter distribution of the stand volume and volume increment. Expected results of this work should give information about roles of trees related to volume and volume increment depending of ages and stand conditions. Beside that, achieved results will give preliminary

* Rad prezentiran na III simpoziju poljoprivrede, veterinarstva, šumarstva i biotehnologije sa međunarodnim učešćem Strategija razvoja domaće proizvodnje, 28 – 30 septembar/rujan 2005. Sanski Most

¹ Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu – Faculty of Forestry University of Sarajevo

information of diameter distribution of expecting yield which is the base for the assessment of the quality and the value of the yield (main forestry product related to wood).

Key words: *Pinus nigra, even-aged stands, diameter distribution, volume, volume increment, yield, yield quality, yield value.*

1. Uvod - Introduction

Do kraja XIX vijeka šume Bosne i Hercegovine su imale karakter prašuma ili su bile netaknute prašume. Dolaskom Austro-Ugarske monarhije na ove prostore započelo se sa iskorištavanjem šuma širih razmjera, šume su se prevodile u privredne, a šumarstvo se počelo razvijati kao privredna grana. Gospodarenje šumama BiH u ovom periodu, ali i kasnije u vrijeme monarhističke Jugoslavije, uglavnom je bilo u znaku eksploatacije (MATIĆ, 1980).

Neracionalnim gazdovanjem šumama kroz duži vremenski period neke visoke šume su potpuno nestale, a neke su pretvorene u niske (izdanačke), manje vrijedne šume.

U cilju saniranja ovakvog stanja vršeno je vještačko pošumljavanje neobraslog šumskog zemljišta, a u novije vrijeme konverzija izdanačkih u visoke šume. Na taj način su vremenom osnovani mnogobrojni šumski zasadi uglavnom smrče, crnog i bijelog bora.

Istraživanja razvojnih, proizvodnih i strukturnih karakteristika postojećih šumskih zasada (smrče, bijelog i crnog bora) u BiH započeo je Šumarski fakultet u Sarajevu 1985. godine (PAVLIČ, 1999). Na osnovu podataka jednog premjera na privremenim oglednim plohama metodom višestruke regresione analize utvrđene su najvjerovatnije veličine osnovnih taksacionih elemenata, odnosno postavljene su prve naučno utemeljene taksacione osnove za argumentovano planiranje i izvođenje gazdovanja jednodobnim nenjegovanim zasadima u BiH.

2. Cilj i zadaci istraživanja - Aim and objects of researching

Provedena istraživanja za jednodobne nenjegovane šumske zasade crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni ukazala su, na osnovu poređenja rezultata s rezultatima drugih autora, da istraživani zasadi imaju dobre proizvodne karakteristike. Utvrđene veličine srednjih prečnika zasada crnog bora u Bosni daju orijentacionu sliku o učešću stabala pojedinih debljinskih klasa u zalihi zasada, odnosno o jednom pokazatelju kvaliteta zalihe. Međutim, pokazatelji strukturne izgrađenosti i kvaliteta zasada crnog bora u Bosni do sada nisu istraživani.

Cilj ovog rada je da se utvrde precizniji pokazatelji debljinske raspodjele zapremine i zapreminskog prirasta predmetnih zasada u zavisnosti od starosti i boniteta staništa. Debljinska raspodjela zalihe u tijesnoj je vezi sa debljinskom

raspodjelom prinosa, osnovnog proizvoda šumarstva u drvetu, koja je jedan je od pokazatelja kvaliteta prinosa. Pored toga, debljinske raspodjele zapremine i prirasta prikazuju nam koja su stabla glavni nosioci zalihe i proizvodnje drveta u zasadima (određene starosti i uslova staništa) (MATIĆ, 1980).

3. Objekt istraživanja - Test study

Objekt istraživanja ovog rada su šumski zasadi crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni koji nisu njegovani, različite su starosti, uslova staništa, relativno male i nepoznate (tačne) površine, obično udaljeni jedni od drugih (raštrkani), imaju izvjestan šumsko-privredni značaj.

U cilju istraživanja razvojnih, proizvodnih i strukturnih karakteristika postojećih šumskih zasada crnog bora u Bosni, u području njihove zastupljenosti - zapadnoj, srednjoj i istočnoj Bosni, položene su privremene ogledne plohe na kojima su prikupljeni podaci za koje je ocijenjeno da su potrebni u ovom istraživanju. Pri izboru mjesta za polaganje oglednih ploha vodilo se računa da struktura uzorka u pogledu najvažnijih faktora (geografski položaj, starost, visinski bonitet i sl.) što bolje odgovara strukturi zasada, te se na osnovu karakteristika uzorka može steći uvid u opšte i taksacione karakteristike objekta istraživanja.

3.1. Opšte karakteristike uzorka - Common characteristics of the sample

Ogledne plohe s obzirom na njihovu nadmorsku visinu približno su raspodijeljene prema klimapojasnom (klimaregionalnom) rasporedu vegetacije:

- u pojasu šuma kitnjaka i običnog graba položeno je 20 oglednih ploha ili 15 %,
- u pojasu šuma montane bukve 88 ili 68 %,
- u pojasu šuma bukve i jele (smrče) 22 ili 17 %.

Najveći dio oglednih ploha položen je u zasadima južne i jugozapadne ekspozicije, njih 55 ili 42 %, a s obzirom na nagib terena 103 ogledne plohe ili 79 % na nagibu od 5 do 25°.

3.2. Taksacione karakteristike uzorka - Taxative characteristics of the sample

Prosječne veličine taksacionih elemenata uzorka koji je korišten u regresionim analizama proizvodnih karakteristika jednodobnih zasada crnog bora date su u sljedećoj tabeli.

Tabela 1. Prosječne veličine taksacionih elemenata u uzorku
 Table 1. Average values of taxative elements of sample plots

Taxative element	Unit of measurement	<i>Average value</i>
Age	<i>year</i>	44
Site classe	<i>rang</i>	3
Average heigh	<i>m</i>	13,1
Dominant heigh	<i>m</i>	14,1
Average diametar	<i>cm</i>	18,6
Canopy	-	0,82
Number of trees	<i>piece/ha</i>	2533
Basal area	<i>m²/ha</i>	47,56
Volume (≥ 7 cm)	<i>m³/ha</i>	338,35
Volume increment (≥ 7 cm)	<i>m³/ha/god</i>	10,76

Regresionim analizama proizvodnih karakteristika ovih zasada utvrđene su sljedeće veličine osnovnih taksacionih elemenata, pri prosječnim uslovima staništa i prosječnom stepenu zastrtosti zemljišta krošnjama stabala, za starosti 20, 50 i 100 godina.

Tabela 2. Veličine osnovnih taksacionih elemenata jednodobnih šumskih zasada crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni

Table 2. Values of main taxative elements of even aged Austrian pine stands on carbonate substrates in Bosnia

Age (years)	Heigh (m)		Number (piece/ha)	Average diametar (cm)	Basal area (m ² /ha)	Volume (≥ 7 cm) (m ³ /ha)	Volume increment (≥ 7 cm) (m ³ /ha/year)
	Aver.	Dom.					
20	6,52	7,68	4125	10,56	36,16	127,93	6,40
50	15,65	17,55	1589	20,46	52,25	410,49	8,21
100	20,68	23,00	523	35,73	52,40	510,20	5,10

4. Metod rada - Method of researching

Stabla oglednih ploha razvrstana su na osnovu veličine “prsnog” prečnika bez kore u debljinske klase širine 2,5 cm za zasade mlađe od 40 godina, a za starije širina debljinskih klasa je 5 cm. Na taj način su dobijene debljinske strukture stabala, a na osnovu njih debljinske raspodjele zapremina i zapreminskih prirasta oglednih ploha¹.

Za starosne klase (širine 10 godina) u okviru pojedinih bonitetnih razreda staništa (5 bonitetnih razreda) utvrđeni su prosječni procentualni udjeli pojedinih debljinskih klasa u zapremini i zapreminskom prirastu pripadajućih oglednih ploha. Za dobijene debljinske raspodjele utvrđeni su osnovni statistički pokazatelji (poglavlje 5.) koji pružaju objektivnu ocjenu dobijenih rezultata.

5. Rezultati - Research results

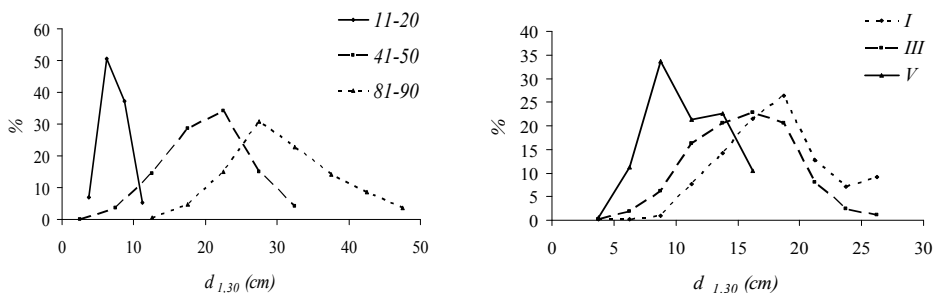
Utvrđene procentualne debljinske raspodjele zapremine i zapreminskog prirasta jednodobnih zasada crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni dati su tabelarno u prilogima 1. i 2.

5.1. Debljinska raspodjela zapremine - Diameter distribution of volume

Nejveće učešće u zapremini zasada crnog bora imaju osrednje debljinske klase. Grafički prikaz debljinske raspodjele zapremine predmetnih zasada je asimetrična zvonolika kriva (grafik 1). Na grafiku 1.a) predstavljene su debljinske raspodjele za tri starosne klase (mlada, srednje stara i stara sastojina), uz prosječni bonitet staništa i stepen zastrtosti i na taj način prikazan uticaj starosti na debljinsku raspodjelu zapremine zasada crnog bora. Uticaj boniteta staništa prikazan je na grafiku 1.b) poređenjem debljinskih raspodjela zasada tri različita boniteta staništa, iste starosne klase i prosječnog stepena zastrtosti.

Debljinske raspodjele se sa starošću pomjeraju ka “višim” debljinskim klasama, povećeva se interval variranja prečnika stabala (d_{min} i d_{max}), veća je standardna devijacija (S_d) prečnika stabala (tabela 3). Na isti način na debljinsku raspodjelu zapremine utiče i bonitet staništa ako posmatramo podatke od lošijih ka boljim uslovima staništa. U starijim zasadima i pri boljim uslovima staništa uz iste ostale uslove, zastupljena su stabla većih prečnika, kolikih nema u mlađim zasadima i pri lošijim uslovima staništa.

¹ Zapremine stabala utvrđene su pomoću dvoulaznih tablica (BEZAK, 1992), a tekući zapreminski prirasti kao prosječne razlike tabličnih zapremina za period od 10 godina.



Grafik 1. Procentualna debljinska raspodjela zapremine krupnog drveta jednodobnih šumskih zasada crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni
 Fig. 1. Percentile diameter distribution of volume of even aged Austrian pine stands on carbonate substrates in Bosnia

a) uticaj starosti, III bonitet, stepen zastrtosti 0,82
 a) depends of age, site classe III, canopy 0,82

b) uticaj boniteta staništa, starosna klasa 31-40 god., stepen zastrtosti 0,82
 b) depends of site classe, age classe 31-40, canopy 0,82

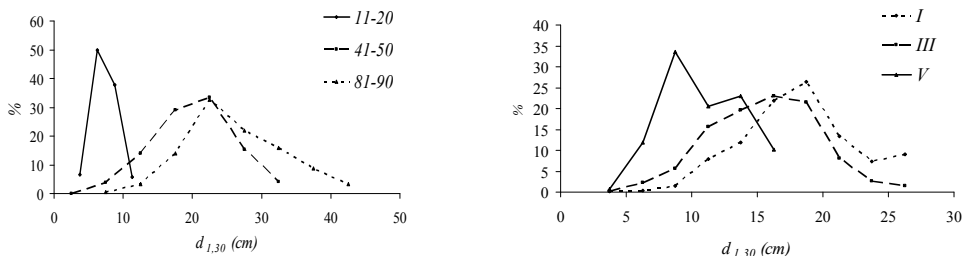
Mjera relativne zaobljenosti (α_4 , kurtosis) i karakteristika stepena asimetrije (α_3 , skiwness) kao objektivne ocjene oblika debljinskih raspodjela (tabela 3), ukazuju da su prikazane debljinske raspodjele bliske normalnom rasporedu. Krive su izrazito zaobljene, niskovrhne (kurtosis $\alpha_4 < 3$) i uglavnom desno asimetrične (skiwness $\alpha_3 > 0$), mala ili srednja asimetrija (KOPRIVICA 1997, EKINOVIĆ 1997). Izuzetak predstavljaju raspodjele za III bonitetni razred staništa i osrednju starost (41-50 god. i 31-40 god.) za koje se može reći da nisu asimetrične $\alpha_3 \leq |0,10|$.

Tabela 3. Statistički pokazatelji debljinske raspodjele zapremine krupnog drveta jednodobnih šumskih zasada crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni
 Table 3. Statistical characteristics for diameter distribution of volume of even aged Austrian pine stands on carbonate substrates in Bosnia

	Site classe III			Age classe 31-40		
	11-20	41-50	81-90	I	III	V
\bar{d} (cm)	7,27	20,22	30,78	18,13	15,46	10,89
d_{min} (cm)	4,00	3,30	12,10	5,00	4,60	4,40
d_{max} (cm)	11,90	33,60	48,50	25,70	26,40	16,70
S_d	1,75	5,71	7,24	4,27	4,02	3,03
K_v (%)	24,02	28,22	23,53	23,55	25,97	27,81
α_3	0,18	-0,07	0,30	0,13	0,04	0,17
α_4	2,84	2,72	2,73	2,69	2,78	2,11

5.2. Debljinska raspodjela tekućeg zapreminskog prirasta *Diameter distribution of volume increment*

Debljinske raspodjele tekućeg zapreminskog prirasta zasada crnog bora slične su debljinskim raspodjelama njihove zapremine, pa sve što je prethodno rečeno važi i na ovom mjestu, grafici 2.a) i 2.b).



Grafik 2. Procentualna debljinska raspodjela tekućeg zapreminskog prirasta krupnog drveta jednodobnih šumskih zasada crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni
Fig. 2. Percentile diameter distribution of volume increment of even aged Austrian pine stands on carbonate substrates in Bosnia

a) uticaj starosti, III bonitet,
stepen zastrtosti 0,82

a) depends of age,
site classe III, canopy 0,82

b) uticaj boniteta staništa, starosna
klasa 31-40 god., stepen zastrtosti 0,82

b) depends of site classe,
age classe 31-40, canopy 0,82

Mogu se uočiti male razlike veličina statističkih pokazatelja za razmatrane debljinske raspodjele, tabela 4.

Tabela 4. Statistički pokazatelji debljinske raspodjele tekućeg zapreminskog prirasta krupnog drveta jednodobnih šumskih zasada crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni
Table 4. Statistical characteristics for diameter distribution of volume increment of even aged Austrian pine stands on carbonate substrates in Bosnia

	Site classe III			Age classe 31-40		
	11-20	41-50	81-90	I	III	V
\bar{d} (cm)	7,31	20,23	31,01	18,18	15,59	10,85
d_{min} (cm)	4,00	3,30	12,10	5,00	4,60	4,40
d_{max} (cm)	11,90	33,60	48,50	25,70	26,40	16,70
S_d	1,76	5,77	7,01	4,31	4,08	3,06
K_v (%)	24,00	28,50	22,61	23,71	26,19	28,18
α_3	0,18	-0,08	0,31	0,04	0,02	0,15
α_4	2,82	2,72	2,74	2,75	2,84	2,10

6. Zaključna ramatranja - Conclusions

Dobijeni rezultati su u skladu sa dosadašnjim saznanjima o debljinskim raspodjelama zapremine i tekućeg zapreminskog prirasta jednodobnih sastojina. Debljinske raspodjele zapremine i zapreminskog prirasta jednodobnih šumskih zasada crnog bora u Bosni ukazuju da su stabla osrednje debljine glavni nosioci zapremine i proizvodnje drveta u zasadima. Na osnovu statističkih pokazatelja može se reći da su razmatrane debljinske raspodjele bliske normalnom rasporedu, male ili srednje asimetrije desno i zaobljene. U starijim zasadima i pri boljim uslovima staništa veći je interval variranja debljina stabala i veće je učešće debljih stabala u zapremini, zapreminskom prirastu, a i prinosu. Rezultati ovog rada bitni su pri utvrđivanju dužine produkcionog perioda i kvaliteta i vrijednosti prinosa.

Literatura – References

1. EKINOVIĆ, S. (1997): Metode statističke analize u Microsoft - Excel-u, Zenica.
2. KOPRIVICA, M. (1997): Šumarska biometrika, knjiga I. Institut za šumarstvo, Beograd.
3. MATIĆ, V. (1980): Prirast i prinos šuma, udžbenik. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
4. PAVLIČ, J. (1999): Metodika premjera i registrovanja podataka u jednodobnim zasadima smrče (*Picea abies* Karst.), bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) i crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) u Bosni i Hercegovini. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, No 1- knjiga XXIX.

SUMMARY - Sažetak

Diameter distributions of volume and volume increment of even aged Austrian pine stands on carbonate substrates in Bosnia were established using diameter structure of those stands. Weighted percentages of particular diameter classes were determined for particular age and site classes.

Diameter distributions of volume and volume increment of even aged Austrian pine stands on carbonate substrates in Bosnia have shown that the trees of medium diameters have the main role in wood production of the stands.

Taking statistical characteristics into consideration, diameter distributions are similar to normal distribution with little or medium right asymmetry (skewness) and wellrounded (kurtosis). Ranges and participations of higher diameters in older stands on better stand conditions in volume, volume increment and yield are higher. Results of this work are important for determination of the rotation period and quality and value of the yield.

*Debljinska raspodjela zapremine i zapreminskog prirasta jednodobnih zasada crnog bora
(Pinus nigra Arn.) na karbonatnim supstratima u Bosni*

*Prilog 1. Procentualna debljinska raspodjela tekućeg zapremine krupnog drveta jednodobnih šumskih zasada crnog bora na karbonatnim supstratima u Bosni
Appendix 1.: Percentile diameter distribution of volume of even aged Austrian pine stands on carbonate substrates in Bosnia*

Site class	Age	No. of plots	Percentile participation of diameter classes													
			do 5,1	5,1-7,5	7,6-10,0	10,1-12,5	12,6-15,0	15,1-17,5	17,6-20,0	20,1-22,5	22,6-25,0	25,1-27,5	27,6-30,0	30,1-32,5	32,6-35,0	Σ
I	Diameter classe		do 5,1	5,1-7,5	7,6-10,0	10,1-12,5	12,6-15,0	15,1-17,5	17,6-20,0	20,1-22,5	22,6-25,0	25,1-27,5	27,6-30,0	30,1-32,5	32,6-35,0	
	11-20	2	1,33	8,07	36,99	43,86	9,75									100
	21-30	1	0,42	3,10	16,60	29,47	17,59	32,82								100
	31-40	2	0,13	0,26	1,03	7,70	14,18	21,43	26,41	12,72	7,03	9,11				100
II	Diameter classe		do 5,1	5,1-7,5	7,6-10,0	10,1-12,5	12,6-15,0	15,1-17,5	17,6-20,0	20,1-22,5	22,6-25,0	25,1-27,5	27,6-30,0	30,1-32,5	32,6-35,0	
	11-20	3	3,47	33,00	32,28	24,41	6,85									100
	21-30	5	0,54	4,63	12,36	13,76	32,13	20,42	12,55	3,61						100
	31-40	9	0,04	0,36	2,93	6,26	14,87	24,43	17,74	10,89	11,42	6,36	2,08	1,16	1,46	100
	Diameter classe		do 5,1	5,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30,0	30,1-35,0	35,1-40,0	40,1-45,0	54,1-50,0				
	41-50	2		5,29	20,80	32,39	23,08	12,67	2,59	3,18						100
	51-60	5		1,56	11,56	35,96	32,24	16,42	2,25							100
	61-70	5			2,74	14,78	33,53	29,91	17,09	1,95						100
	71-80	2		1,15	4,42	23,97	32,38	27,96	10,13							100
91-100	4			0,08	1,42	8,06	15,74	26,52	23,06	21,07	4,06				100	
III	Diameter classe		do 5,1	5,1-7,5	7,6-10,0	10,1-12,5	12,6-15,0	15,1-17,5	17,6-20,0	20,1-22,5	22,6-25,0	25,1-27,5	27,6-30,0	30,1-32,5	32,6-35,0	
	11-20	5	7,00	50,54	37,14	5,33										100
	21-30	18	0,31	5,50	13,31	21,65	25,42	18,39	7,30	5,20	2,02	0,89				100
	31-40	6	0,10	1,93	6,25	16,24	20,50	22,78	20,60	8,04	2,39	1,17				100
	Diameter classe		do 5,1	5,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30,0	30,1-35,0	35,1-40,0	40,1-45,0	54,1-50,0				
	41-50	7	0,06	3,62	14,39	28,73	34,18	14,97	4,05							100
	51-60	12	0,02	2,17	14,02	31,75	35,16	15,42	0,59	0,88						100
	61-70	3		0,45	4,41	17,05	33,39	24,31	12,73	5,70	1,96					100
	71-80	3		0,38	1,02	6,90	19,28	33,10	29,23	7,49	2,60					100
	81-90	4			0,52	4,66	14,90	30,78	22,69	14,30	8,53	3,62				100

Site class	Age	No. of plots	Percentile participation of diametar classes													
			do 5,1	5,1-7,5	7,6-10,0	10,1-12,5	12,6-15,0	15,1-17,5	17,6-20,0	20,1-22,5	22,6-25,0	25,1-27,5	27,6-30,0	30,1-32,5	32,6-35,0	Σ
IV	Diameter classe		do 5,1	5,1-7,5	7,6-10,0	10,1-12,5	12,6-15,0	15,1-17,5	17,6-20,0	20,1-22,5	22,6-25,0	25,1-27,5	27,6-30,0	30,1-32,5	32,6-35,0	
	21-30	11	0,83	6,61	18,48	29,53	28,91	10,67	2,51	2,46						100
	31-40	2	0,62	3,55	16,38	32,83	18,68	16,85	11,1							100
	Diameter classe		do 5,1	5,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30,0	30,1-35,0	35,1-40,0	40,1-45,0	54,1-50,0				
	41-50	6	0,13	9,24	39,43	37,56	11,57	2,08							100	
	51-60	2		2,76	22,14	47,41	22,53	5,16							100	
	61-70	3		0,54	3,24	16,22	33,28	22,95	11,15	9,12	3,5				100	
	71-80	3		0,27	2,58	10,38	27,52	25,25	21,75	7,09	5,17				100	
81-90	1		0,55	2,98	7,85	16,03	33,56	19,12	19,91					100		
V	Diameter classe		do 5,1	5,1-7,5	7,6-10,0	10,1-12,5	12,6-15,0	15,1-17,5	17,6-20,0	20,1-22,5	22,6-25,0	25,1-27,5	27,6-30,0	30,1-32,5	32,6-35,0	
	21-30	1	0,69	17,88	23,2	32,16	20,31	5,76								100
	31-40	1	0,81	11,8	33,55	20,59	22,99	10,25								100
	Diameter classe		do 5,1	5,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30,0	30,1-35,0	35,1-40,0	40,1-45,0	54,1-50,0				
	61-70	1		0,47	2,21	6,17	18,71	27,74	23,97	20,74					100	
	81-90	1			3,63	15,4	19,63	34,41	11,19	15,74					100	