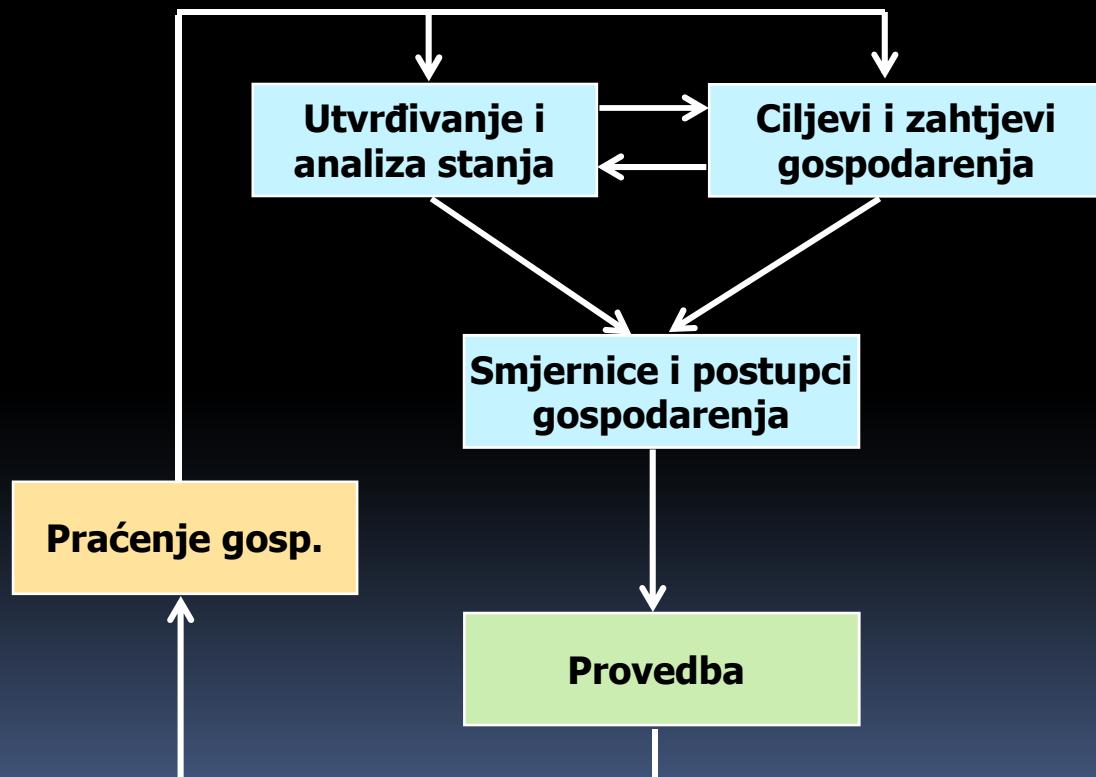




Planiranje sječivog prihoda u prebornim šumama narušene strukture

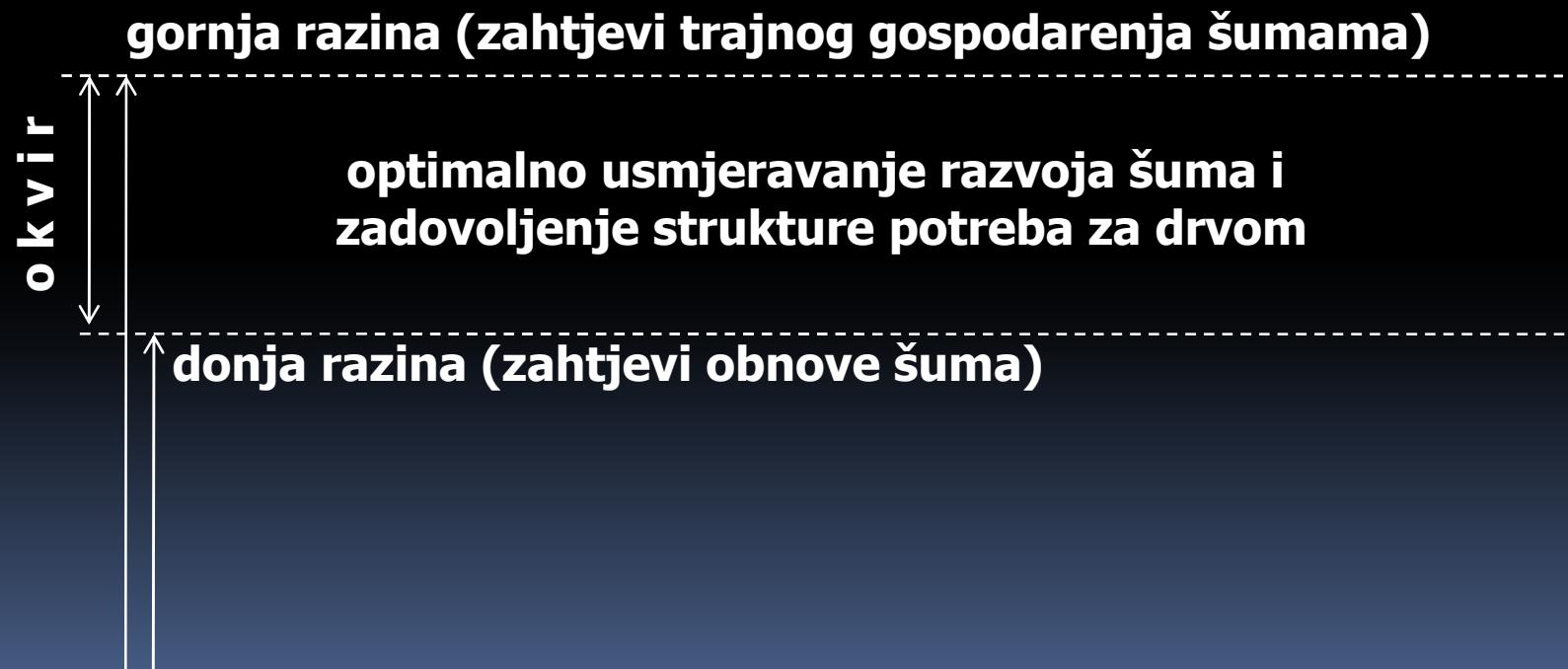
Prof. dr. sc. Juro Čavlović

planiranje ↔ gospodarenje





sjeća? krčenje šuma,
izvor prihoda za pokrivanje troškova gospodarenja,
posljedica provedbe nužnih postupaka gospodarenja,
ključni instrument usmjeravanja razvoja šumskih sastojina





planiranje sječivog prihoda:

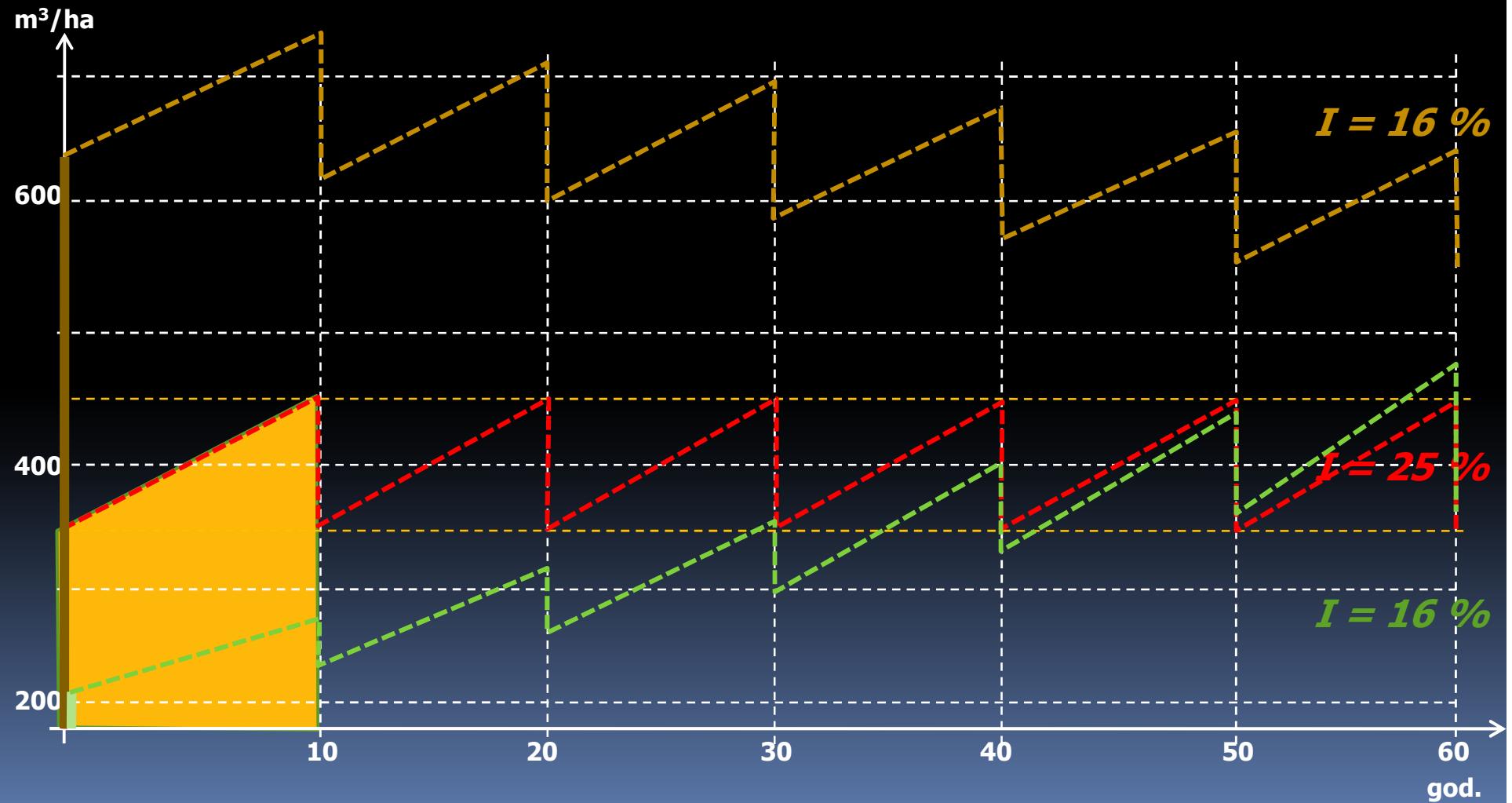
**kvantifikacija,
prostorno lociranje,
vremensko lociranje,
način provedbe (vrsta sječe)**

kvantifikacija sječe

$$E_{razd} = I_{\%} \times (DZ_{inv} + (x \times iv))$$

**razina planiranja
način gospodarenja
razvojno strukturne značajke**

preborna sječa

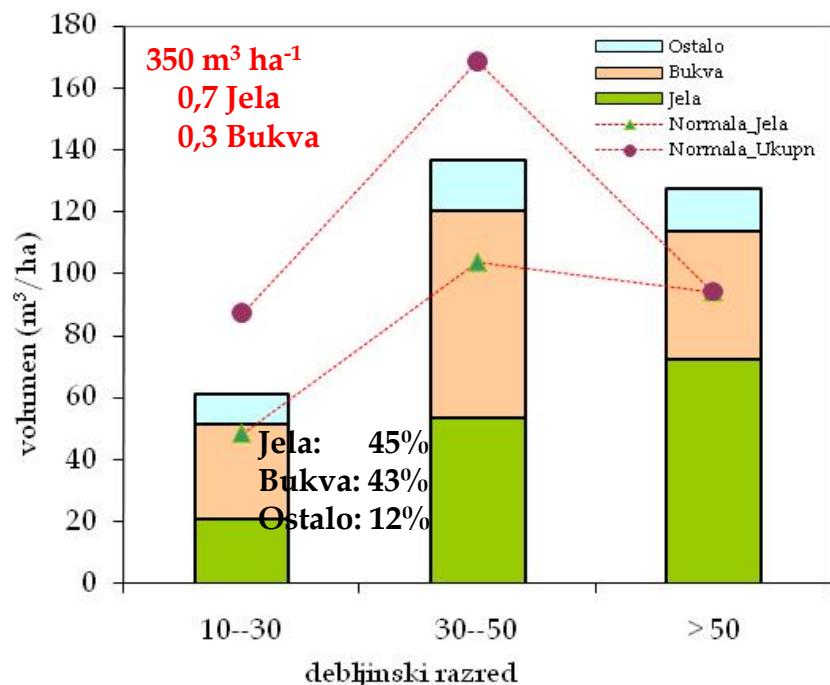


Struktura bukovo jelovih šuma prebornog načina gospodarenja

ŠGOP (2006):

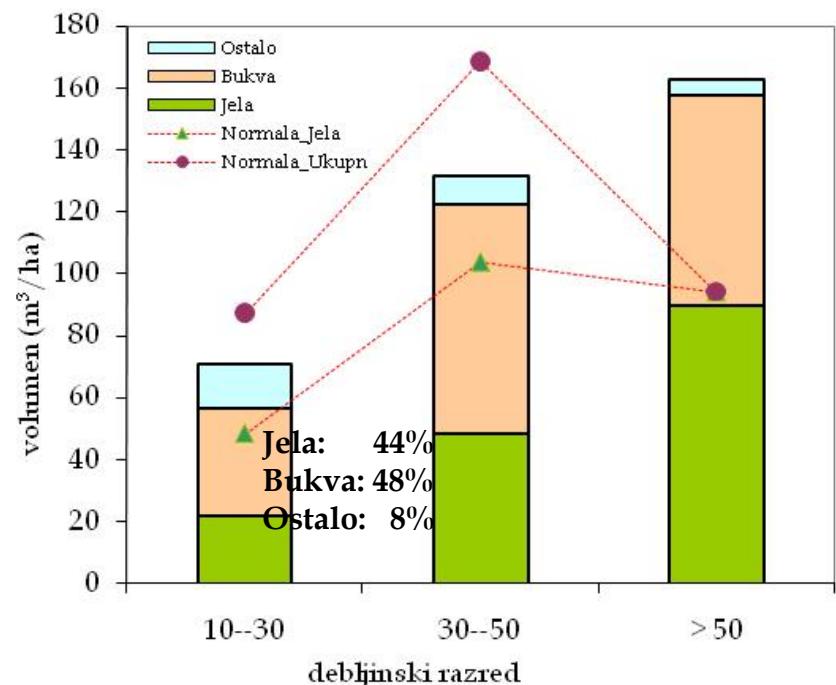
175 181 ha
 $325,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$

debljinska struktura:



Nac. inventura šuma (2009):

181 000 ha **$V=364,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$**
 $N=491 \text{ stab. ha}^{-1}$ **$G=31,9 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$**



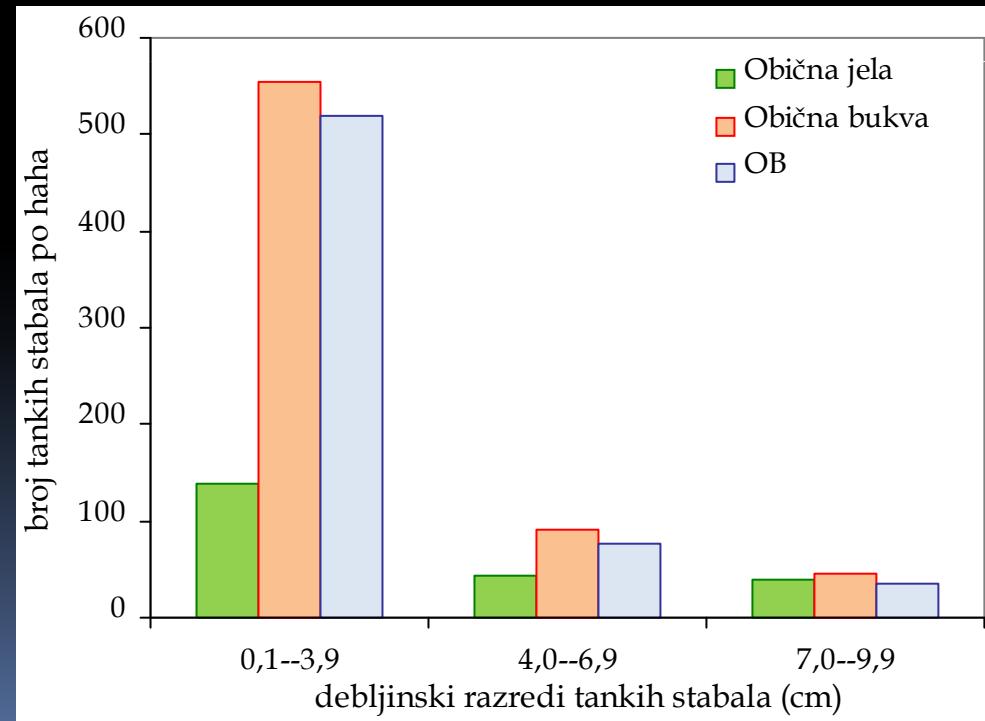
**veliki udio debelog drva bukve i
jele, i preko 70 cm promjera**

propadanje jele

trend rasta udjela bukve

slaba obnova jele!!

struktura mladih stabala



Analiza gospodarenja

1996-2005.

drv. zal. jele: **28,13 mil. m³**

post. god. prir: **1,91 %**

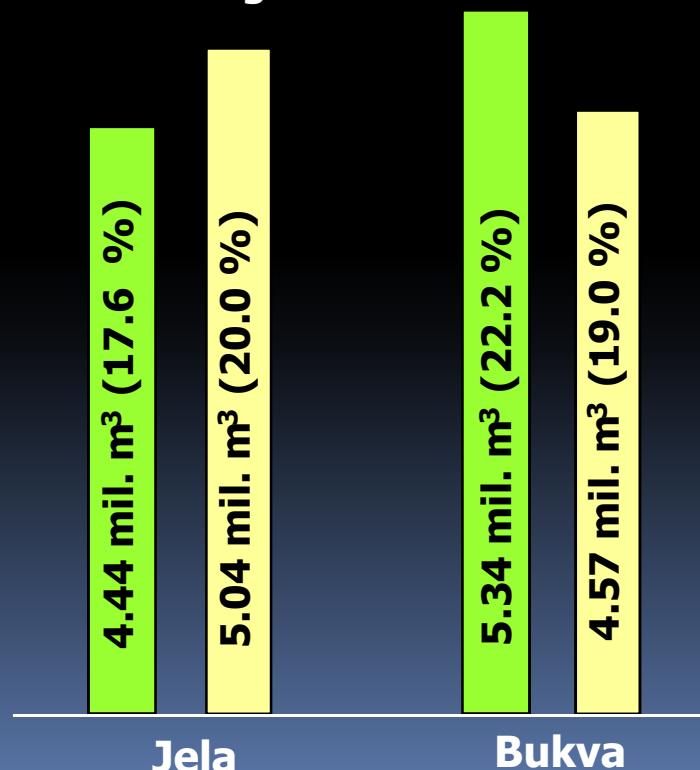
propis 10-god. etata:
64,2% prirasta

izvršenje 10-god etata:
77,1 % prirasta
(14 % intenzitet sječe!?)

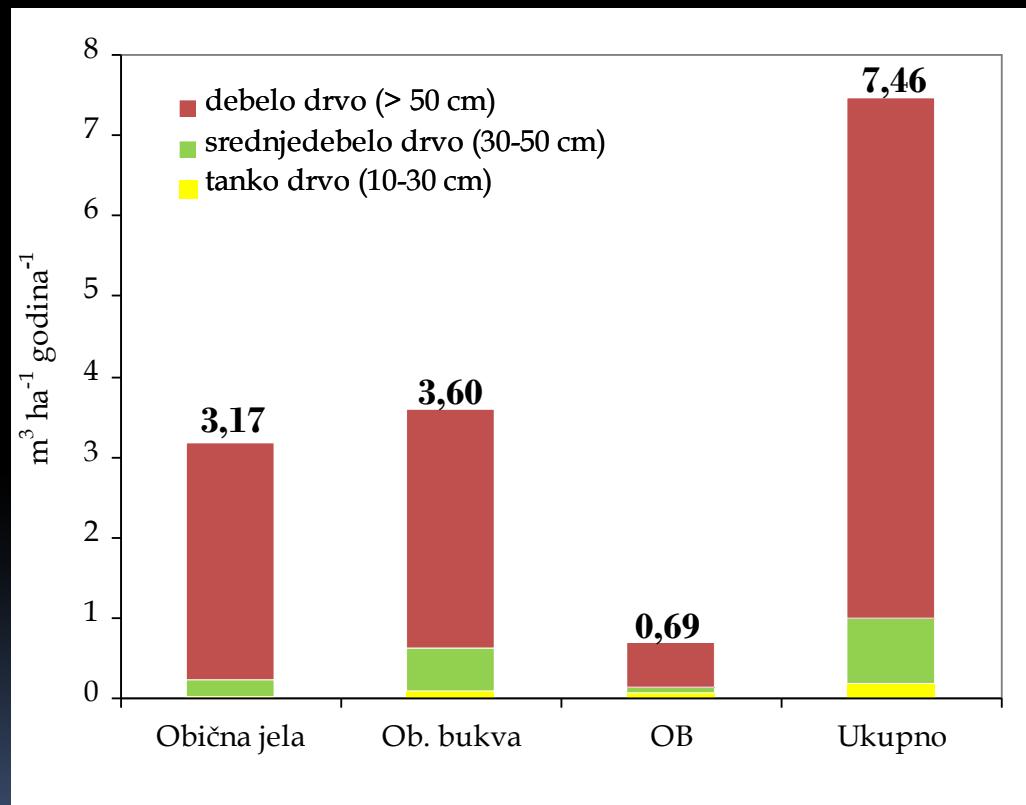
sječa manja od prirasta??

2006-2015:

- █ 10-god. prir.
- █ 10-god. etat



Struktura godišnje sječe u prebornim bukovo jelovim šumama



76,5 m³ ha⁻¹ 10 godina⁻¹

$\approx I = 21 \%$

Usporedba metoda (obrazaca) kvantifikacije sjećivog prihoda

Šuma narušene strukture:

- konkretna drvna zaliha šume: $V_k = 134\ 345\ m^3$
- (pre)zrela zaliha iznad 70 cm: $V_z = 23\ 140\ m^3$
- konkretni volumni prirast: $iv_k = 1\ 867\ m^3$
- $p_k = 1,39\ %$

Normala:

- normalna drvna zaliha: $V_n = 108\ 949\ m^3$
- normalni volumni prirast: $iv_n = 2\ 724\ m^3$
- $p_n = 2,50\ %$

I Austrijska formula

$$E = iv_k + \left(\frac{V_k - V_n}{a} \right) = 1.867 + \left(\frac{134.345 - 108.949}{50} \right) = 2.374\ m^3 (17,7\ %)$$

$$E = iv_k + \left(\frac{V_k - V_n}{a} \right) = 1.867 + \left(\frac{134.345 - 108.949}{30} \right) = 2.713\ m^3 (20,2\ %)$$

$$E = iv_n + \left(\frac{V_k - V_n}{a} \right) = 2.724 + \left(\frac{134.345 - 108.949}{40} \right) = 3.359\ m^3 (25,0\ %)$$



II Hanzlikova formula

$$E = iv_k + \left(\frac{V_z}{a} \right) = 1.867 + \left(\frac{23.140}{50} \right) = 2.330 \ m^3 \ (17,3 \%)$$

$$E = iv_k + \left(\frac{V_z}{a} \right) = 1.867 + \left(\frac{23.140}{30} \right) = 2.638 \ m^3 \ (19,6 \%)$$

III Von Mantel formula

$$E = V_k \times \left(\frac{2}{RS} \right) = 134.345 + \left(\frac{2}{150} \right) = 1.791 \ m^3 \ (13,3 \%)$$

$$E = V_k \times \left(\frac{2}{RS} \right) = 134.345 + \left(\frac{2}{120} \right) = 2.239 \ m^3 \ (16,7 \%)$$



IV Heyerova formula

$$E = \frac{((V_k + (iv_k \times a)) - V_n)}{a} = \frac{((134.345 + (1.867 \times 30)) - 108.949)}{30} = 2.714 \text{ } m^3 \text{ (20,2 %)}$$

V Hundeshagenova formula

$$1) \quad E = \frac{V_k}{V_n} \times iv_n = \frac{134.345}{108.949} \times 2.724 = 3.359 \text{ } m^3 \text{ (25,0 %)}$$

$$2) \quad E = V_k \times 0,0 p_n = 134.345 \times 0,025 = 3.359 \text{ } m^3 \text{ (25,0 %)}$$



VI Formula razlike drvne zalihe prije i poslije sječe (Klepac)

$$E = M \times \left(1 - \frac{1}{1,0 p^l}\right) \times f$$

$$E = M \times \left(1 - \frac{1}{1,0 p^l}\right) \times f = (134345 + (1867 \times 5)) \times \left(1 - \frac{1}{1,0139^{10}}\right) \times \frac{134345}{108949} = 22.844 m^3 (15,9 \%)$$

Šuma normalne strukture drvne zalihe i prirasta

$$E = M \times \left(1 - \frac{1}{1,0 p^l}\right) \times f = (108949 + (2724 \times 5)) \times \left(1 - \frac{1}{1,025^{10}}\right) \times \frac{108949}{108949} = 26.818 m^3 (25 \%)$$



Pokazatelji narušene strukture drvne zalihe i prirasta

Prepostavke:

- 1) mali postotak konkretnog volumn. prirasta je neposredan pokazatelj narušene strukture**
- 2) post. konkretnog vol. prir. se ne može koristiti kao ključni element za određivanje sječe u uvjetima narušene strukture**

- ♦**mješovita normala jele (II bon, $D_z=70\text{cm}$, 80%) i bukve (III bon, $D_z=50\text{ cm}$, 20%):**
- ♦**2 reprezent. šume jele i bukve na II bonitetu:**

šuma očuvane preborne strukture

-g.j. Bunarić, 994 ha, 17 sast. (58.5 ha),
-412 m^3/ha (72% jela/sm.:28% bukva/OB)
-42 % debelog drva (u odnosu na uk. norm.)
-11,24 m^3/ha (2,73%)
-kontinuitet prebornog gospodarenja s intenzivnim prebornim sjećama

šuma narušene strukture

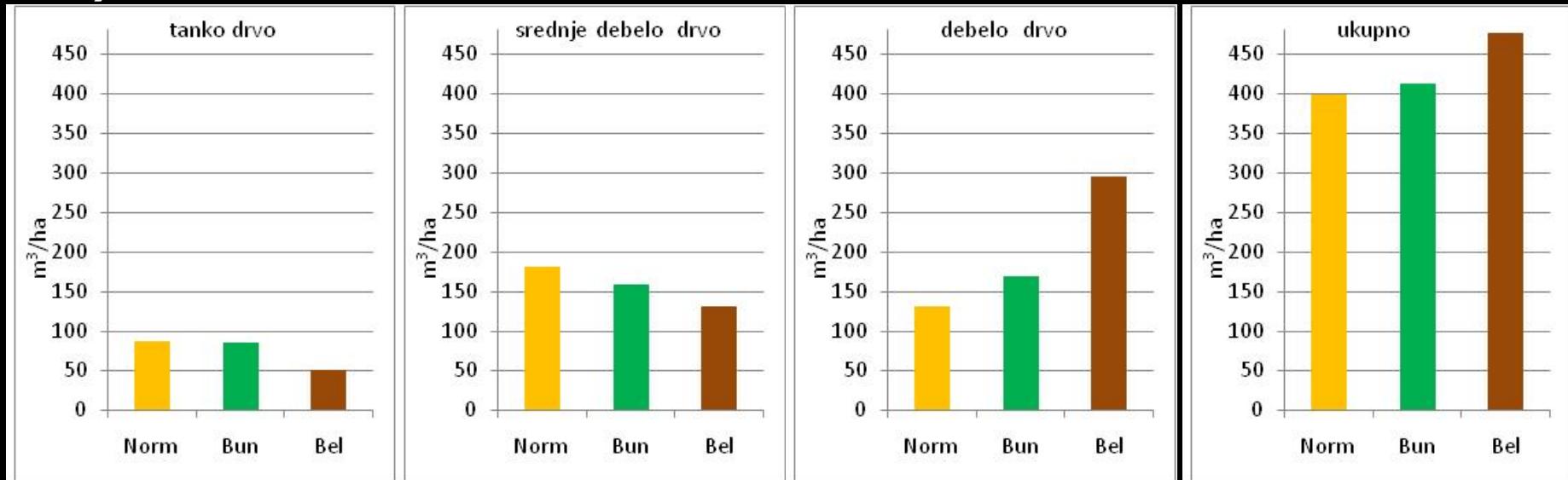
-g.j. Belevine, 266 ha, 18 sast. (14.8 ha),
-476 m^3/ha (78% jela/sm.:22% bukva/OB)
-74 % debelog drva (u odnosu na uk. norm.)
-7,97 m^3/ha (1,67%)
-prevođenje jednodobne u prebornu strukt.



- ♦ elementi normalne strukture i sječivog prihoda → iz mješovite normale
- ♦ veza između post. vol. prir. i udjela debelog drva (vol. prir. i strukt. drv. zal.)
- ♦ primjena obrasca razlike
drvne zalihe prije i poslije sječe
- ♦ međuodnosi elem. narušene strukt., obnove, intenz. sječa, predikcija uspostave normalne strukture

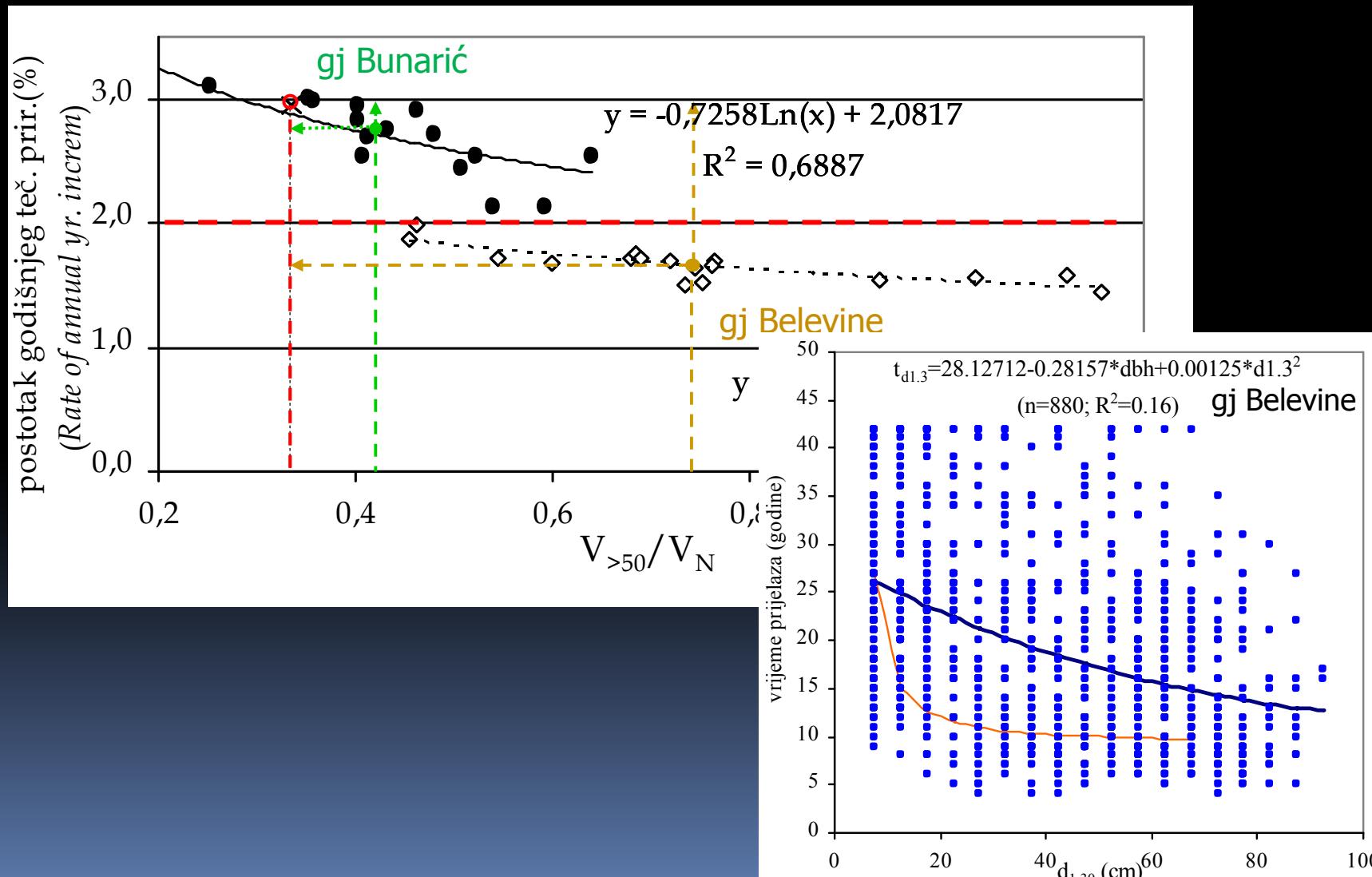
usporedba elemenata strukture prema mješovitoj normali

1) struktura drvne zalihe



	Normala	Bunarić	Belevine
2) $V_{>50}/V_N$	0,328	0,423	0,739
3) teč. vol. prirast (m^3 god)	11,80	11,24	7,97
4) postotak teč. vol. pr. (%)	2,96	2,73	1,67
5) prosj. vrijeme prijelaza (god)	10,3	10,5	16,0
6) priliv (stabala god. po ha)	14,7	14,0	4,0

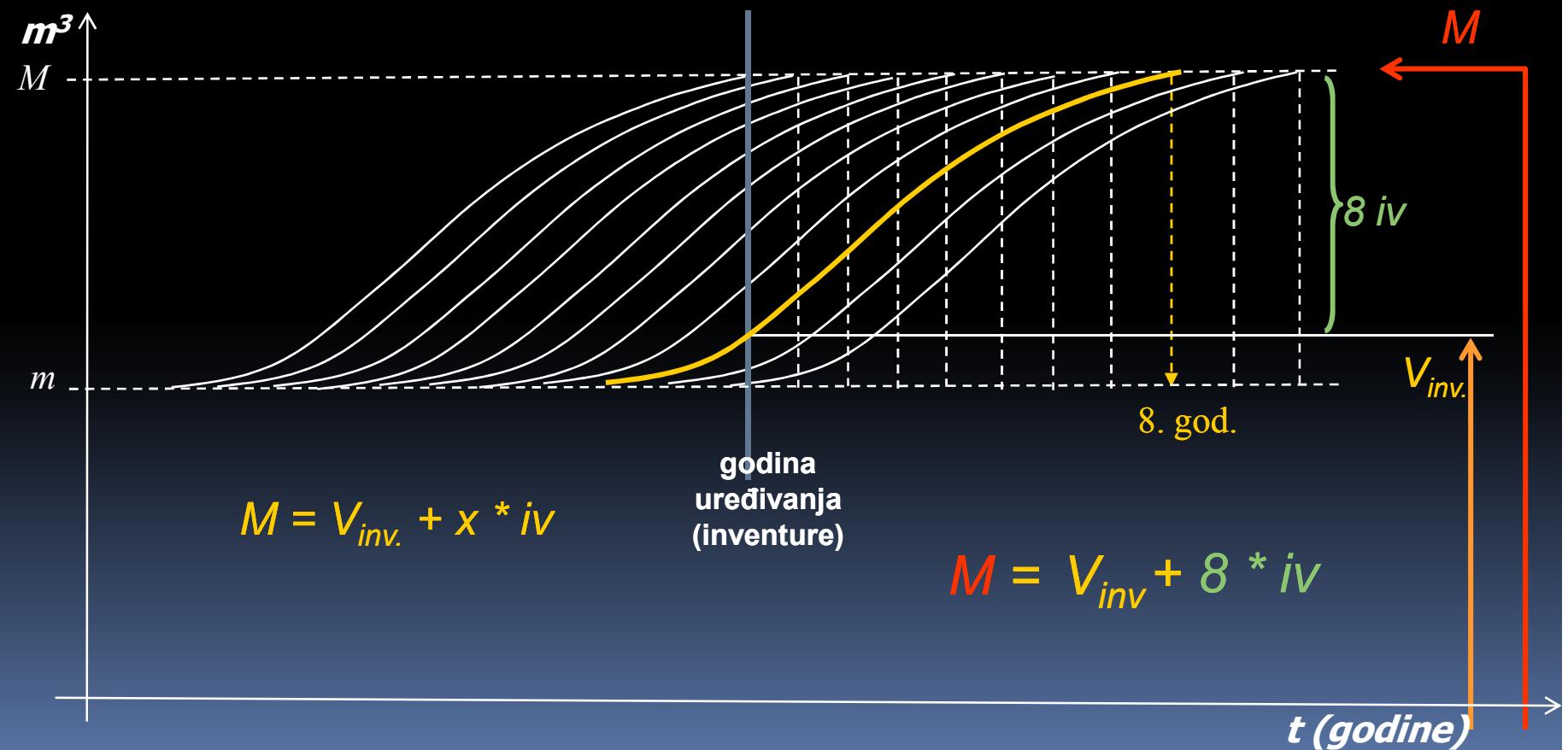
ovisnost postotka godišnjeg tečajnog prirasta i udjela drvne zalihe debelog drva



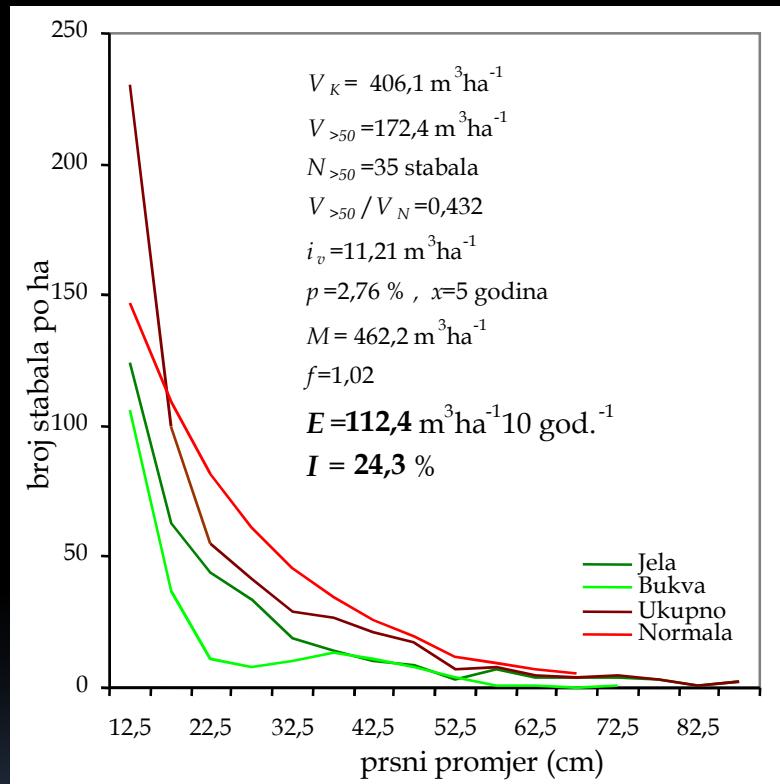
primjena obrasca razlike drvne zalihe prije i poslije sječe na razini sastojine

$$E = M \times \left(1 - \frac{1}{1,0 p^l}\right) \times f$$

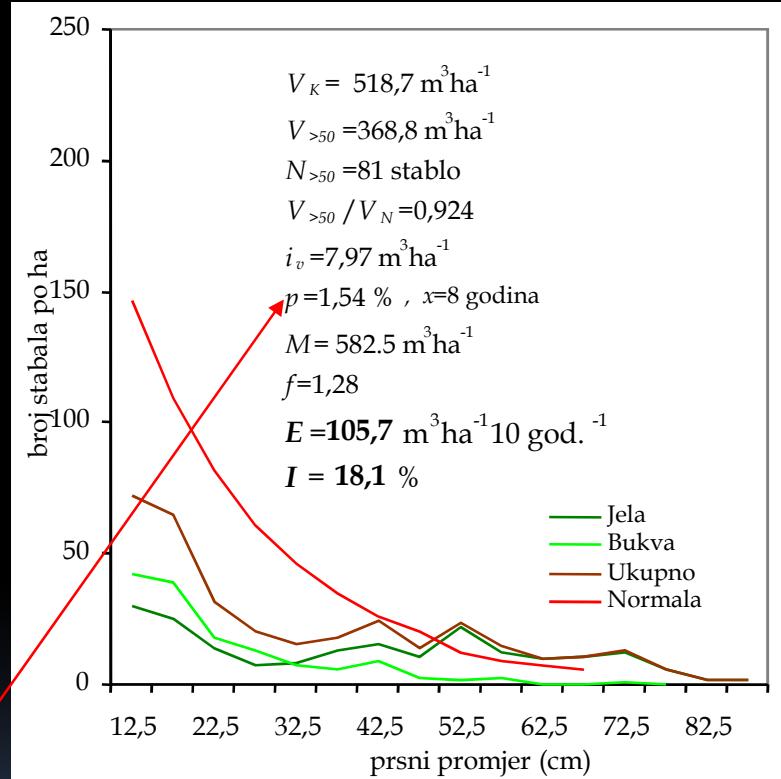
**drvna zaliha sastojine neposredno prije sječe (M)
u odnosu na izmjerenu u godini uređivanja ($V_{inv.}$)**



odsjek 49 a (gj Bunarić)



odjel 2 (gj Belevine)



prema **Normali**: 10-god. etat je $118,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (zrela sječa $66,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, oko 19 stabala)

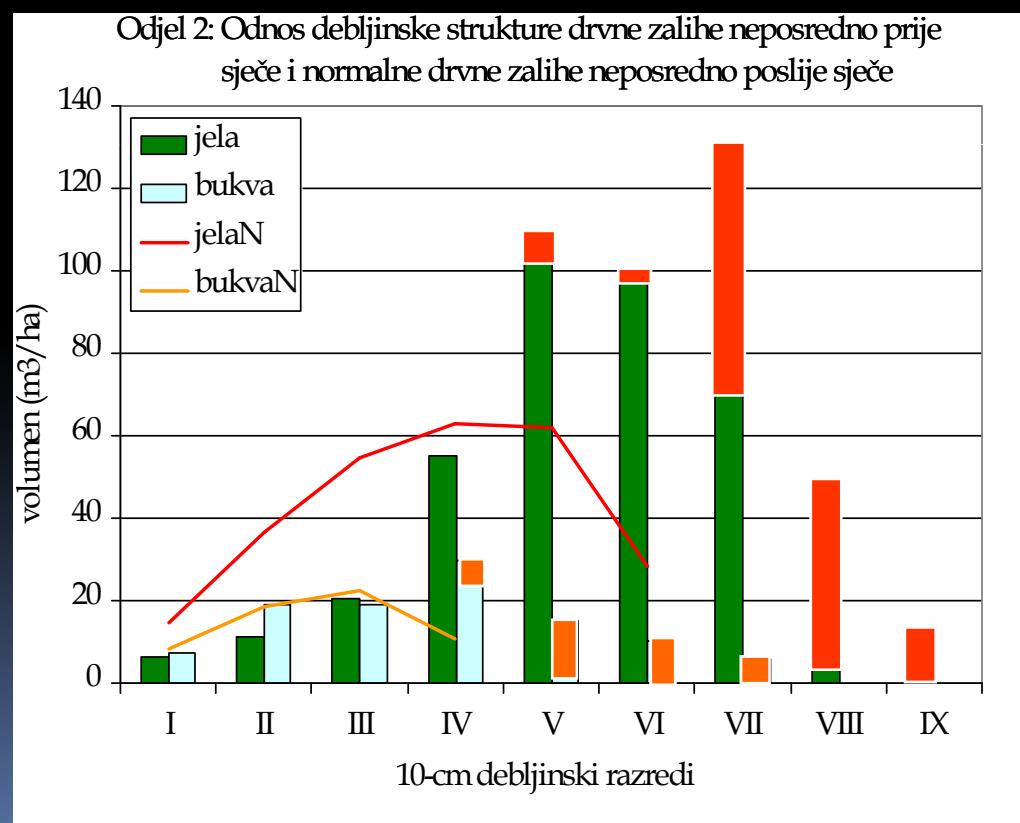
primjena normalnog užitnog faktora (2,96%)?→

- $I = 29,6\%$; $E = 172 \text{ m}^3$ (216% od prirasta)
-sječa 40 % zrele drvne zalihe

Raspodjela propisanog etata ($172,4 \text{ m}^3/\text{ha}$)

-po vrstama drveća: bukva $40,0 \text{ m}^3$
jela $132,4 \text{ m}^3$

-po debljinskim razredima





Utjecaj prošlog gospodarenja na razvoj strukture – g.j. Belevine

	Godina uređivanja (izmjere)					
	1950.	1960.	1970.	1980.	1990.	2000.
Intenzitet izvršene sječe (%)	4,33	20,23	18,97	22,42	18,22	
Postotak volumnog prirasta (%)	1,63	1,55	1,39	1,43	1,66	1,69
Ukupnadrvna zaliha ($m^3 ha^{-1}$)	469,8	491,6	498,6	481,5	457,2	464,8
Drv. zal. iznad 70 cm ($m^3 ha^{-1}$)	0,0	33,3	59,0	61,9	83,5	96,4
Vol. srednjeg stabla jеле (m^3)	1,36	1,53	1,60	1,72	1,92	1,85
Odnos vol. debelog drva i normalnog volumena ($V_{>50}/V_N$)	0,52	0,66	0,71	0,74	0,72	0,74

-17 % prosječni 10-god. intenz. propisa i izvrš. sječa

-rast udj. zrele d.z. od 52 – 74 % ($V_{>50}/V_N$)

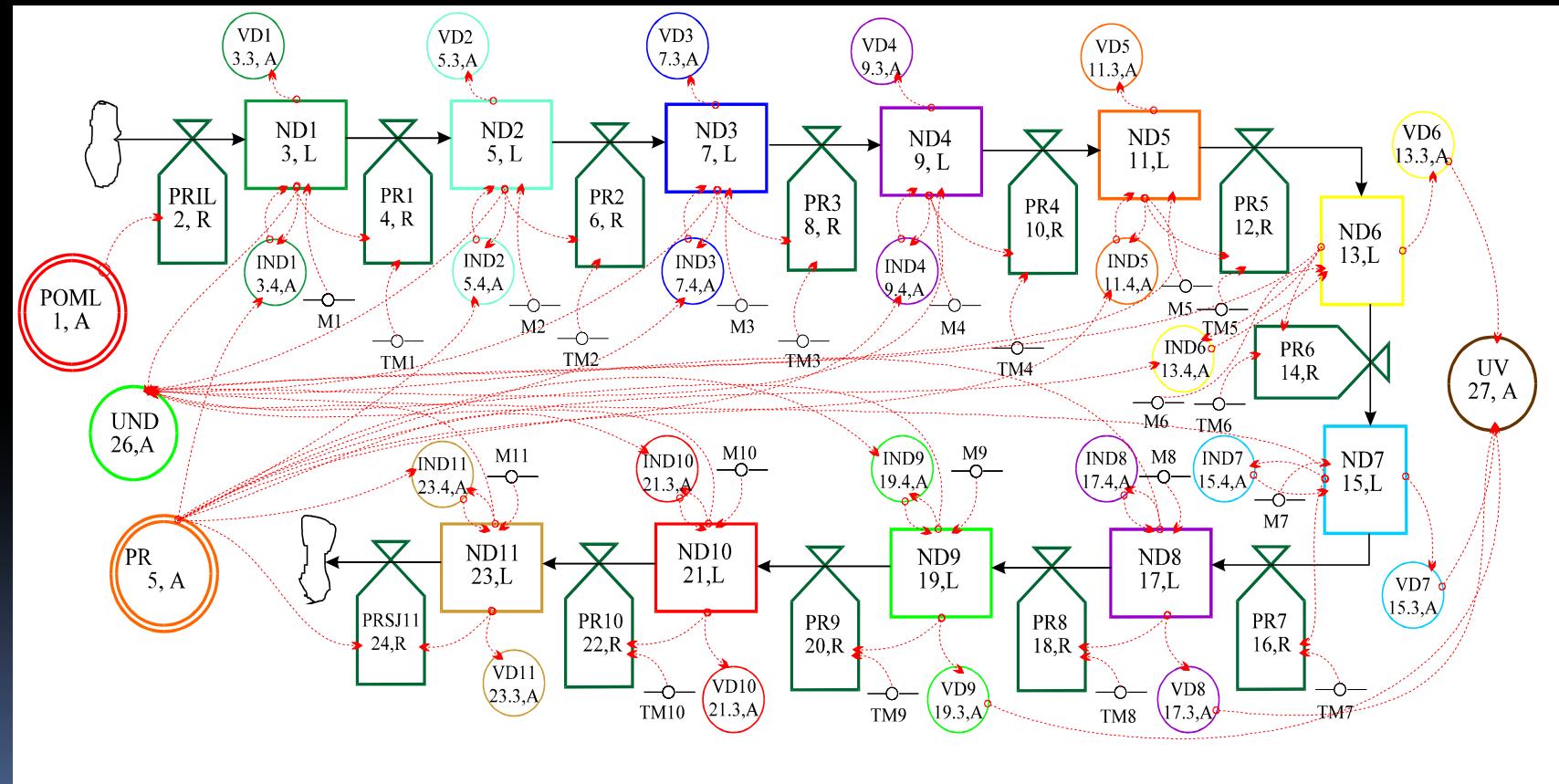


Debljinska struktura i obnova sastojine

Temeljnica prsnog promjera- <i>Basal area of the b. h. diameter</i>	Jela-Silver fir			Bukva-Beech			Ukupno-Total			
	Pomladak <i>Seedlings</i> (≤1,3 m)	Mladik <i>Saplings</i> (>1,3 m h, ≤5 cm d)	Koljik <i>Young trees</i> (>5, ≤10 cm d _{1,30})	Pomladak <i>Seedlings</i> (≤1,3 m)	Mladik <i>Saplings</i> (>1,3 m h, ≤5 cm d)	Koljik <i>Young trees</i> (>5, ≤10 cm d _{1,30})	Pomladak <i>Seedlings</i> (≤1,3 m)	Mladik <i>Saplings</i> (>1,3 m h, ≤5 cm d)	Koljik <i>Young trees</i> (>5, ≤10 cm d _{1,30})	
Jela - Silver fir	10-30cm	0,04	0,26	0,72	-0,11	-0,13	0,56	-0,05	0,19	0,74
	>50cm	0,18	-0,26	-0,30	0,04	0,21	-0,26	0,18	-0,16	-0,32
	>70cm	0,04	-0,38	-0,25	0,07	0,24	0,04	0,08	-0,26	-0,16
	Ukupno- Total	0,24	-0,09	-0,05	0,00	0,15	-0,14	0,20	-0,02	-0,09
Bukva - Beech	10-30cm	0,05	0,16	0,22	0,07	0,39	0,35	0,10	0,31	0,30
	>50cm	-0,35	-0,50	-0,36	0,18	-0,16	-0,14	-0,14	-0,53	-0,32
	>70cm	-0,30	-0,25	-0,23	0,08	-0,16	-0,22	-0,19	-0,30	-0,25
	Ukupno- Total	-0,33	-0,43	-0,27	0,22	0,01	0,00	-0,10	-0,40	-0,20

Projekcija budućeg gospodarenja i razvoja strukture – g.j. Belevine

SD model preborne sastojine



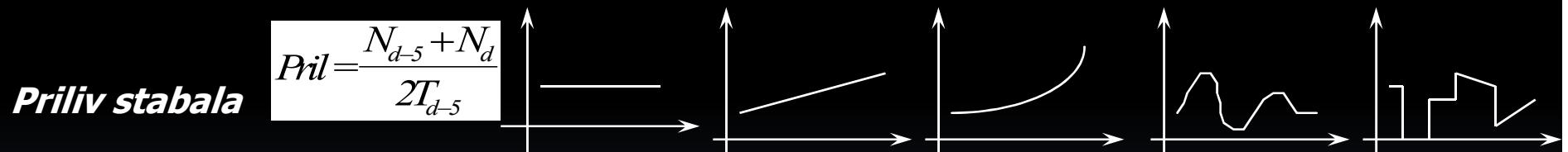
kontinuirani dinamički simulacijski model

**tijekom vremena za pojedini debljinski stupanj računa se broj stabala
(korak 1 god.) :**

$$\text{Novo stanje} = \text{Staro stanje} + (\text{ulazne promjene} - \text{izlazne promjene})$$

promjene (svake godine, svakih l godina):

-svake godine:



Prelaženje stabala

$$n_d : N_d = i_d : \check{s}_d \Rightarrow n_d = \frac{N_d \times i_d}{\check{s}_d} \quad \text{ili} \quad n_d = \frac{N_d}{t_d}$$

Prirast stabala

$$I_{Nd} = \frac{N_d - N_{d+5}}{t_d}$$



-svake l-te godine:

Sječa stabala

$$S_{Nd} = \sum_{t=1}^l I_{Nd} \times \left(\frac{N_d}{N_{dNormala}} \right)$$

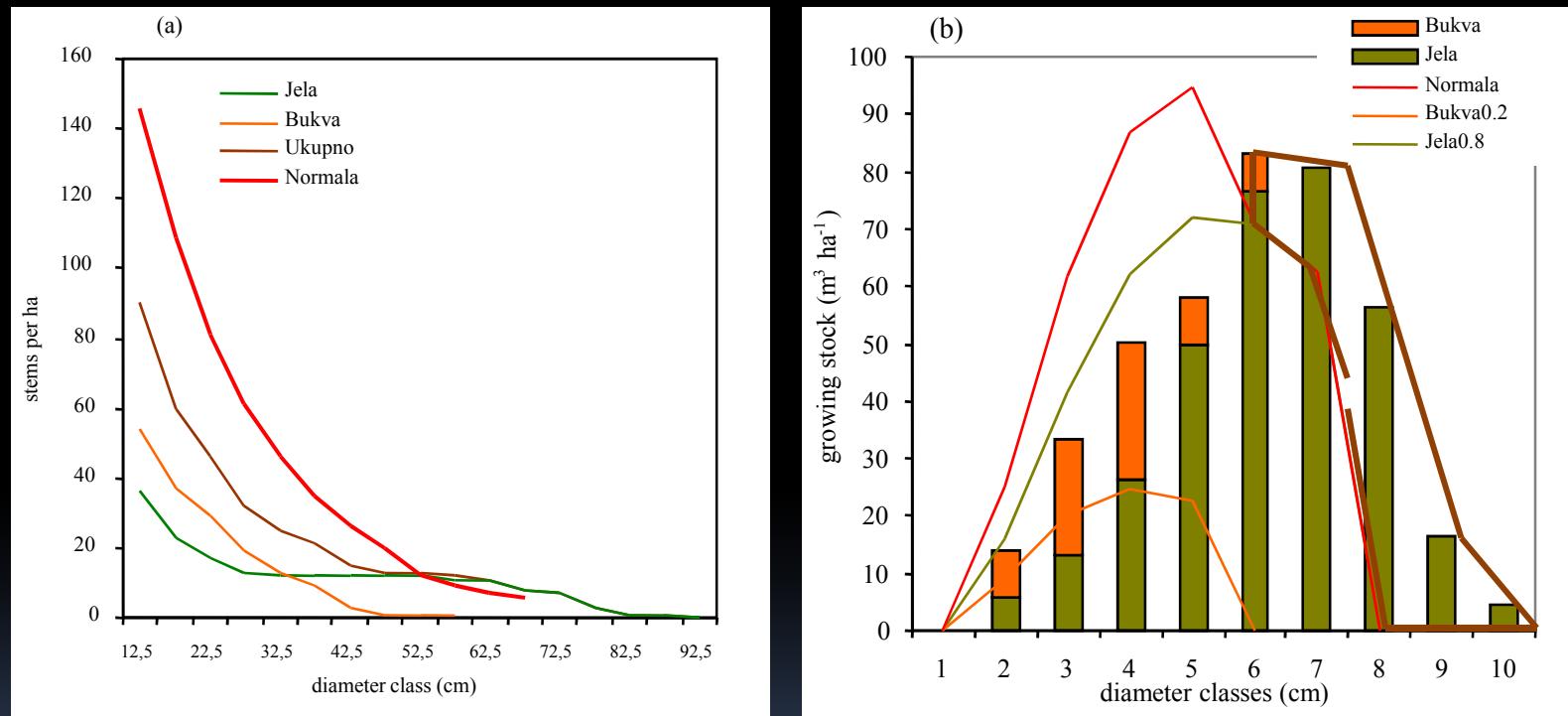
I. Elementi strukture prosječne sastojine (kao početno stanje)

II. Smjernice gospodarenja i pretpostavke:

- uzročno-posljedična veza: zrela drvna zaliha - priliv;
- primjena mješovite normale;
- postupna sječa gotovo cijele zalihe preko 70 cm tijekom budućih 50 godina;
- postupan rast priliva od 4 do 13 stabala/ha godišnje na kraju 50-god razdoblja;
- postupno povećanje debljinskog prirasta (smanjenje vremena prijelaza) stabala unutar pojedinog deblj. stupnja

 **SD model**

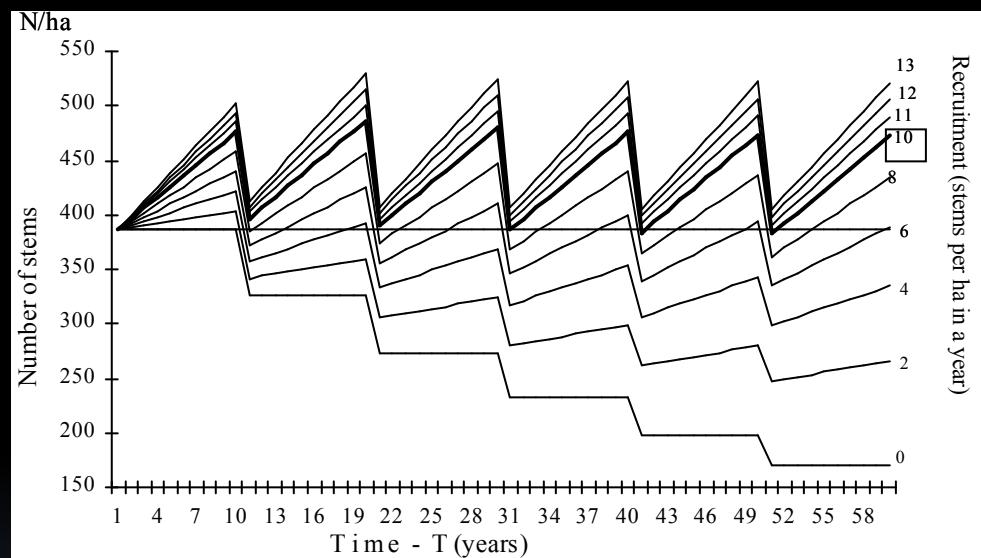
Elementi strukture prosječne sastojine (kao početno stanje)



Priliv

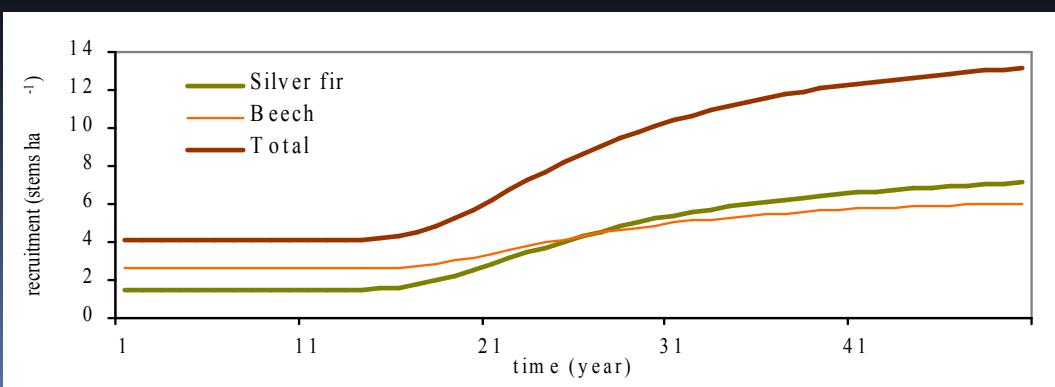


1.5 stablo jеле
2.6 stablo bukve ha⁻¹ year⁻¹
4.1 stablo



Razina RH priliv, obnova

80/30=2,6 stabalaca priliva jele



simulirani priliv

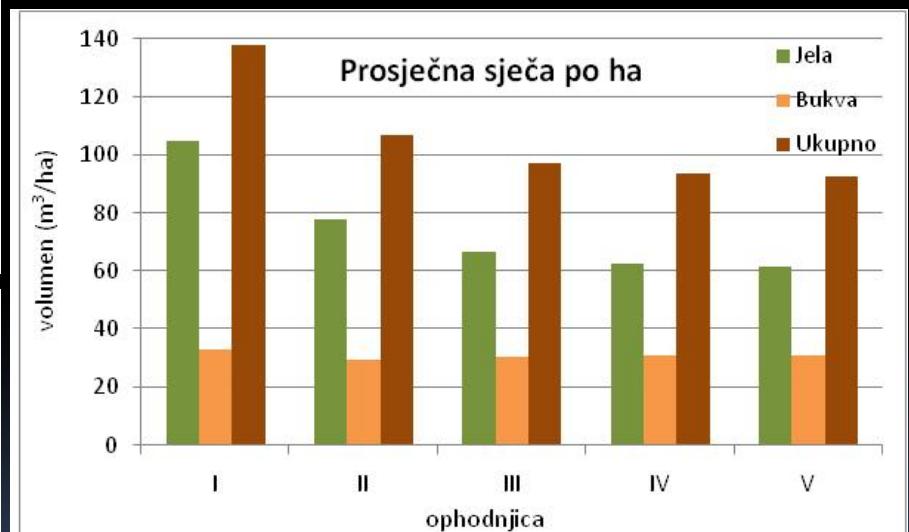
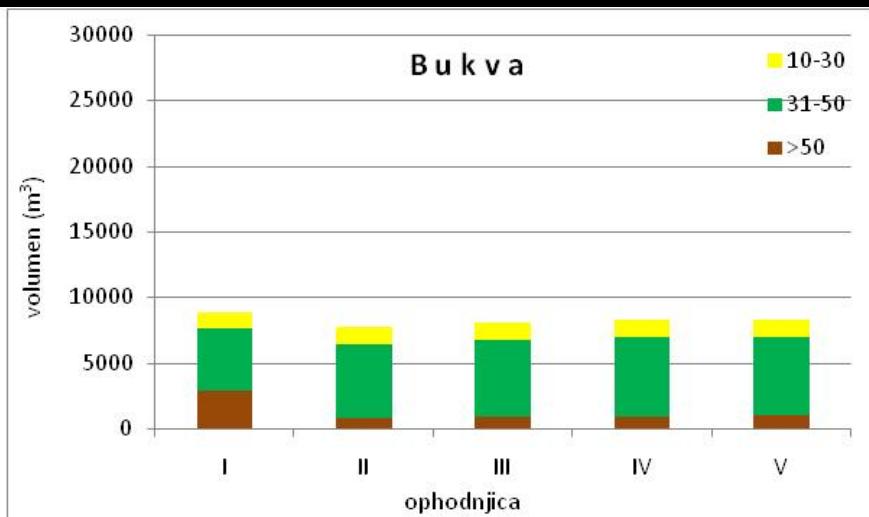
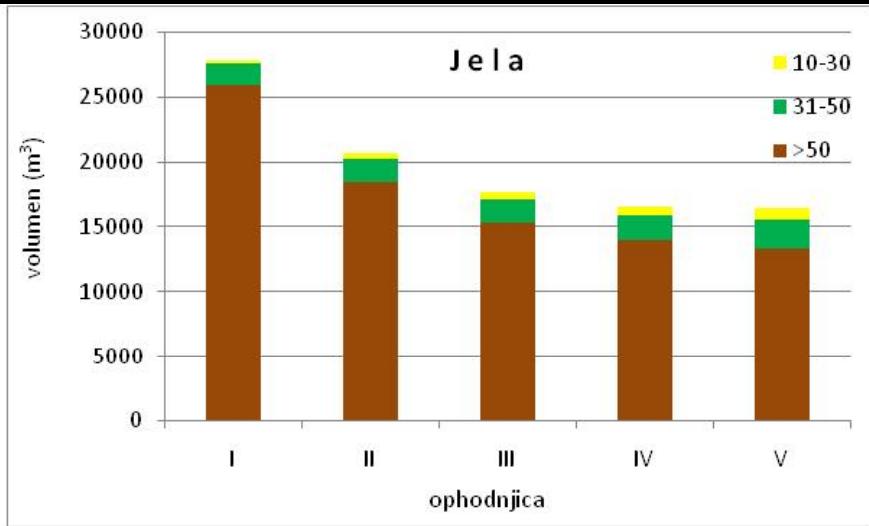


Rezultati projekcije budućeg gospodarenja i razvoja strukture

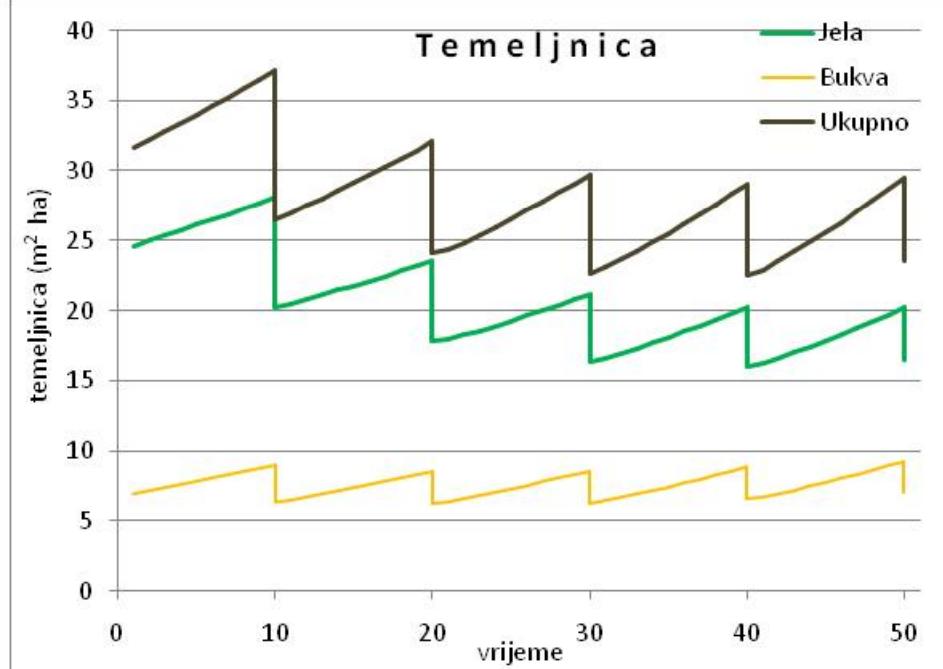
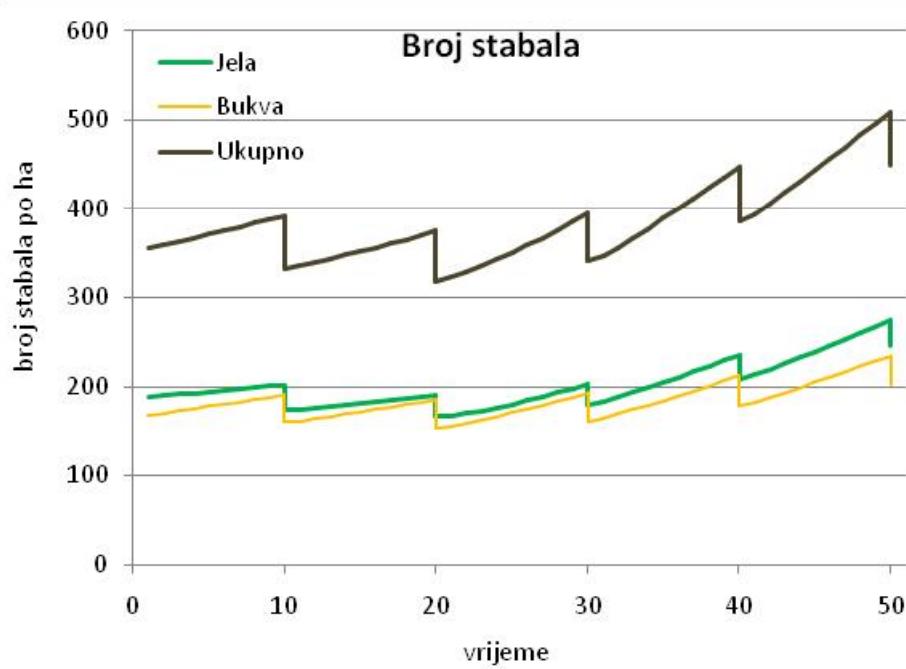
Projekcija strukture i dinamike sječa

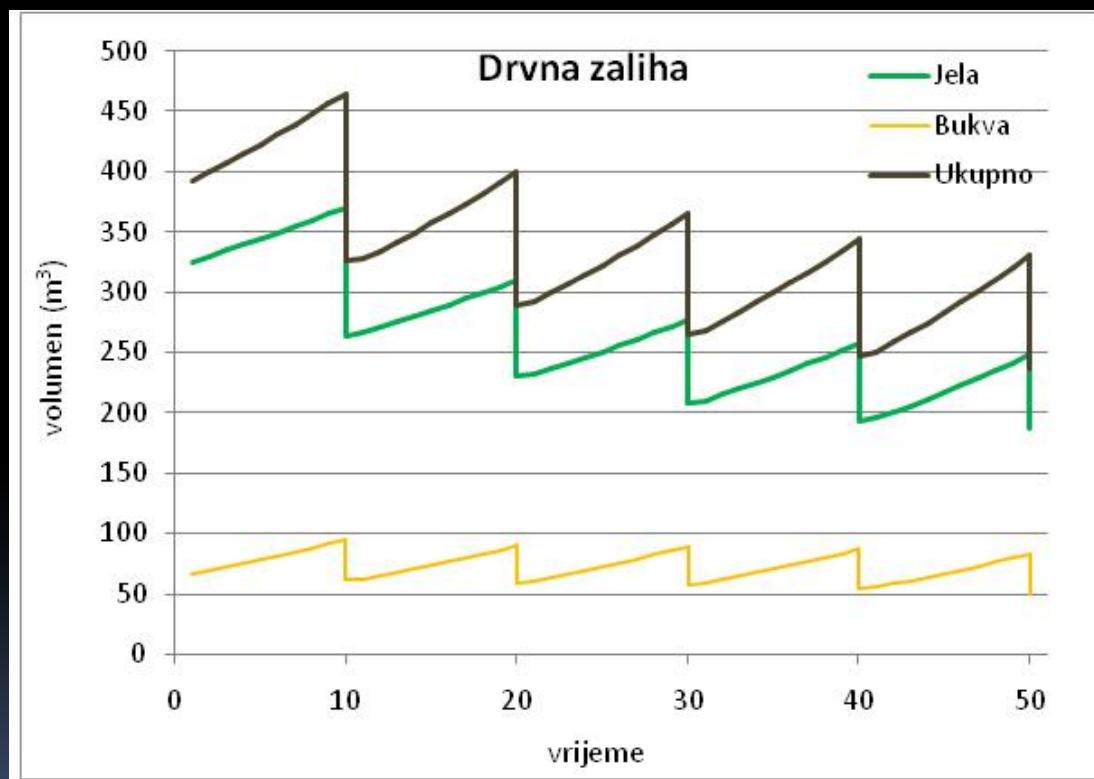
Vrsta drveća	Debljinski razred (cm)	10-godišnja sječa prema ophodnjicama					Ukupno
		I.	II.	III. m ³	IV.	V.	
Jela	10--30	319	426	532	666	825	2769
	30--50	1677	1837	1837	1970	2236	9558
	> 50	25879	18424	15309	13978	13339	86927
	Ukupno	27849	20687	17678	16587	16400	99201
	Int. sječe (%)	28,2	25,1	24,0	24,2	24,9	
Bukva	10--30	1171	1358	1331	1278	1225	6363
	30--50	4712	5591	5884	6017	6017	28221
	> 50	2929	799	905	958	1012	6603
	Ukupno	8839	7774	8120	8280	8280	41294
	Int. sječe (%)	35,1	32,5	34,3	36,0	37,5	
Ukupno	Ukupno	36688	28461	25799	24867	24680	140495
	Int. sječe (%)	29,6	26,8	26,5	27,2	28,0	

struktura sječe

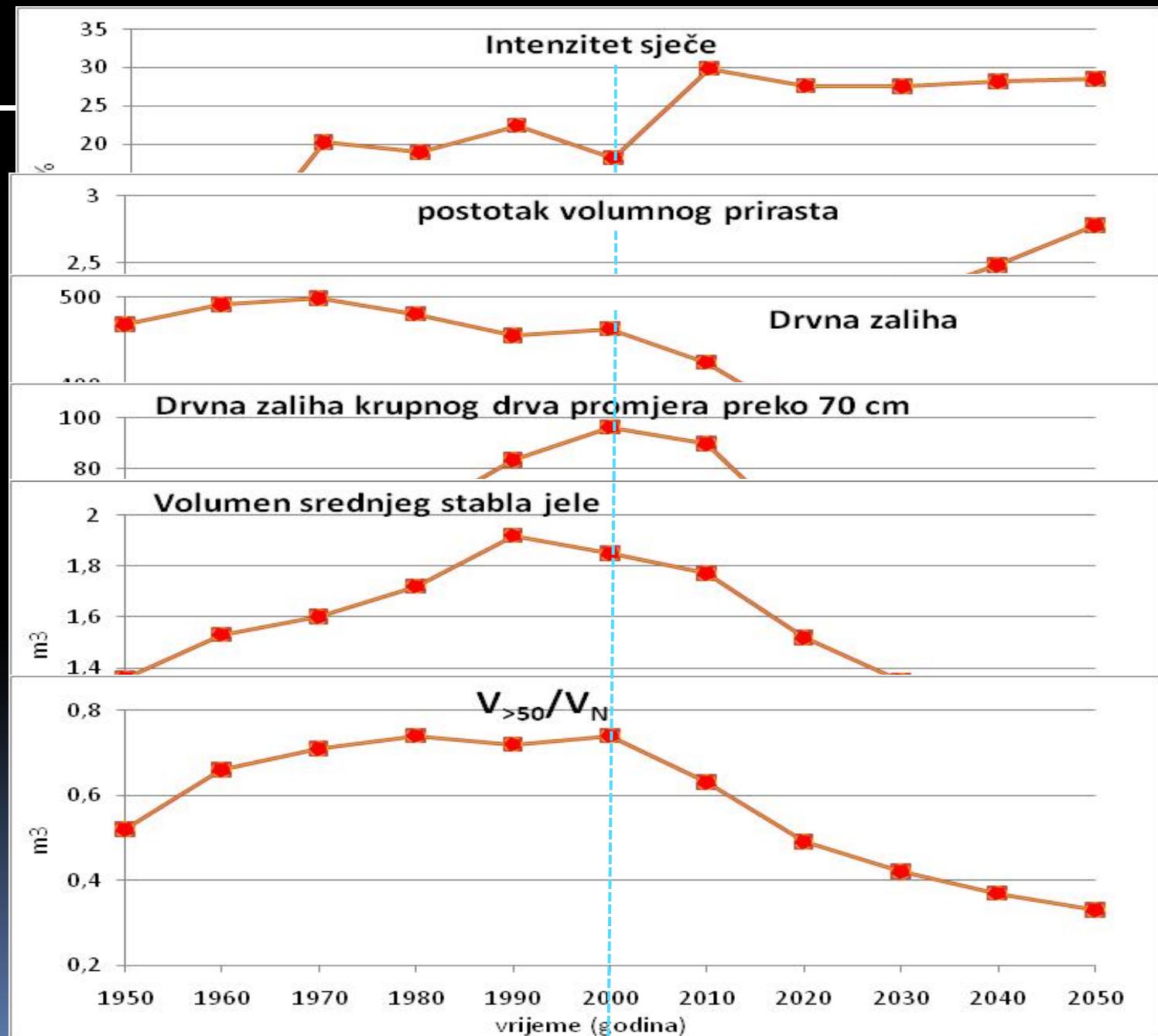


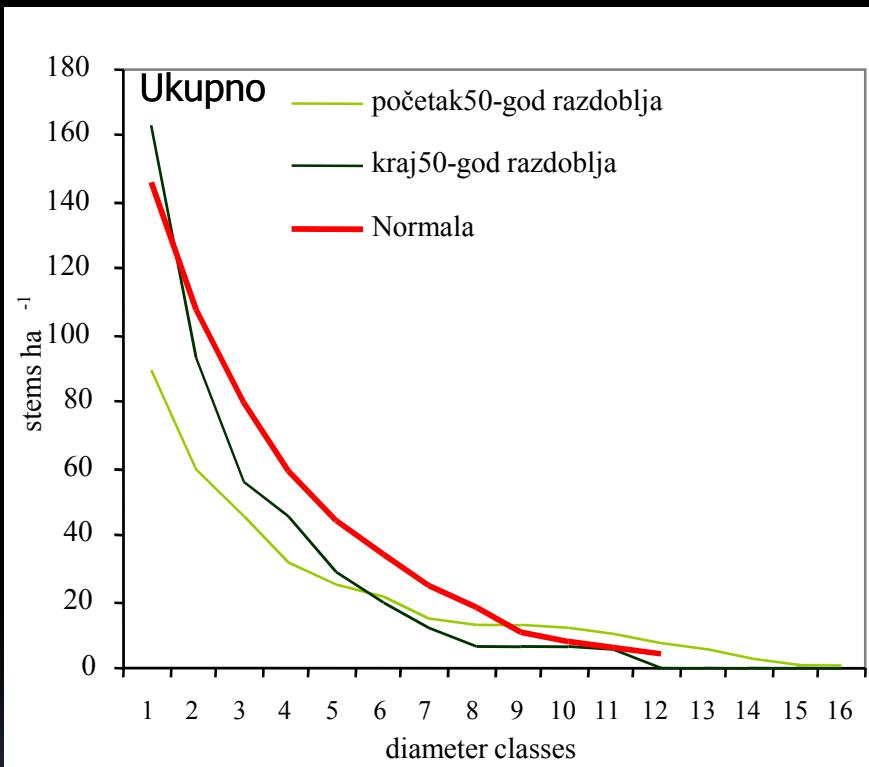
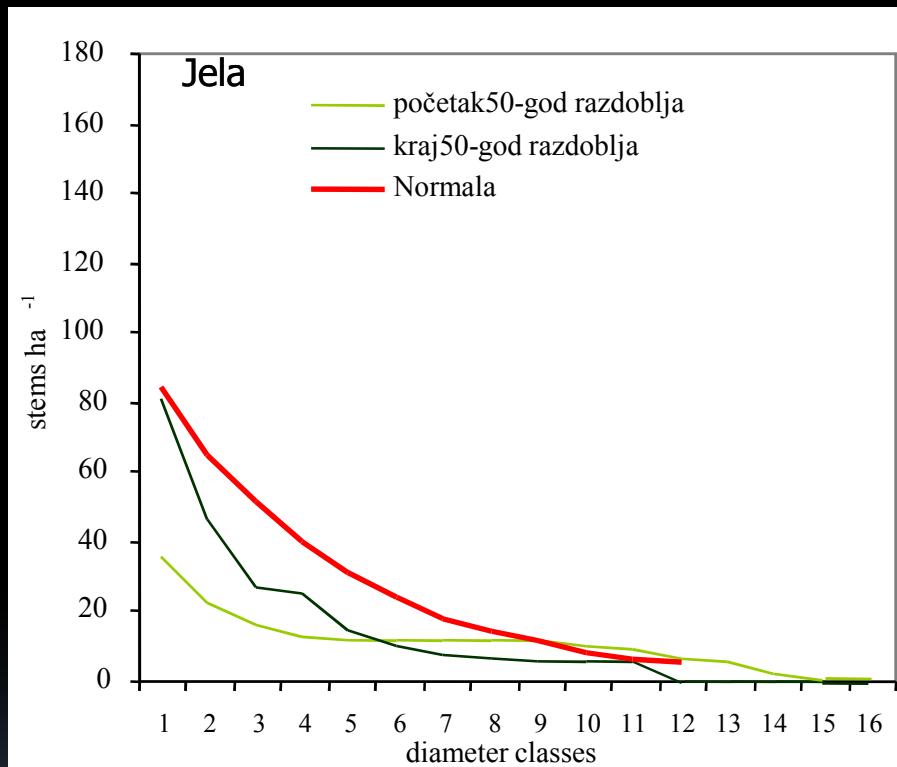
Razvoj strukture



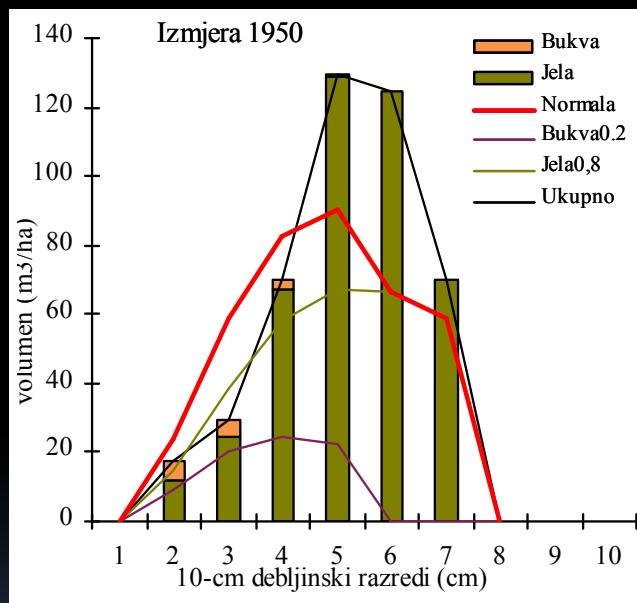


Kretanje elemenata strukture

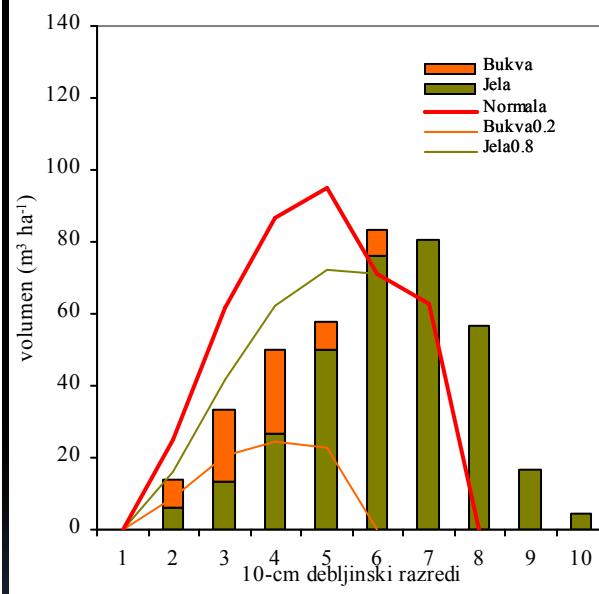




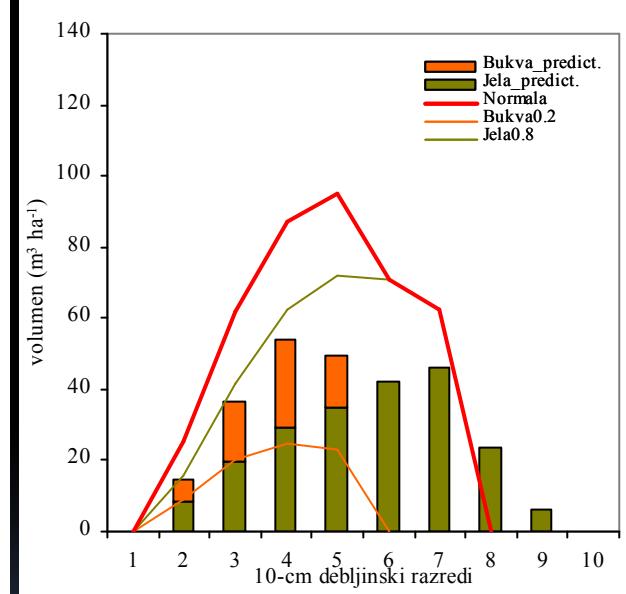
Izmjera 1950.



Izmjera 2000.
(početak 50-god. projekc. razd.)



Očekivana struktura 2050.
(kraj 50-god. projekc. razd.)

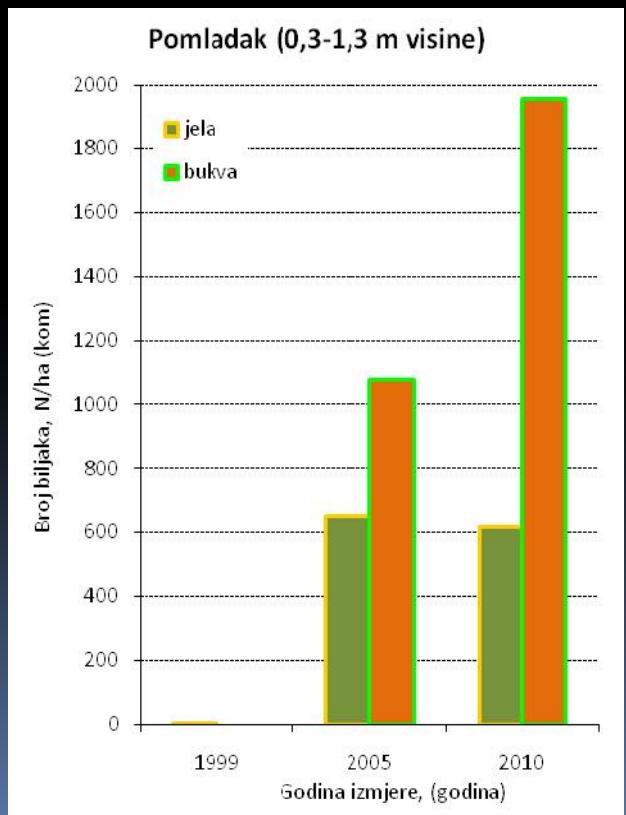
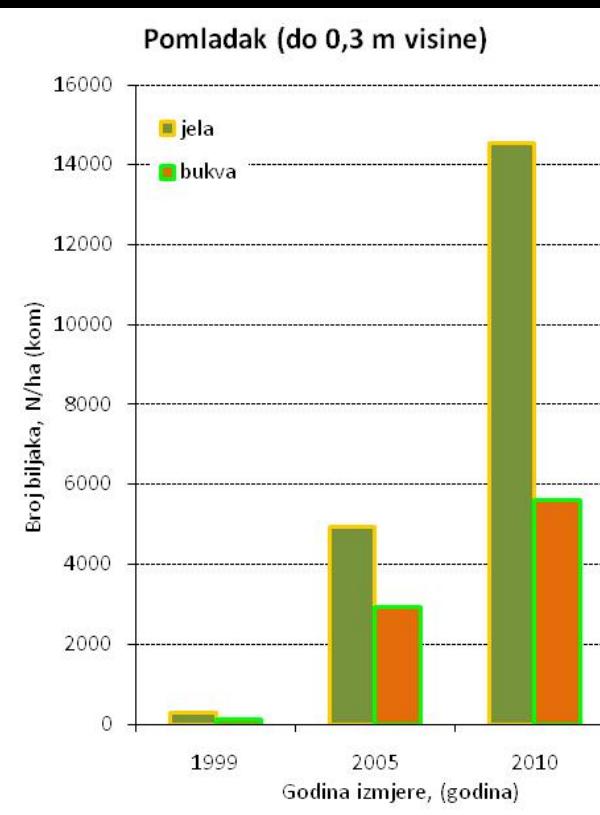
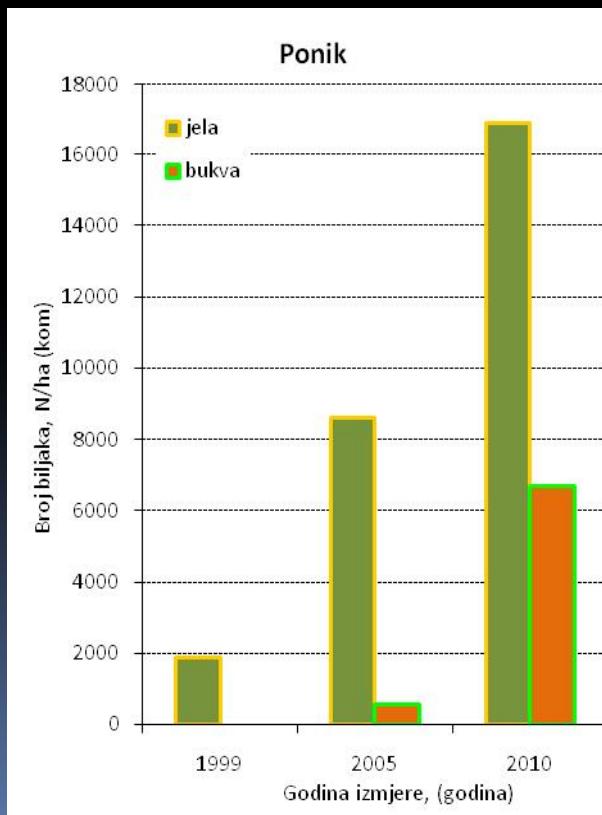


Reagiranje sastojine obnovom na sječu jačeg intenziteta

Sastojina jele (87%) i bukve (13%):

- drvna zaliha prije sječe: $V_{1999}=500 \text{ m}^3/\text{ha}$,
- 2000. g. sječa $145 \text{ m}^3/\text{ha}$ (intenzitet sječe 29 %)

izbrajanje mladog naraštaja 1999 g (referentno stanje), 5 godina nakon sječe (2005.) te 10 godina nakon sječe (2010.)





Zaključak

intenzitet sječe: $I_{\%} = p_N \times l$

razina sastojine: $E_s = I_{\%} \times (DZs_{inv.} + (x \times iv_s))$

razina šume: $E_{\check{s}} = I_{\%} \times \left(DZ\check{s}_{inv.} + \left(\frac{l}{2} \times iv_{\check{s}} \right) \right)$



