

USPIJEVANJE ŠEST VRSTA ČETINJAČA NA LESIVIRANOM TLU NA PODRUČJU BJELOVARA

GROWTH AND BIOMASS PRODUCTION OF SIX CONIFEROUS SPECIES ON LUVISOL

Stevo ORLIĆ*, Nikola KOMLENOVIĆ**, Petar RASTOVSKI***, Marijan OCVIREK****

SAŽETAK: Istraživanja su provedena na području Uprave šuma Bjelovar, u komparativnom pokusu šest vrsta četinjača. Pokus je osnovan u proljeće 1969. godine, a istražuju se sljedeće vrste četinjača: Obična smreka (*P. abies* Karst.), Obični bor (*P. sylvestris* L.), Crni bor (*P. nigra* Arn.), Europski ariš (*L. europea* L.), Američki borovac (*P. strobus* L.) i Zelena duglazija (*P. menziesii* Franco).

U 26. godini nakon osnivanja u pokusu su registrirani sljedeći rezultati: Visok postotak preživljenja imali su obični bor (81.8%), crni bor (80.1%) i obična smreka (79.9%), a izrazito nizak europski ariš (39.1%) i naročito zelena duglazija (17.4%); Američki borovac, europski ariš i zelena duglazija vodeće su vrste glede visinskog i debljinskog rasta. Daleko najveća drvna zaliha utvrđena je kod američkog borovca, a zbog niskog postotka preživljenja najniža kod zelene duglazije. Takav odnos utvrđen je i glede proizvedene suhe tvari. Iza američkog borovca (242.324 kg/ha) po proizvedenoj biomasi dolazi obični bor (218.081 kg/ha), zatim sa značajnim zaostatkom obična smreka (175.921 kg/ha), crni bor (168.228 kg/ha) i europski ariš (158.231 kg/ha) te na kraju zelena duglazija (127.616 kg/ha).

Hranivima je relativno najsiromašnije drvo, a najbogatije iglice i kora. Kod većine istraživanih vrsta biomasa je sadržavala najviše dušika, a zatim kalcija. Smreka je u ovom pokusu, kao i u više drugih pokusa, usvojila najviše kalcija.

Ključne riječi: četinjače, uspijevanje, produkcija biomase, akumulacija hraniva u biomasi

1. UVOD – Introduction

U Hrvatskoj ima oko 75.000 ha kultura četinjača (prema podacima J.P. "Hrvatske šume"). Najviše je na području uprava šuma Karlovac, Bjelovar, Gospić i Koprivnica. Ocjenjuje se da u Hrvatskoj ima još gotovo 400.000 ha slobodnih šumskih i vanšumskih površina koje treba privedi šumskoj proizvodnji.

Najveće površine za osnivanje novih kultura četinjača nalaze se na području mediterana, submediterana i u unutrašnjosti u području bujadnica i vriština (Matić, Dokuš, Orlić, 1992.).

Radi postizanja što boljih rezultata u gospodarenju kulturama četinjača, potrebno je neprekidno raditi na izboru vrsta i njihovih provenijencija, te sistematski pratiti uspijevanje (rast i prirast, te produkciju biomase) pojedinih vrsta u karakterističnim stajbinskim uvjetima

*dr. sc. Stevo Orlić, **dr. sc. Nikola Komlenović, ***dr. sc. Petar Rastovski, ****mr. sc. Marijan Ocvirek, Šumarski institut Jastrebarsko

Hrvatske. U suglasju s tim, u postojećim kulturama provode se intenzivna istraživanja tijekom posljednja tri desetljeća. O tome je objavljen i veći broj radova (Martinović, Komlenović, 1967., Komlenović, Dokuš, Mayer, Orlić, 1975., Komlenović 1976., 1987., Orlić, 1979., 1993., Dokuš, Orlić,

1986., Matić, 1986., Orlić, Komlenović, 1988., Komlenović, Orlić, Rastovski, 1995. i dr).

U ovom radu prikazat ćemo rezultate istraživanja o uspijevanju i produkciji biomase glavnih vrsta četinjača u komparativnom pokusu na području uprave šuma Bjelovar.

2. OBJEKT ISTRAŽIVANJA I METODA RADA – The Object and Methods of the Work

Istraživanja se provode na pilot objektu "Slatki potok", području šumarije Veliki Grđevac u komparativnom pokusu šest vrsta četinjača. Pilot objekt "Slatki potok" nalazi se u području brežuljkastog bjelovarskog

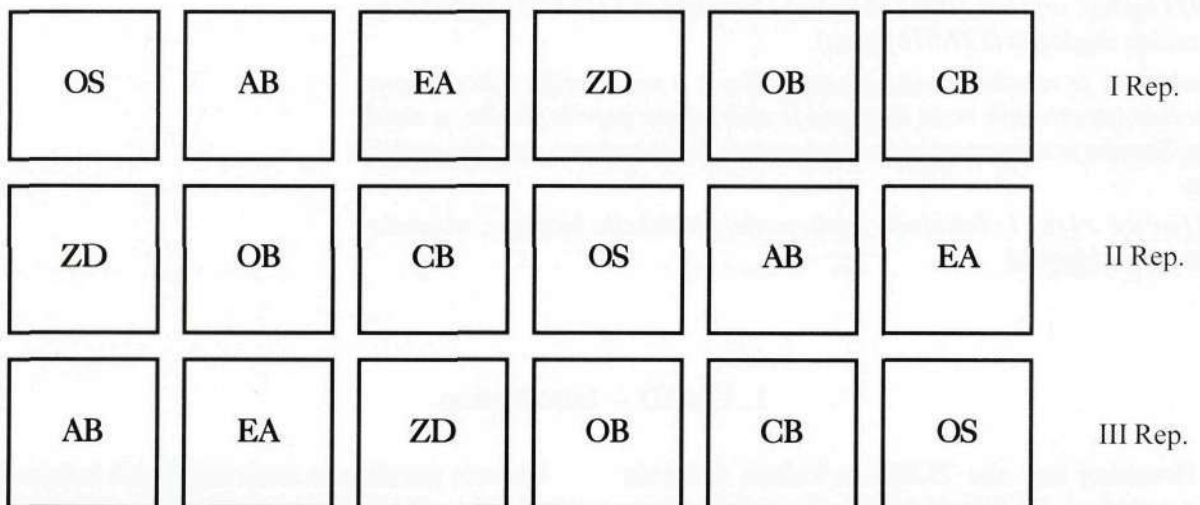
bazena. Zemljopisni položaj lokaliteta je: 45° 46' sjeverne širine, 17° 03' istočne dužine i 140-145 m nadmorske visine.

Tablica 1: Istraživane vrste i starost sadnica
Table 1: Investigated species with seedling age

Oznaka vrste Symbol	Vrsta drveća - Species	Starost sadnica, godina Seedling age, years
OS	Obična smreka - Norway spruce (<i>Picea abies</i> Karst.)	2+2
OB	Obični bor - Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	1+2
CB	Crni bor - Austrian pine (<i>Pinus nigra</i> Arn.)	1+2
EA	Europski ariš - European larch (<i>Larix europea</i> L.)	1+1
AB	Američki borovac - Eastern white pine (<i>Pinus strobus</i> L.)	1+3
ZD	Zelena duglazija - Douglas - fir (<i>Pseudotsuga mensiesii</i> Franco)	2+3

Slika 1: Plan pokusa

Figure 1: Experiment designe



Vrste - Species:

OS - Obična smreka - Norway spruce (*Picea abies* Karst.)

OB - Obični bor - Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)

CB - Crni bor - Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.)

EA - Europski ariš - European larch (*Larix europea* L.)

AB - Američki borovac - Eastern white pine (*Pinus strobus* L.)

ZD - Zelena duglazija - Douglas - fir (*Pseudotsuga mensiesii* Franco)

U istraživanja su uključene gospodarski najinteresantnije vrste četinjača, tri domaće i tri strane. U tablici 1 popisane su istraživane vrste i starost njihovog sadnog materijala. Sadni materijal je poznatog porijekla (Orlić, 1979.). Poljski pokus osnovan je u proljeće 1969. godine. Primijenjen je randomizirani blok sustav uz tri ponavljanja (Slika 1). Razmak sadnje je 2 x 2 m (2.500 N/ha) kod svih vrsta. Od svake vrste zasađene su 144 biljke u radnoj plohi, odnosno 432 u pokusu (144 x 3 repeticije). Opažanja i izmjere u pokusu su obavljena prvih pet godina svake godine, a nakon toga svake pete godine. Rezultati istraživanja objavljeni su (Orlić, 1979., 1983., Orlić, Komlenović, 1988.). Posljednja izmjera provedena je u jesen 1994. i proljeće 1995. godine, odnosno u 26. godini od osnivanja pokusa. Na svim stablima mjerena je visina i prsni promjer, te preživljenje biljaka u plohama. Temeljem prikupljenih podataka obračunata je drvena masa i poprečni dobni prirast. Za obračun drvene mase korištene su jednoulazne tablice-tarife (Hamilton, 1975.). Visinske krivulje su izravnane matematsko-grafičkom metodom, a srednje sastojinsko stablo obračunato je pomoću srednje temeljnice i visinskih krivulja.

Statistička obrada podataka provedena je temeljem visine i prsnog promjera, i to analize varijance i Duncan test (tablica 5 i 6).

Proizvedena biomasa po jedinici površine obračunata je pomoću srednjeg sastojinskog stabla, koje je



Slika 2: Deblo, korijen i granje (suhu+živo) obične smreke
Foto: S. Orlić



Slika 3: Deblo, korijen i granje (suhu+živo) europskog ariša
Foto: S. Orlić



Slika 4: Iskapani korijenov sustav crnog bora
Foto: S. Orlić

pronađeno i posječeno u svakoj repeticiji. Na terenu je vaganjem utvrđena težina svježe tvari debla, panja, žilja i grana (žive + suhe). Od svakog dijela stabla uzet je uzorak za laboratorijsku obradu radi utvrđivanja učešća drva, kore i iglica, te ukupno proizvedene suhe tvari. Uzorci su sušeni na temperaturi od 105° C do konstantne težine, usitnjeni i zatim analizirani (Orlić, Komlenović, Rastovski, Ocvirek, 1991.).

Koncentracije hraniva u biljnoj tvari utvrđene su metodama koje su korištene u našim ranijim istraživanjima (Komlenović, 1978., Komlenović, Orlić, Rastovski, 1995.).

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Research Results and Discussion

3.1. Područje istraživanja – Research area

U istraživanom području klima je humidna. Prema Thornthwaitu indeks efektivnosti oborina (P/E) je 72. Oznaka klime prema Köpenu je Cfbm^b.

Srednja godišnja temperatura zraka je 10,3° C, a u toplijem dijelu godine (IV-IX mj.) 16,6° C, srednja go-

dišnja količina oborina iznosi 813 mm, a u toplijem dijelu godine (IV-IX mj.) 462 mm.

U vegetacijskom pogledu to je područje šume hrasta kitnjaka i običnog graba (Quercus-Carpinetum Croatiaicum Horv.).

Tlo na istraživanom lokalitetu prema Mayer-u definirano je kao rigolano lesivirano do slabo pseudoglejno (Komlenović, Dokuš, Mayer, Orlić,

1975.). U tablici 2 prikazani su podaci o osnovnim kemijskim svojstvima tla, a u tablici 3 podaci o sadržaju ukupnih hraniva.

Tablica 2: Mehanički sastav tla

Table 2: Mechanical composition of the soil

Dubina, cm Depth, cm	% čestica promjera u mm % particles diameter in mm				Teksturna oznaka Texture Glinasta ilovača Dry loam
	2 - 0.2	0.2-0.02	0.02-0.002	< 0.002	
0 - 20	0,1	59,3	23,4	17,2	
20 - 45	0,5	58,3	25,3	15,4	
80 - 100	0,1	55,2	26,0	18,7	

Tablica 3: Kemijska svojstva tla

Table 3: Chemical soil properties

Dubina, cm Depth, cm	pH		AL		Ukupni N Total N	Humus Humus	C : N
	H ₂ O	N - KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O			
					mg/100g		
0 - 20	4,9	4,0	27,1	13,5	0,08	1,5	10,5
20 - 45	4,7	4,0	21,8	11,9	0,07	0,9	7,7
80-100	5,1	4,1	17,0	7,1		-	-

Površina na lokalitetu Slatki potok prije osnivanja pokusa korištena je nekoliko godina u poljoprivredne svrhe (uzgoj pšenice i kukuruza), a prije toga je tu bila grabova panjača koja je posječena i tlo iskrčeno. Temeļjem provedenih terenskih i laboratorijskih istraživanja površina je ocijenjena kao vrlo povoljna za podizanje nasada četinjača.

3.2. Osnovni strukturni elementi kulture

Structurals features of the culture

Osnovni podaci o strukturi sastojine u mjernim plohamu a komparativnom pokusu vrsta prikazani su u tablici 4.

Tablica 4: Osnovni strukturni elementi kulture

Table 4: Structural features of the culture

Red. broj Num.	Vrsta drveća Tree species	Starost godina Age years	Preživljenje Survival		Sradnje stablo Average tree		Temeljnica Basal area m ² /ha	Drvena zaliha Growing stock m ³ /ha	Prosječni prirast Average increment m ³ /ha
			N/ha	%	h,m	d,cm			
1	Obična smreka - Norway spruce (<i>Picea abies</i> Karst.)	30	1998	79,9	13,7	14,7	34,03	233,23	7,77
2	Obični bor - Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	29	2044	81,8	16,1	17,0	46,39	336,72	11,61
3	Crni bor - Austrian pine (<i>Pinus nigra</i> Arn.)	29	2003	80,1	13,4	15,8	39,52	269,72	9,30
4	Europski ariš - European larch (<i>Larix europea</i> L.)	28	978	39,1	18,7	18,9	27,45	250,00	8,93
5	Američki borovac - Eastern white pine (<i>Pinus strobus</i> L.)	30	1523	60,9	19,2	21,5	55,14	549,12	18,30
6	Zel. duglazija - Douglas - fir (<i>Pseudots. mensiesii</i> Franco)	31	434	17,4	18,1	23,8	19,40	169,08	5,45

Tablica 5: Analiza varijance za totalnu visinu

Table 5: Variance analysis of overall height

Izvor varijabilnosti Source of variability	Stupnjevi slobode Degrees of freedom	Suma kvadrata Sum of squares	Srednji kvadrat Medium square	F rač. F-acc.	F tab. F tab.
Ponavljjanje Replication	2	0,54	0,27	0,36	
Vrste Species	5	89,52	17,90	23,91	5,64 (1%)
Greška Error	10	7,49	0,75		

Duncan test						
Vrsta - Species:	CB	OS	OB	ZD	EA	AB
X,m	13,29	13,33	16,07	17,13	18,08	19,16

Bilo koje dvije sredine podvučene istom crtom nisu značajno različite, razina 1%

Any two means not underscored by the same line are not highly significant 1%

Tablica 6: Analiza varijance za prsni promjer

Table 6: Variance analysis of d.b.h.

Izvor varijabilnosti Source of variability	Stupnjevi slobode Degrees of freedom	Suma kvadrata Sum of squares	Srednji kvadrat Medium square	F rač. F-acc.	F tab. F tab.
Ponavljjanje Replication	2	4,86	2,43	1,32	
Vrste Species	5	170,37	34,07	18,46	5,64 (1%)
Greška Error	10	18,46	1,85		

Duncan test						
Vrsta - Species:	OS	CB	OB	EA	AB	ZD
X,cm	14,22	15,36	16,50	18,11	21,14	22,83

Bilo koje dvije sredine podvučene istom crtom nisu značajno različite, razina 1%

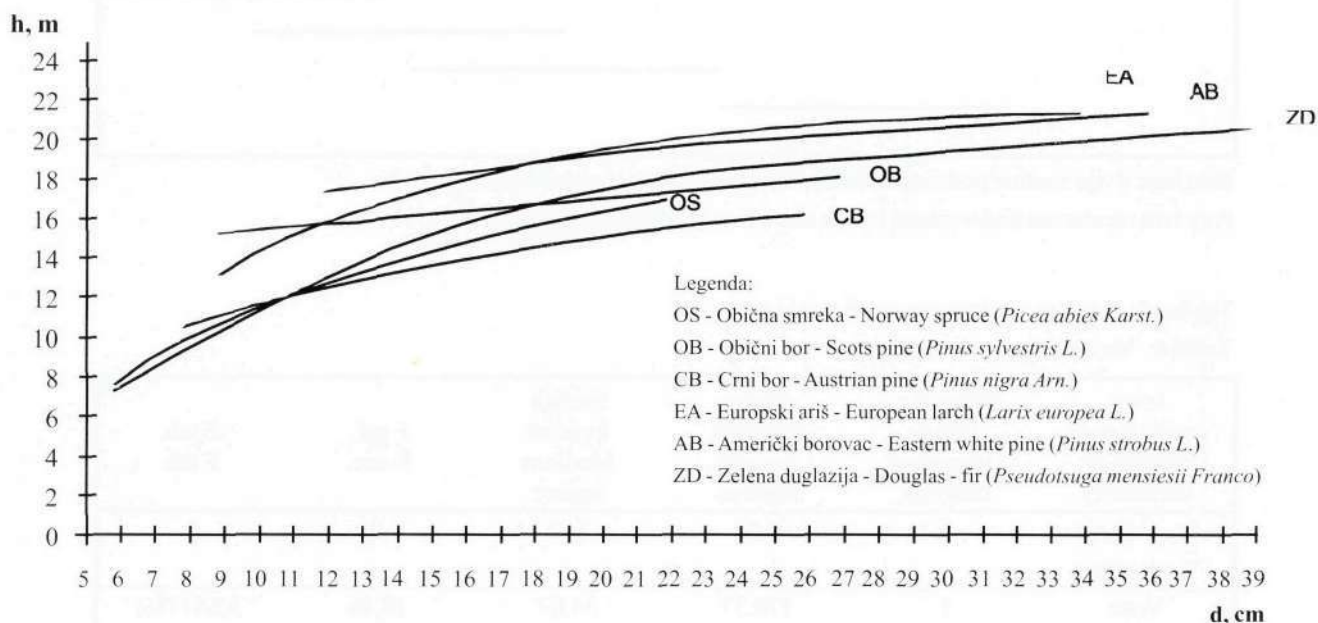
Any two means not underscored by the same line are not highly significant 1%

Starost sadnica korištenog sadnog materijala kretala se od 2 godine (1+1 europski ariš) do 5 godina (zelena duglazija). Od osnivanja pokusa proteklo je 26 godina, to znači da se ukupna starost stabala kod posljednje izmjere kretala u rasponu od 28 godina kod europskog ariša do 31 godine kod zelene duglazije (tablica 1).

Preživljenje biljaka u pokusu bilo je zadovoljavajuće kod običnog bora (81,8%), crnog bora (80,1%) i obične smreke (79,9%), znatno slabije kod američkog borovca (60,9%) i vrlo slabo kod europskog ariša (39,1%) i zelene duglazije (17,4%). Razlog slabog uspjeha pojedinih vrsta glede preživljenja treba tražiti u jakom napadu grčice u 3. godini iza osnivanja pokusa.

U pogledu debljinskog i visinskog rasta u ovoj razvojnoj fazi vodeće su aloktone vrste, zelena duglazija (23,8 cm i 18,1 m), američki borovac (21,5 cm i 19,2 m) i europski ariš (18,9 cm i 18,71 m). Naše domaće vrste imale su u prosjeku sporiji rast za oko 25%, najbolji je običan bor (17,0 cm i 16,1 m), zatim crni bor (15,8 cm i 13,4 m) i najslabija obična smreka (14,7 cm i 13,7 m). Provedena analiza varijance pokazuje da su utvrđene razlike među vrstama visokosignifikantne (razina 1% F rač. 18,46^{xx} za promjer i 23,91^{xx} za visinu, tablica 5 i 6). Visinske krivulje (graf.1) i debljinska struktura stabala u plohama (graf. 2) dobro ilustriraju visinski i debljinski rast pojedinih vrsta u pokusu.

Grafikon 1: Visinske krivulje
Graph 1: Height curves



Temeljnica po ha najviša je kod američkog borovca (55,14 m²) i zatim kod običnog bora (46,39 m²), a slijede crni bor (39,52 m²) i obična smreka (34,03 m²). Zbog niskog postotka preživljenja osjetnije zaostaju europski ariš (27,45 m²) i zelena duglazija (19,40 m²).

Glede proizvedene drvene mase po ha odnosi među vrstama su istovjetni kao po temeljnici, vodeći su američki borovac (549,12 m³) i običan bor (336,72 m³), a slijede crni bor (269,72 m³), obična smreka (233,23 m³), europski ariš (250,00 m³) i zelena duglazija (169,08 m³).

Prosječni dobnii prirast kretao se u rasponu od 5,45 m³/ha kod zelene duglazije do čak 18,30 m³/ha kod američkog borovca.

Podaci o rastu i prirastu u istovjetnom pokusu navedenih vrsta u području bujadnica i vriština, područje Šumarije Duga Resa - pilot objekt "Lokve", niži su za oko 10% kod obične smreke, običnog bora, crnog bora, europskog ariša i zelene duglazije, a veći za oko 10% kod američkog borovca u odnosu na one u "Slatkom potoku" (Komlenović, Orlić, Rastovski, 1995.). Istraživanja koja su provedena na širem području Uprave šumarije Bjelovar tijekom 1980. i 1981. godine u mladim kulturama četinjača pokazala su približno isti odnos među vrstama u pogledu intanziteta rasta, a rezultati u 15. godini starosti iznose oko 50% vrijednosti registrirane na pilot objektu "Slatki potok" (Orlić, 1981.).

3.3 Produkcija suhe tvari i sadržaj elemenata prehrane – Dry matter production, the analysis of the nutrition

Podaci o proizvedenoj biomasi i njenoj strukturi prikazani su u tablici 5.

Slično kao i u pogledu drvene zalihe američki borovac je proizveo najveću, a zelena duglazija najmanju količinu suhe biljne tvari. Iza američkog borovca po produkciji biomase najprije dolazi obični bor, zatim sa značajnim zaostatkom tri podjednake vrste; obična smreka, crni bor i europski ariš, te na kraju zelena duglazija. Zanimljiva je činjenica kako u pogledu produkcije suhe biljne tvari nismo utvrdili tako veliku razliku između američkog borovca i običnog bora, kao kod drvnih zaliha. Osnovni je razlog tome što obični bor ima najrazvijenije krošnje, pa prema tome i najveće učešće suhe tvari grana u ukupnoj suhoj tvari u odnosu na druge istraživane vrste. Biomasa iglica običnog bora također je bila značajno veća nego kod američkog borovca. Inače daleko najveća količina iglica utvrđena je kod obične smreke. U odnosu na bujadnice i vrištine (Komlenović et. al. 1995) ovdje smo bolji učinak postigli sa crnim borom, ali daleko slabiji s europskim arišem. Osnovni je tome razlog razlike u preživljenju ovih vrsta u ova dva pokusa. Izrazito nizak postotak preživljenja imala je u ovom pokusu zelena duglazija.

Tablica 7: Produkcija suhe tvari (kg/ha)

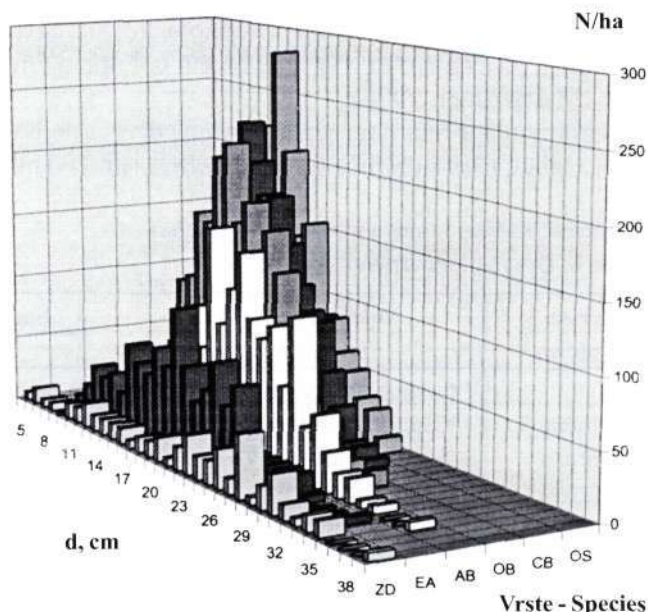
Table 7: Dry matter production (kg/ha)

Vrsta drveća Species	Nadzemni dio - Above ground				Podzemni dio Under ground	Ukupno Total
	Deblo Stem	Grane Branches	Iglice Needles	Ukupno Total		
Obična smreka Norway spruce	98.388,19 55,92	27.136,17 15,43	24.708,60 14,05	150.232,96 85,40	25.687,62 14,60	175.920,58 100%
Obični bor Scots pine	126.993,72 58,23	52.776,08 24,20	11.650,16 5,34	191.419,96 87,77	26.660,91 12,23	218.080,87 100%
Crni bor Austrian pine	112.828,96 67,07	31.026,47 18,44	7.384,39 4,39	151.239,82 89,90	16.968,54 10,10	168.228,36 100%
Europski ariš European larch	112.890,54 71,35	20.407,60 12,90	2.960,08 1,87	136.258,22 86,12	21.972,40 13,88	158.230,62 100%
Američki borovac Eastern white pine	163.031,91 67,28	33.033,87 13,63	7.254,56 2,99	203.320,34 83,10	39.004,03 16,10	242.324,37 100%
Zelena duglazija Douglas - fir	78.872,27 61,80	20.199,81 15,83	10.019,61 7,85	109.091,69 85,48	18.524,57 14,52	127.616,26 100%

Udjel biomase deblovine u ukupnoj biomasi bio je najmanji kod smreke (57%), a najveći kod europskog ariša (1,2%). Europski ariš imao je, međutim, relativno najmanju biomasu grana (12,9%) i iglica (1,9%), a kako smo već naveli kod običnog bora biomasa grana bila je najveća (24,2%). Kod smreke je utvrđeno najveće učešće biomase iglica (14,3%).

Udjel biomase podzemnog dijela kretao se u ovom pokusu između 10,1% (crni bor) i 16,2% (američki borovac), što je daleko manje nego u pokusu na podru-

Grafikon 2: Debljinska struktura stabala u plohama
Graph 2: Diameter distribution of stems in plots



Mali broj stabala po jedinici površine osnovni je razlog niske drvene zalihe i male količine suhe biljne tvari koju je proizvela ova vrsta drveća. I ovaj pokus pokazuje kako zelena duglazija nije pionirska vrsta.

čju Duga Rese (Komlenović et. al. 1995). To se može djelomično pripisati većoj starosti ove kulture (Komlenović 1978, Mälkönen 1974, Young i Carpenter 1967), ali još više povoljnim biljno-hranidbenim svojstvima lesiviranog tla. Dobro je poznato kako šumsko drveće na supstratu slabo opskrbljenom biljnim hranivima nastoji što više razviti korijenski sustav i na taj način obuhvatiti što veću njegovu masu (Komlenović 1983).

Za proizvedenu biomasu, posebno biomasu američkog borovca i običnog bora može se reći da je ona općenito velika kada se uspoređi s biomasom koju je američki borovac postigao u svom prirodnom arealu u SAD (Young i Carpenter 1967) ili obični bor npr. u Finskoj (Mälkönen 1974).

Hranivima je relativno najsiromašnije drvo, a najbogatije iglice i kora (tablica 6). Kod većine istraživanih

vrsta biomasa je sadržavala najviše dušika, a zatim kalcija.

Smreka je u ovom kao i većini drugih naših pokusa, usvojila najviše kalcija (Komlenović 1978, Orlić et. al. 1971, Komlenović et. al. 1995), a nakon toga dušika.

Tablica 8: Sadržaj hraniva u suhoj tvari (kg/ha)

Table 8: Dry matter nutrients (kg/ha)

Vrsta Species	Dijelovi stabla Tree parts	Sadržaj hraniva u suhoj tvari (kg/ha) – Dry matter nutrients (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
Obična smreka Norway spruce	Drvo debla - Stem	110,74	5,96	51,11	85,19	11,93
	Kora debla - Stem bark	60,72	8,05	43,56	194,04	10,96
	Grane - Branches	76,08	17,22	61,26	150,82	15,70
	Iglice - Needles	207,55	47,74	205,08	313,79	23,47
	Nadzemni dio - Above ground	455,09	78,97	361,01	743,84	62,06
	Podzemni dio - Under ground	61,55	8,24	39,96	145,05	26,79
	Ukupno - Total	516,64	87,21	400,97	888,89	88,85
Obični bor Scots pine	Drvo debla - Stem	86,64	11,91	62,81	108,30	34,66
	Kora debla - Stem bark	84,12	8,04	28,04	151,42	11,78
	Grane - Branches	174,57	13,18	48,95	219,72	28,97
	Iglice - Needles	199,22	20,95	59,42	83,88	9,08
	Nadzemni dio - Above ground	544,55	54,08	199,22	563,32	84,49
	Podzemni dio - Under ground	84,49	10,20	54,96	24,79	12,45
Ukupno - Total	629,04	64,28	254,18	588,11	94,94	
Crni bor Austrian pine	Drvo debla - Stem	134,47	2,88	48,03	96,05	2,89
	Kora debla - Stem bark	63,76	7,21	20,13	90,60	9,23
	Grane - Branches	75,56	16,62	40,24	108,03	17,73
	Iglice - Needles	110,76	11,67	50,21	53,17	9,75
	Nadzemni dio - Above ground	384,55	38,38	158,61	347,85	39,60
	Podzemni dio - Under ground	39,81	9,98	32,50	14,33	12,07
Ukupno - Total	424,36	48,36	191,11	362,18	51,67	
Europski ariš European larch	Drvo debla - Stem	58,63	2,93	29,33	58,65	16,62
	Kora debla - Stem bark	59,04	11,35	22,71	90,84	11,96
	Grane - Branches	98,06	22,86	34,27	81,88	12,13
	Iglice - Needles	76,67	5,00	18,65	22,50	6,81
	Nadzemni dio - Above ground	292,40	42,14	104,96	253,87	47,52
	Podzemni dio - Under ground	78,40	5,91	26,49	177,17	8,72
Ukupno - Total	370,80	48,05	131,45	431,04	56,24	
Američki borovac Eastern white pine	Drvo debla - Stem	190,52	24,08	81,65	95,26	21,77
	Kora debla - Stem bark	102,51	12,68	48,56	53,95	17,00
	Grane - Branches	92,79	6,35	29,15	73,78	17,18
	Iglice - Needles	126,23	12,77	34,82	52,23	13,86
	Nadzemni dio - Above ground	512,05	55,88	194,18	275,22	69,81
	Podzemni dio - Under ground	81,76	8,16	41,86	20,49	13,12
Ukupno - Total	593,81	64,04	236,04	295,71	82,93	
Zelena duglazija Douglas fir	Drvo debla - Stem	41,20	5,49	20,60	20,60	4,81
	Kora debla - Stem bark	54,05	6,63	30,59	52,01	5,10
	Grane - Branches	68,78	8,61	40,32	88,98	7,69
	Iglice - Needles	116,23	17,63	66,13	103,20	12,65
	Nadzemni dio - Above ground	280,26	38,36	157,64	264,79	30,25
	Podzemni dio - Under ground	25,82	4,61	18,00	27,85	6,46
Ukupno - Total	306,08	42,97	175,64	292,64	36,71	

Što se tiče djelotvornosti usvojenog dušika glede proizvedene drvene tvari deblovine (Hansen i Baker 1979, Simon et. al. 1990, Komlenović i Krstinić 1994), ona je bila najveća kod europskog ariša

(3,28 g N/ 1 kg deblovine ili 1 g N/305 g deblovine), a najmanja kod obične smreke (5,28 g N/ 1 kg deblovine ili 1 g N/189 g deblovine).

Tablica 9: Kemizam biljnog materijala

Table 9: Chemical composition of plant material

Vrsta Species		Dijelovi stabla Tree parts	Sadržaj hraniva u % - Contents of minerals %				
			N	P	K	Ca	Mg
Obični bor Scots pine	Deblo Stem	Drvo - Wood	0,08	0,011	0,58	0,10	0,032
		Kora - Bark	0,45	0,043	0,15	0,81	0,063
	Grane Branches	Suho drvo - Dry wood	0,25	0,011	0,02	0,38	0,040
		Svježije drvo - Fresh wood	0,24	0,028	0,15	0,15	0,062
		Kora - Bark	1,04	0,112	0,46	1,19	0,133
		Iglice - Needles	1,71	0,173	0,51	0,72	0,078
	Korijen Root	Drvo - Wood	0,20	0,018	0,06	0,07	0,021
		Kora - Bark	0,76	0,115	0,76	0,18	0,144

Iz svega iznesenog proizlazi kako na istraživanoj stobini proučavane četinjače različito uspijevaju. Bez obzira na ove razlike ovdje se može uspješno proizvoditi drvo četinjača u kratkim ophodnjama. Nakon četinjača moguć je i uzgoj autoktonih listača. Ove i slične

površine ipak su ponajprije predodređene za poljoprivrednu proizvodnju. Slične rezultate s četinjačama moguće je postići na području bujadnica i vriština koje nije pogodno za intenzivan uzgoj ratarskih kultura (Komlenović et. al. 1995).

4. ZAKLJUČCI - Conclusions

1. U pokusu sa šest vrsta četinjača osnovanom na lesiviranom tlu visok postotak preživljenja imali su obični i crni bor te smreka. Kod europskog ariša utvrđen je nizak, a zelene duglazije izrazito nizak postotak preživljenja.

2. Američki borovac, europski ariš i zelena duglazija bile su vodeće vrste glede visinskog rasta. Kod ovih su vrsta utvrđeni i najveći prsni promjeri. Daleko najveća drvena zaliha utvrđena je kod američkog borovca.

Zbog malog postotka preživljenja duglazija je imala najmanju drvenu zalihu.

3. Američki borovac proizveo je i najveću, a zelena duglazija najmanju biomasu.

4. Iglice i kora sadržavali su relativno najviše, a drvo najmanje analiziranih hraniva. Od analiziranih hraniva biomasa obične smreke nakupila je najviše kalcija, a svih ostalih istraživanih vrsta drveća najviše dušika.

LITERATURA - References

- Assmann, E., 1970.: The Principles of Forest Yield Study, Pergament Press, London.
- Dokuš, A., Orlić, S., 1986.: Šumske kulture i plantaže, Monografija, Šumarski institut, Jastrebarsko, str. 87-91, Jastrebarsko
- Hamilton, G.J., 1975.: Forest Mensuration Handbook, Her Majesty's Stationary Office, London.
- Hansen, E.A., Baker, J.B., 1979.: Biomass and nutrient removal in short rotation intensively cultured plantations. In Proceedings of Symposium on Impact of Intensive Harvesting of Forest Nutrient Cycling, 13-16 Aug. 1979., State University of New York, College of Environment Science and Forestry, Syracuse: 130-150.
- Komlenović, N., 1978.: Utjecaj mineralnih gnojiva na ishranu i rast obične smreke (*Picea abies* Karst.) na lesiviranom akričnom (vrištinskom) tlu. *Annales Forestales* 8/5: 91-122.

- Komlenović, N., 1983.: Ishrana bilja. Šumarska enciklopedija, Zagreb, Knjiga 2: 139-143.
- Komlenović, N., Dokuš, A., Orlić, S., Mayer, B., 1975.: Proučavanje metoda podizanja i uzgoja intenzivnih nasada četinjača brzog rasta. Osnovne ekološke značajke objekata istraživanja, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Komlenović, N., Krstinić, A., 1994.: Neka fiziološka svojstva pojedinih klonova topola iz sekcije Aigiros i Tacamahaca. *Šumarski list*, 118,5-6: 147-152.
- Komlenović, N., Orlić, S., Rastovski, P., 1995.: Uspijevanje šest vrsta četinjača u području bujadnica i vriština, *Šum. list* 5-6, 169-178, Zagreb.
- Komlenović, N., Orlić, S., Rastovski, P., 1995.: Uspijevanje šest vrsta četinjača u području bujadnica i vriština, *Šumarski list*, 119, 5-6: 169-178.

- Mälkönen, E., 1974.: Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84.5: 1-87.
- Orlić, S., 1979.: Prvi rezultati komparativnog pokusa uzgajanja nekih domaćih i stranih vrsta četinjača, *Šum.list* 9-10, 433-444, Zagreb.
- Orlić, S., 1993.: U spijevanje domaćih i stranih vrsta četinjača u mladim kulturama na području bujadnica i vriština Hrvatske, *Radovi*, Vol. 1-2, S1-103, Jastrebarsko.
- Orlić, S., Komlenović, N., 1988.: Uspijevanje kultura četinjača i njihov utjecaj na kemijska svojstva tla na različitim staništima, *Radovi*, Vol. 75, 115-121, Jastrebarsko.
- Orlić, S., Komlenović, N., Rastovski, P., Ocvirek, M., 1991.: Prvi proredni zahvat, produkcija biomase i njezin kemizam u kulturi obične smreke (*Picea abies* Karst.) Velika Buna, *Radovi*, Vol. 26, 1: 77-93, Jastrebarsko.
- Simon, M., L. Zsuffa, D. Burgess, 1990.: Variation in N,P and K status and N efficiency in some North American Wilows, *Can. J. Res.* 21: 188-193.
- Young, H. E., P. N. Carpenter 1967.: Weight, nutrient element and productivity studies of seedlings and saplings of eight tree species in natural ecosystems. *Technical Buletin* 28. Maine agricultural experimental station. University of Maine, Orzono.

SUMMARY: An investigation was carried out in the area of the Bjelovar Forest Administration, at the pilot plots "Slatki potok", in a comparative experiment with six coniferous species. The pilot plots are located in the hilly area of the Bjelovar Basin. Geographical positioning was: 45 degrees and 46 minutes of northern latitude, 17 degrees and 3 minutes of eastern longitude and 140 – 145 m altitude.

The climate of the investigated area is humid, and the soil is luvisc to to slight pseudogleic. With regard to vegetation it is an area of Sessileflowered Oak and Common Hornbeam forest.

In the comparative experiment the growth of the following coniferous species was investigated: Norway Spruce (OS), Scotch Pine (OB), Austrian Pine (CB), European Larch, (EA), Douglas-fir (ZD) and Eastern White Pine (AB).

The planting material utilized was of known origin. The field experiment was established in the spring of 1969. A randomized block design was applied in three repetitions. Spacing of planting was 2x2 m (2.500 N/ha) in all species.

The latest measuring during the experiment was taken in the autumn of 1994 and spring 1995, i. e. in the 26th year following its establishment. Plant survival was registered and the height and diameter breast height of all trees was measured. The volume of wood was calculated by measured. The volume of wood was calculated by means of one-entry tables-tariffs. The mean stand tree of each species was calculated by means of the mean basal area and height curve. The produced biomass in each area unit was calculated by means of the mean stand tree, which was felled at each repetition. The weight of the fresh matter of the stem, stump, roots and branches was determined by weighing. Samples for laboratory analyses were taken from all parts of the tree. The samples were dried at 105 degrees C up to a constant weight, cut into small pieces, and analysed. A high percentage of survival was registered in Scotch Pine (81.8%), Austrian Pine (80.1%) and Norway Spruce (79.9%), and considerably poorer in European Larch (39.1%) and Douglas-fir (17.4%). With regard to the diameter and height growth the leading species were the Douglas-fir (18.9 cm and 18.71 m), Eastern White Pine (21.5 cm and 19.15 m) and European Larch (18.9 cm and 18.7 m). The indigenous species of Scotch Pine, Austrian Pine and Norway Spruce demonstrated slower growth in this developmental phase. In view of the volume of wood produced per hectare the leading species are the Eastern White Pine (549.12 m³) and Scotch Pine (336.72 m³), while, due to the low survival percentage, the European Larch (250.00 m³) and Douglas-fir (169.08 m³) are considerably poorer.

Similarly, as in the case of growing stock, Eastern White Pine produced the largest (242.324 kg/ha), and Douglas-fir the smallest (127.616 kg/ha) amount of dry plant matter. With regard to the production of biomass the Eastern White Pine is followed by the Scotch Pine (218.081 kg/ha) and then, considerably lagging behind, follow three species; Norway Spruce (175.921 kg/ha), Austrian Pine (168.228 kg/ha) and European Larch (158.231 kg/ha). The share of bolewood biomass in the overall biomass was relatively the smallest in Norway Spruce (55.92%), and the greatest in European Larch (71.3 %). The biomass share of the subsoil part ranged between 10.1% (Austrian Pine) and 16.2% (Eastern White Pine). Regarding nutrients, wood was the poorest, while needles and bark were the richest. In the majority of the tree species investigated the biomass contained the most nitrogen, followed by calcium. The spruce in this experiment, as in several other experiments, absorbed the most calcium. With regard to the effectiveness of the absorbed nutrients, particularly nitrogen, in view of the bolewood dry matter produced, it was highest in European Larch, and lowest in Norway Spruce.