

Oxf.174,7 Pinus nigra Arnold: 181/187:228.8:561(497.15-15)

OBNOVA, RAST IN RAZVOJ SESTOJEV ČRNEGA BORA (Pinus nigra Arnold)
NA DOLOMITNO-APNENČASTIH RASTIŠČIH ZAHODNE BOSNE

Mag.Marko ACCETTO, dipl.inž.gozd.
VTOZD za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta univerze
E.Kardelja v Ljubljani
61000 LJUBLJANA, Večna pot 83, YU

I z v l e č e k

OBNOVA, RAST IN RAZVOJ SESTOJEV ČRNEGA BORA (*Pinus nigra* Arnold) NA DOLOMITNO-APNENČASTIH RASTIŠČIH ZAHODNE BOSNE

Ugotovljeno je bilo, da so čisti naravni sestoji črnega bora po nastanku raznodobni. Na gostoto njihove sedanje naravne obnove ima močan vpliv mikroreliefna lega, na obnovo v preteklosti pa so imele močan vpliv ugodne splošne klimatske razmere; obnova je bila zato pogostejša v ciklikih, kjer kažeta srednji krivulji sončne aktivnosti najmanjše, krivulja priraščanja pa istočasno največje vrednosti. Ugotovljeni požari v preteklosti niso bistveno vplivali na njihov razvoj. Zelo različna dinamika rasti v višino in debelino med posamičnimi drevesi kot tudi med populacijami, kažejo veliko individualno in populacijsko rastno heterogenost.

S y n o p s i s

REGENERATION, GROWTH AND DEVELOPMENT OF NATURAL STANDS OF AUSTRIAN PINE (*Pinus nigra* Arnold) ON DOLOMITE-LIMESTONE SITES OF WESTERN BOSNIA

It has been established that the pure natural Austrian pine stands are uneven aged by their origin. The density of their present natural regeneration is strongly influenced by the microrelief, while the past regeneration was strongly conditioned by favourable general climatic conditions. As a result the regeneration was more frequent in cycles - at points where the average curvex of solar activities assumes the lowest values, while the average curve of increment growth assumes the highest ones at the same time. The forest fires established did not affect the stand development in the past to any significant extent. The rather different dynamics of height and diameter growth which varies among the individual trees as well as populations suggest a great individual - and population - growth heterogeneity.

VSEBINA

1. UVOD IN NALOGA RAZISKAVE	251
2. OPIS RAZISKOVALNEGA OBJEKTA IN ZNAČILNOSTI BOROVJA NA DOLOMITNO - APNENČASTI PODLAGI	252
2.1 GEOGRAFSKE IN KLIMATSKE ZNAČILNOSTI	252
2.2 GEOLOŠKO-PETROGRAFSKE IN TALNE RAZMERE	254
2.3 VEGETACIJSKA PODOBA	255
2.31 Struktura in floristična zgradba ter sociološke značilnosti združbe na sprsteninasti plitvi karbonatni rendzini	255
2.32 Strukturna in floristična zgradba ter sociološke značilnosti združbe na sprsteninasti, zelo plitvi skeletni karbonatni rendzini	257
2.4 RAZVOJNA FAZA IN ZGRADBA SESTOJEV	258
3. PRIKAZ RAZISKOVALNIH METOD	262
3.1 SEDANJA NARAVNA OBNOVA V NARAVNIH SESTOJIH ČRNEGA BORA	262
3.2 NARAVNA OBNOVA IN RAZVOJ SESTOJEV ČRNEGA BORA V DALJNJI IN BLIŽNJI PRETEKLOSTI	264
3.3 NARAVNI RAZVOJ GOŠČ ČRNEGA BORA	270
3.4 DINAMIKA RASTI V VIŠINO IN DEBELINO TER RAST IN PRIRAŠČANJE TEMELJNICE	271
4. IZSLEDKI RAZISKAV O RAZVOJU NARAVNIH SESTOJEV ČRNEGA BORA	275
4.1 SEDANJA NARAVNA OBNOVA SESTOJEV ČRNEGA BORA	275
4.2 NASTANEK IN RAZVOJ NARAVNIH SESTOJEV ČRNEGA BORA V DALJNJI IN BLIŽNJI PRETEKLOSTI	278
4.21 Razvoj starejše populacije borovja	278
4.22 Razvoj nove populacije borovja	283
4.3 KLIMA IN OBNOVA SESTOJEV V PRETEKLOSTI	288
4.4 POŽARI IN OBNOVA SESTOJEV	292

4.5	RAST ČRNEGA BORA V VIŠINO	293
4.51	Obdobja in nekatere posebnosti rasti v višino	293
4.52	Primerjava rasti v višino med rastiščem A in B	303
4.53	Priraščanje v višino	311
4.54	Primerjava rasti v višino med dvema različno starima populacijama črnega bora	313
4.6	RAST ČRNEGA BORA V DEBELINO	315
4.61	Priraščanje črnega bora v debelino	320
4.62	Rast in priraščanje temeljnice	328
4.63	Primerjava rasti v debelino med dvema različno starima populacijama črnega bora	332
5.	SKLEPNE UGOTOVITVE	334
6.	RAZPRAVLJANJE	336
	POVZETEK	345
	LITERATURA	

1. UVOD IN NALOGA RAZISKAVE

Naravni gozdovi *Pinus nigra* Arnold s.lat. poraščajo danes med seboj ločene manjše površine v alpskem, submediteranskem in kontinentalnem prostoru naše države. Rastejo pretežno na strmih, prisojnih legah v različnih višinskih pasovih na apnencih, dolomitih in serpentinih. V fitocenološkem sistemu so glede na različno geološko-petrografsko podlago uvrščeni v podzvezi Orneto-Ericion dolomiticum in Orneto-Ericion serpentinicum HORVAT 1959 ter dalje v zvezo in red borovih gozdov. Razen tega jih dobimo kot trajne ali prehodne stadije tudi na rastiščih bukovih ali drugih mezofilnejših gozdnih združb, kamor so se razširili sami po večjih požarnih ali drugih večjih naravnih ujmah. Na takih rastiščih grade ponekod v Bosni prekrasne sestoje, kjer se črni bor ponaša z izrednimi višinami in premeri ter visoko starostjo. Iz ekologije rastišč. kjer se pojavlja *Pinus nigra* lahko spoznamo, da je to vrsta s široko ekološko amplitudo in kserofitna drevesna vrsta. Na njegov kserofitni značaj ne kažejo samo njegova naravna nahajališča, temveč tudi anatomska zgradba iglic (VIDAKOVIĆ 1955). Zaradi njegovih izredno ugodnih ekoloških lastnosti ga je pospeševal tudi človek. O tem govore obsežne površine sestojev *Pinus nigra* na našem Krasu in drugod. Z izbiro te vrste je človek pri pogozdovanju Krasa in drugih sušnejših rastišč dosegel enega izmed svojih večjih uspehov ter je v minulem, skoraj poldrugem stoletju prišel do številnih spoznanj.

Do sedaj smo si predvsem prizadevali, da bi spoznali njegova rastišča (TOMAŽIČ 1940, HORVAT 1956,58,59,62, ANIĆ 1957, FUKAREK 1970,71, STUDNIČKA 1967, STEFANOVIĆ 1958,60,69), njegovo naravno razširjenost (FUKAREK 1958), njegove rase (VIDAKOVIĆ 1955,57), taksacijske osnove za gospodarjenje (DRINIĆ 1963), strukturo in produktivnost sestojev (TOMANIĆ 1969) ter njegovo obnavljanje v gospodarskih gozdovih (BOJADŽIĆ 1969,75, TOMANIĆ 1975). Kljub dokajšnjemu znanju o črnem boru bodo za temeljitejše poznavanje njegovih bioloških lastnosti potrebne še številne raziskave.

Težnje za čim uspešnejše gospodarjenje z gozdovi nam narekujejo med drugim tudi obogatitev naših listnatih gozdov z iglavci. Glede na poznavanje rastišč listavcev sodijo v ožji izbor za obogatitev prav gotovo tudi avtohtoni bori (*Pinus silvestric* L., *Pinus peuce* Griseb., *Pinus heldreichii* Christ., *Pinus halepensis* Mill., *Pinus nigra* Arnold), po katerih je naša širša domovina med bogatejšimi v Evropi.

Izhodišča bodočih raziskovanj naj bodo usmerjena k spoznavanju zakonitosti njihovega naravnega razvoja; te nas še posebej zanimajo. Temu vprašanju je bilo doslej posvečeno le malo pozornosti. To velja za večino naših borov in še posebej

za gozdove črnega bora, ki rastejo na dolomitni in apnenčasti podlagi. Da bi zakonitosti življenjskega razvoja črnega bora spoznali, ga moramo proučevati v "naravnih laboratorijih", to je v naravnih gozdovih oz. pragozdovih črnega bora. Takšni gozdovi so vse bolj redki, vendar za znanost o gojenju gozdov neprecenljive vrednosti. Pri nas jih nimamo, zato smo bili prisiljeni, da jih poiščemo drugod.

Pokazalo se je, da so obsežnejši gozdovi črnega bora v zahodni Bosni, v bugojnsko-kupreškem območju, za ta proučevanja zelo primerni objekti. Njihove odlike so naslednje:

- naravni sestoji črnega bora (*Pinetum nigrae s. stricto*) ter naravno vznikli sestoji oziroma variante s to vrsto na mezofilnejših rastiščih drugih združb, so v neposrednem dotiku;

- črni bor doseže to visoko starost, pretežno med 200 in 400 leti in gradi take pragozdne sestojke, ki so bili moteni šele v preteklih nekaj desetletjih;

- črni bor se je v teh sestojih ponovno naravno razvil ter nanj človek z gojitvenimi in drugimi posegi še ni vplival. Zato so ti sestoji še posebej zanimivi za proučevanja mladostnih faz v njegovem razvoju.

V pričujoči študiji želim raziskavi:

1. naravno obnovo in razvoj v naravnih gozdovih črnega bora in
2. zakonitosti rasti v posamičnih obdobjih njegovega življenjskega razvoja.

2. OPIS RAZISKOVALNEGA OBJEKTA IN ZNAČILNOSTI BOROVJA NA DOLOMITNO-APNENČASTI PODLAGI

2.1 GEOGRAFSKE IN KLIMATSKE ZNAČILNOSTI

Raziskovalni objekt je bil izbran v zahodni Bosni, 16 kilometrov južno od mesta Bugojno, to je ob sotočju potokov Mračaj in Duboke ob zahodnem vznožju Skrta planine (slika 1.). Raziskave sem opravil na južnih, zahodnih in jugovzhodnih pobočjih dolin obeh imenovanih potokov med 730 in 950 metri nadmorske višine. To so strma, slikovita, s številnimi grapami in ostrimi skalovitimi grebeni razbrazdana pobočja, ki ponekod prehajajo v prepadne stene.

V klimatskem pogledu leži raziskovalni objekt s širšo okolico na področju, kjer se srečujejo vplivi kontinentalne in submediteranske klime. Iz osnovnih meteoroloških podatkov za postajo Bugojno sklepam, da vlada toč ostro kraško podnebje, katerega osrednja značilnost so ostre zime in kratka, suha poletja. Padavine so razporejene tako, da pade v vegetacijski dobi od aprila do septembra manj kot polovica vseh letnih padavin (378 mm).

Podatki o temperaturah in padavinah so razvidni s klimagrama na sliki 2.

2.2 GEOLOŠKO-PETROGRAFSKE IN TALNE RAZMERE

Geološko-petrografsko podlago raziskovalnega objekta sestavljajo srednjetri-adni saharoidni dolomiti (ČIRIČ 1965 : 390) z vložki apnenca.* Na njih so se pod vplivom klime, velikega nagiba in vegetacije razvile dolomitne rendzine. V splošnem prevladujeta glede na globino profila dve obliki rendzine (Opis in analiza tal po J.SUŠINU 1973):

A. Sprsteninasta rendzina na dolomitu, plitva, karbonatna, pri preperevanju daje mnogo karbonatne frakcije, ki je prisotna v vsem profilu. Dolomitna skala je preperela do globine 40-80 cm, mestoma tudi več.

Opis talnega profila

Horizont	Globina	O p i s
O1	0 - 0,5 cm	zelo tanka mestoma prekinjena plast opada
Of	0,5 - 1,5-2 cm	z gljivami prepreden, neenakomeren opad v razkroju
Ah ₁	1,5 - 9 cm	temnosiv (10 YR 3.5/1) suh, do črn (10 YR 2/1) vlažen, peščeno ilovnat, drobno mrvičaste strukture, zelo rahel, vsebuje dolomiten skelet do Ø 2 cm 3%, močno prekoreninjen s postopnim prehodom v Ah ₂
Ah ₂	9,0 - 24,0 cm	temnosiv (10 YR 4/1.5) suh in zelo temnosivorjav (10 YR 3/2) vlažen, peščeno ilovnat, drobne mrvičaste do grudičaste strukture, rahel dolomiten skelet, droben do 5-10%, srednje prekoreninjen
A/C	24,0 - 37,0 cm	peščen, količina skeleta se z globino povečuje
C ₁	37,0 - 65,0 + cm	preperel dolomit peščen, vsebuje do srednje velik dolomiten skelet

Analitski podatki:

Horizont	Globina	CaCO ₃	ph/KCl	Org.C%	Skupni N %	C/N	Organ.snov
Ah ₁	1,5-9	71,6	7.2	7.0	0.42	16.6	12.1
Ah ₂	9-24	82,2	7.3	6.2	0.35	17.6	10.7
A/C	24-37	95,5	7.6	2.1	0.14	15.2	3.7

* Kamnine je določila dr.V.Gregorič

B. Sprsteninasta rendzina na dolomitu, zelo plitva, karbonatna in skeletna, ki ima ponekod primešan apnenec in se nahaja na strmih legah blizu grebenov. Tla so zelo plitva in skeletna in vsebujejo veliko peščene karbonatne frakcije, ki jo sestavljajo dolomitna zrnca.

Opis talnega profila

Horizont	Globina	O p i s
Of	0 - 0,5	opad v hitrem razkroju, mestoma prekinjen
Ah	0,5 - 10 cm	zelo temnorjav (10 YR 2.5/2.0 suh), vlažen črn (10 YR 2.5/1.5) peščen ilovnat, mrvičaste strukture, zelo rahel, drobnega dolomitnega skeleta 45-60%, ki z globino narašča
A/C	10 - 25 cm	temnosiv (10 YR 4/1 suh), vlažen zelo temnosiv (10 YR 3.5/1), peščen, z globino vedno več dolomitnega skeleta, > 60%
C ₁	25 - 40 cm	preperel dolomit, peščen in srednje velik dolomiten skelet

Analitski podatki:

Hori- zont	Globina	CaCO ₃	ph/KCl	Org.C %	N %	C/N	Org.snov
Ah	0,5 - 10 cm	37,8	7.0	17.8	0.92	19.4	30.8.
A/C	10 - 25 cm	93,2	7.5	5.4	0.34	15.7	5.1

2.3 VEGETACIJSKA PODOBA

2.31 Strukturna in floristična zgradba ter sociološke značilnosti združbe na sprsteninasti, plitvi karbonatni rendzini

V drevesni plasti prevladuje *Pinus nigra**, ki dosega srednjo pokrovno vrednost med 60 in 70%. Posamič mu je primešan še *Pinus silvestris*.

V grmovni plasti, katere srednja pokrovna vrednost je med 30 in 40%, prevladujejo termofilne vrste, kot so *Amelanchier ovalis*, *Cotinus coggygria*, *Sorbus aria* in *Pinus nigra*. Druge vrste kot so *Crataegus monogyna*, *Fraxinus ornus*, *Acer obtusatum*, so dokaj stalne, vendar imajo manjšo srednjo pokrovno vrednost. Posamič ali v manjših skupinah se pojavlja v tej plasti še *Acer pseudoplatanus*, *Juniperus communis*, *Betula verusoca*, *Sorbus aucuparia* in dr. *Fagus silvatica* se pojavlja le poredkoma. *Daphne blagayana*, ki je sicer pogosta v združbah borovja (TOMAŽIČ 1940, FUKAREK 1970), tod nisem našel.

Zeliščna plast je razmeroma bogata, saj je njena srednja pokrovna vrednost 100%. Najštevilnejše in po srednji pokrovni vrednosti prevladujoče vrste so

Brachypodium pinnatum, *Pinus nigra*, *Laserpitium siler*, *Erica carnea* in za njimi *Dorycnium germanicum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Rhanunculus thora*, *Anthericum ramosum*, *Allium ochroleucum* in dr. Pokrovnost mahovne plasti je neznatna in jo grade vrste:**

Ditrichum flexicaule (Schwaegr.) Hampe,
Homalothecium philippeanum (Spruce) B.S.G.,
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpricht,
Pleurozium schreberi (Brid) Mitten,
Pseudoscleropodium purum (Hedw.) Fleischer.

Rastlinske vrste, ki grade to vegetacijsko enoto, lahko uvrstimo v štiri sistematsko-ekološke skupine. Diagnostično najpomembnejšo skupino grade rastlinske vrste reda *Erico-Pinetalia* Horvat 1959 in zveze *Orno-Ericion* Horvat 1956, kamor sodijo *Pinus nigra*, *Erica carnea*, *Anthericum ramosum*, *Ranunculus thora*, *Allium ochroleucum*, *Leontodon incanus*. To so vrste, ki kažejo na plitva in suha tla.

Drugo nič manj pomembno skupino grade rastlinske vrste travišč, ki jih pogosto najdemo na dolomitni podlagi. To so vrste podzveze *Peucedanion neumayerii* Ritter-Studnička 1967, kot so: *Dianthus sylvestris*, *Onosma stellulata*, *Prunella grandiflora*, *Biscutella laevigata*, *Centaurea antropurpurea*. Vrste *Helleborus macranthus*, ki je sicer redna srpenljevalka dolomitne podlate, nisem zasledil v nobenem popisu.

Številčno najmočnejšo ekološko skupino grade bolj ali manj termofilne grmovne in zeliščne vrste reda *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. (1931, 1932). Izmed njih se z največjo stalnostjo in srednjo pokrovno vrednostjo pojavljajo *Brachypodium pinnatum*, *Laserpitium siler*, *Peucedanum oreoselinum* ter grmovne vrste *Cottinus coggygria*, *Sorbus aria*, *Amelanchier ovalis*. Dokaj pogosto se pojavljajo še *Buphtalmum salicefolium*, *Dorycnium germanicum*, *Geranium sanguineum*, *Coronilla coronata*, *Bettonica officinalis*, *Cytisus hirsutus*, *Acer obtusatum*, *Asperula aristata*, *Innula hirta* in dr. Posamič se iz tega reda pojavljajo še *Thesium bavarum*, *Melittis melissophyllum*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Polygonatum odoratum*, *Quercus pubescens*, *Cephalanthera rubra*, *Teucrium chamaedrys* itd.

* VIDAKOVIĆ (1955: 249, 1957: 211-213) je na osnovi anatomske zgradbe iglic uvrstil *Pinus nigra* v bugojnsko-kupreškem področju v prehodno obliko med sub-speciesi *Pinus nigra* Arnold ssp. *illyrica*, subspecies *austriaca* in subspecies *dalmatica*. Ker se enaka prehodna oblika pojavlja tudi drugod (Paklenica, Grobniško polje, Borova draga, planina Prenj, Konjic) in gradi zaokrožen areal, je VIDAKOVIĆ izrazil mnenje, da je to najverjetneje posebna rasa. To domnevno raso v nadaljevanju na kratko označujemo kot *Pinus nigra*.

** Mahovne vrste je določil prof. A. Martinčič.

Četrto skupino grade spremljevalke, med katerimi naj omenimo vrste *Crataegus monogyna*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Lilium martagon* in *Sorbus aucuparia* iz razreda *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg 1937. Z večjo stalnostjo se nadalje pojavlja še *Euphorbia cyparissias*, *Viscum album* na starejših drevesih *Pinus nigra*, *Orobanche laserpitii-sileris*, *Pteridium aquilinum*, *Gentiana utriculosa*, *Linum flavum*, *Melanophyrum* sp., posamič pa še *Lathyrus odoratus*, *Coronilla varia*, *Rubus saxatilis*, *Populus tremula*, *Taraxacum officinale*, *Campanula ensifolia* in dr.

Opisana vegetacijska enota je v primerjavi z drugimi fitocenozami tega področja najbolj podobna združbi *Pinetum sylvestris dinaricum* Stefanović 1969. Kljub odsotnosti nekaterih njenih značilnic (od njih se pojavlja le *Vicia craca* s.lat.) in manjši prisotnosti oziroma odsotnosti vrste *Pinus sylvestris*, imata obe fitocenozi veliko skupnega. Ujemata se ne samo v sistematsko-ekoloških skupinah, temveč tudi v njihovih posamičnih rastlinskih elementih. Od osnovne združbe *Pinetum sylvestris dinaricum* se opisana vegetacijska enota loči predvsem po veliki stalnosti in pokrovnosti vrste *Pinus nigra* v vseh plasteh.

Iz podobnosti in razlik v florističnem inventarju sklepam, da je opisano rastišče najverjetneje subasociacija *Pinetum sylvestris dinaricum pinetosum nigrae* Stef. 1969. To opisano vegetacijsko enoto na sprsteninasti plitvi karbonatni rendzini v nadaljevanju označujem na kratko kot rastišče A.

2.32 Strukturna in floristična zgradba ter sociološke značilnosti združbe na sprsteninasti, zelo plitvi skeletni karbonatni rendzini

Drevesno plast s srednjo pokrovno vrednostjo 60% gradi izključno *Pinus nigra*. Grmovna plast je slabše razvita kot v preje opisani fitocenozi in pokriva 20% tal. Najpogostejše so vrste *Amelanchier ovalis*, *Fraxinus ornus*, *Cotoneaster tomentosa* ter posamič *Pinus nigra*.

Tudi zeliščna plast ima v primerjavi s prejšnjo vegetacijsko enoto manjšo srednjo pokrovno vrednost, in sicer med 50 in 60%. Z večjo stalnostjo se pojavljajo *Pinus nigra*, *Dorycnium germanicum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Laserpitium siler*, *Koehleria splendens*. Dokaj pogoste so tudi *Globularia cordifolia*, *Sesleria tenuifolia*, *Sedum acre* in dr.

Srednja pokrovna vrednost mahovne plasti, ki jo grade iste vrste kot v prejšnji fitocenozi, je 5% in porašča v glavnem skalovje.

Floristični inventar te vegetacijske enote lahko uvrstimo v pet sistematsko-ekoloških skupin. Medtem ko je številčnost rastlinskih vrst reda in zveze *Erico pinetalia* Ht. 1959 in *Orno-Ericion* Ht. 1956 približno enaka, pa je nasprotno šte-

vilčnost vrst iz reda *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. (1931) 1932 močno obubožana. Od njih se pojavljajo naslednje: *Peucedanum oreoselinum*, *Laserpitium siler*, *Geranium sanguineum*, *Buphtalnum salicefolium*. Med manj pogostimi vrstami dobimo iz omenjenega reda še *Sorbus aria*, *Cottinus coggygria*, *Amelanchier ovalis*, *Cytisus hirsutus*, *Fraxinus ornus* in dr. Vrste podzveze *Peucedanion neumayerii* Ritter-Studnička 1967 so iste kot v prejšnji asociaciji, le da se pojavljajo z večjo stalnostjo.

Varianta, ki jo opisujem, se loči od variante na rastišču A še po drugih rastlinskih vrstah kamnišč iz zveze *Chrysopogono-Satureion* Horvat et Horvatić 1934 kot so *Globularia cordifolia*, *Koehleria splendens*, *Thlaspi praecox* in *Knautia purpurea*, ter vrstah skalovja iz razreda *Asplenietea rupestris* Br.-Bl. 1934, med katere uvrščamo vrste *Sesleria tenuifolia*, *Hieracium waldsteinianum* ter *Asplenium ruta muraria*. Pravkar našeti skupini rastlinskih vrst nakazujeta svetlejšje in prvobitnejše rastiščne razmere. Številčno manjša je tudi skupina spremljevalk, med katerimi vrst iz razreda *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Viley 1937 tod nisem našel.

Celoten rastlinski inventar nakazuje, da je opisano rastišče kljub odsotnosti vrste *Cephalaria flava* zelo podobno združbi *Cephalario-flavae-Pinetum nigrae* (Ritter-Studnička 1967). To rastišče, ki ga porašča opisana vegetacija na sprstelinasti, zelo plitvi, skeletni karbonatni rendzini, v nadaljevanju označujem na kratko kot rastišče B.

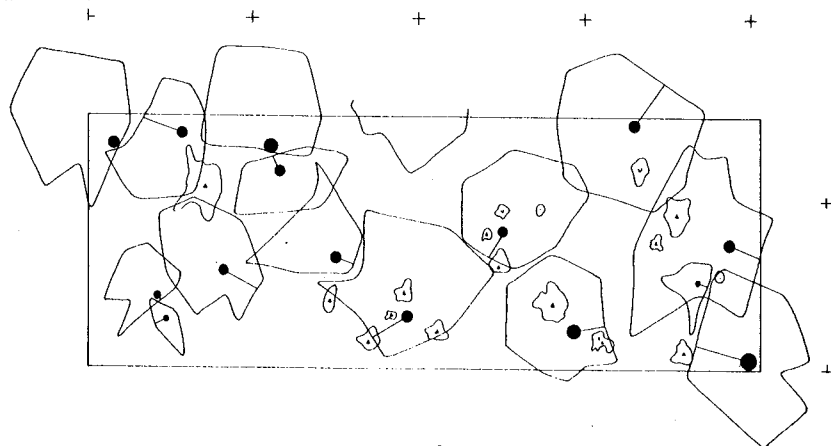
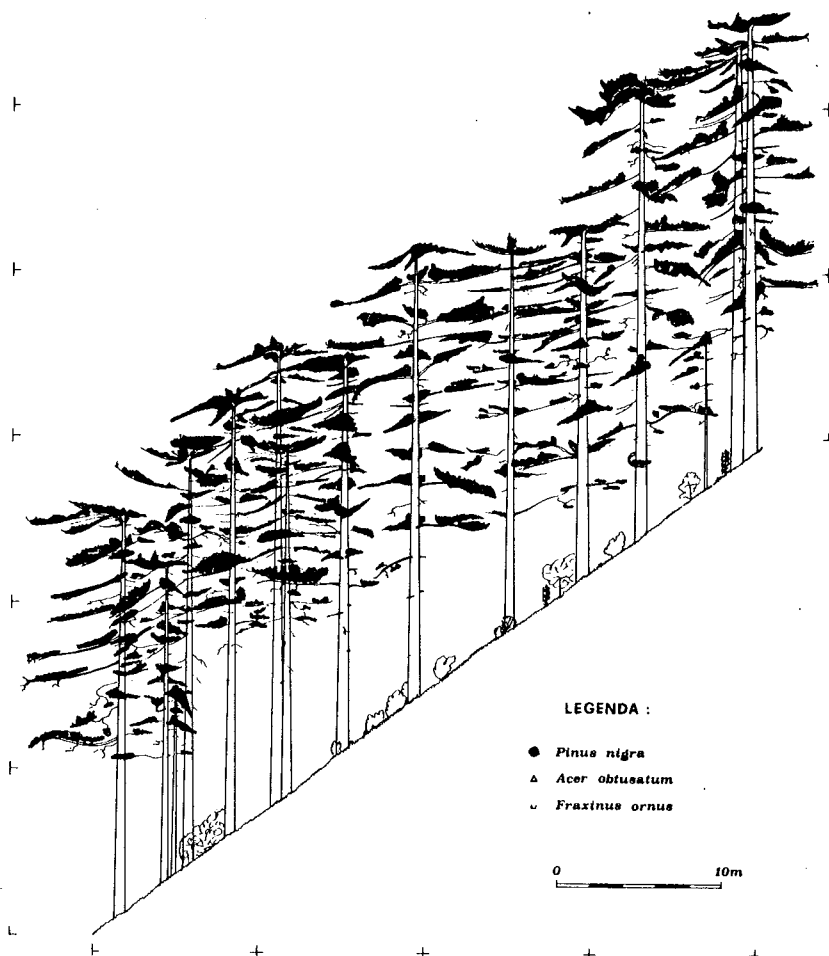
2.4 RAZVOJNA FAZA IN ZGRADBA SESTOJEV

Med razvojnimi fazami, ki jih je opisal LEIBUNDGUT (1959: 111-124) prevladuje faza staranja, in je po oceni razširjena na 80% do 90% površine raziskovalnega objekta. Inicialna faza se pojavlja mozaično na manjših površinah in je razširjena na približno 1% površine, medtem ko je optimalna faza razširjena na preostalih 10 do 20% površine. Kljub prevladovanju starostne faze, imajo čisti sestoji črnega bora stopničasto zgradbo in so raznodobni (slika 3).

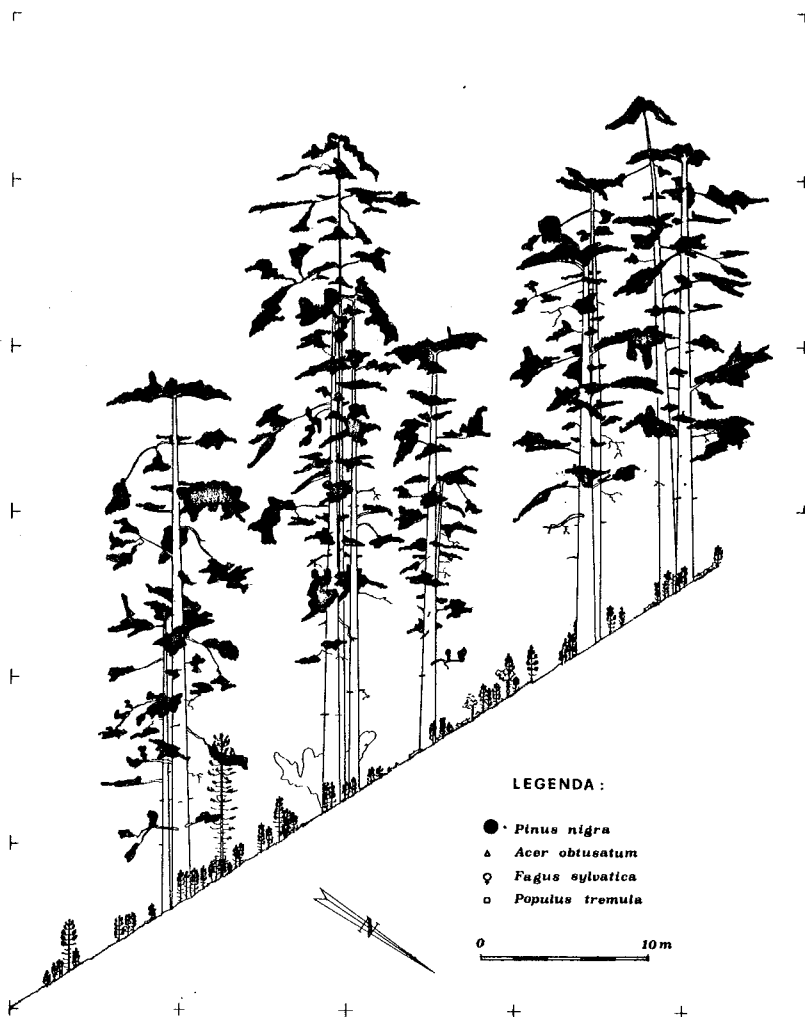
Črni bor prevladuje po številu drevja kot skupni lesni zalogi. Na ploskvi 1, ki predočuje sestoj na prehodu iz terminalne v inicialno fazo (slika 3) je njegova lesna zaloga preračunana na površino 1 hektarja 343 m^3 , število osebkov preračunano na enako površino pa 147.

Sredi faze staranja, ki jo prikazuje slika 4, sta lesna zaloga in število osebkov večja; lesna zaloga in gostota osebkov preračunani na površino 1 ha sta tod 466 m^3 , oz. 237 osebkov. Struktura števila drevja in lesne zaloge po debelin-
skih stopnjah je razvidna s slike 5.

SESTOJ PINUS NIGRA SREDI STAROSTNE FAZE
DUBOKA PRI BUGOJNU ODD. 70a



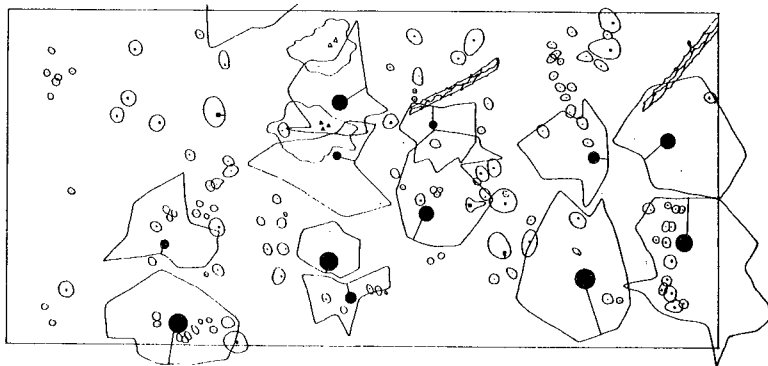
SESTOJ PINUS NIGRA NA PREHODU IZ TERMINALNE V
 INICIALNO FAZO. DUBOKA PRI BUGOJNU - ODD. 71 a



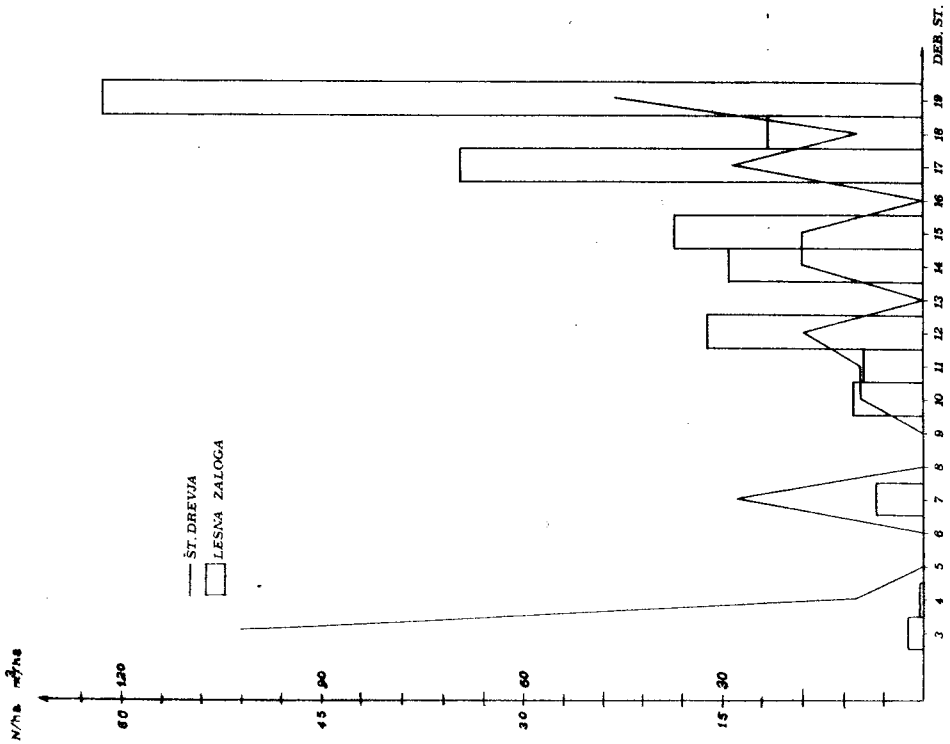
LEGENDA :

- *Pinus nigra*
- ▲ *Acer obtusatum*
- ♀ *Fagus sylvatica*
- *Populus tremula*

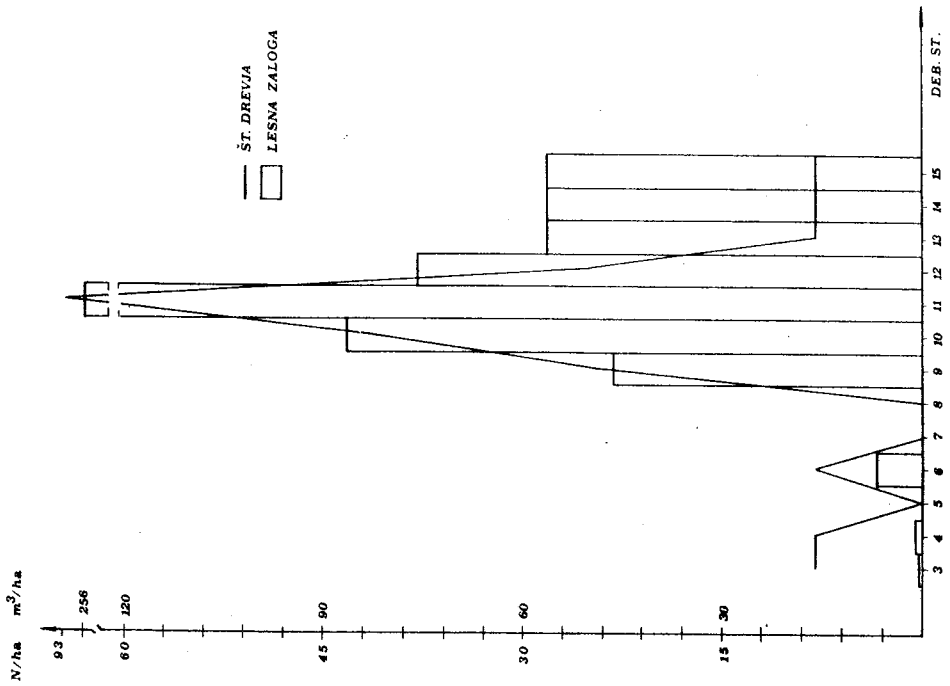
0 10 m



STRUKTURA ŠTEVILA DREVJA IN LESNE ZALOGE PINUS
 NIGRA NA PREHODU IZ TERMINALNE V INICIALNO FAZO.
 Odd. 70a ploskev št.1 površ. 0,2175 ha



STRUKTURA ŠTEVILA DREVJA IN LESNE ZALOGE PINUS
 NIGRA SREDI STAROSTNE FAZE.
 Odd. 70a ploskev št.2 površ. 0,1185 ha



3. PRIKAZ RAZISKOVALNIH METOD

Zastavljena vprašanja posegajo v tako različna življenjska obdobja razvoja črnega bora, da jih ne moremo zaheti z enotno metodiko dela. Zaradi izrazite induktivne narave proučevanja je metodika opisana za vsako življenjsko obdobje posebej. Shematični prikaz raziskave je na sliki 6.

3.1 SEDANJA NARAVNA OBNOVA SESTOJEV ČRNEGA BORA

Študij obnavljanja gozda zahteva obsežna, celostna in večletna raziskovanja. Ta proces je odvisen od številnih bioekoloških dejavnikov, ki v prostoru in času delujejo med seboj. Izmed njih sem se zato v pričujočem razdelku omejil le na množičnost obnavljanja črnega bora in njeno odvisnost od dveh prevladujočih rastišč ter njihovih mikoreliefnih razlik, pogojenih z nebesno lego. Domneval sem, da v okviru sušnejših rastišč lahko v znatni meri vplivajo na proces obnove tudi mikoreliefne razlike pogojene z nebesno lego, ki deluje v smislu večje ali manjše vlažnosti, toplote oziroma transpiracije.

Za ovrednotenje teh dveh domnevnih dejavnikov sem na vsakem rastišču na naključni način izbral 11 vzorčnih ploskev na toplih legah (južne, zahodne, jugozahodne lege) in 11 v hladnih legah (severne, severovzhodne, vzhodne in severozahodne lege) ali skupaj 44 vzorčnih ploskev v obliki pravokotnika s površino 54 m^2 .

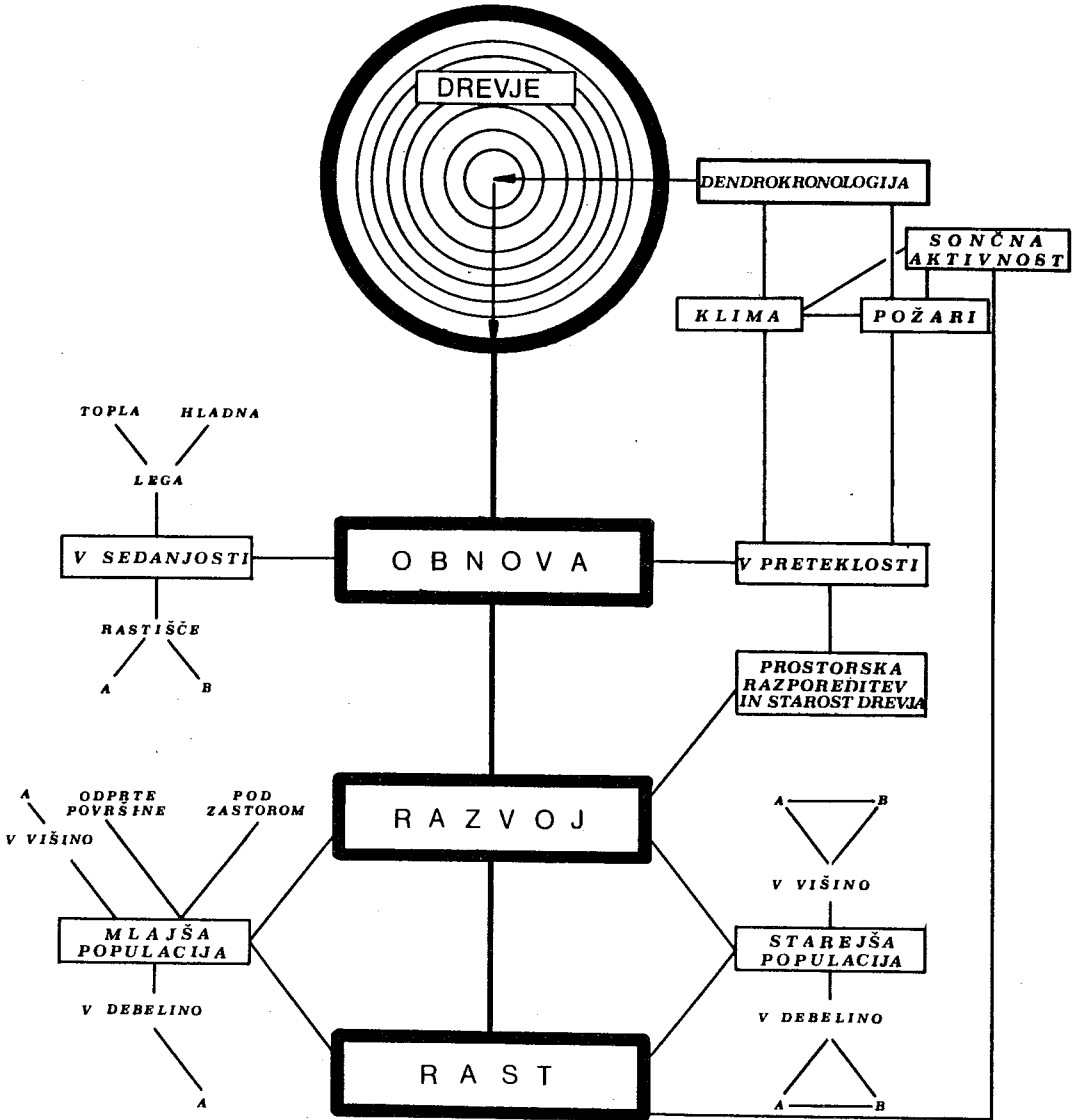
Pri naključno izbranih vzorčnih ploskvah sem postavil naslednje zahteve:

- da so ploskve ekološko enotne,
- da imajo nagib med 25 in 40 stopinjami,
- da so v višinskem pasu med 750 in 900 m nadmorske višine,
- da so izbrane v starih sestojih s srednjo pokrovnostjo drevesne plasti med 50 in 70%.

S tako postavljenimi merili sem delno izločil nekatere za raziskavo manj pomembne dejavnike, ki bi lahko motili zastavljeni preizkus ter na ta način zmanjšal preizkusno napako.

Obliko vzorčnih ploskev v obliki pravokotnika 6 m krat 9 m mi je narekovala izrazito vzdolžna prostorska razporeditev rastišča B ter opisana merila pri izbiri vzorčnih ploskev. Površino vzorčne ploskve sem določil z manjšim vzorcem z 10 ponovitvami tako, da sem pri enaki dolžini ene stranice v smeri plastnic terena večal drugo v smeri padca terena. Pri tem sem ugotavljal koeficient variacije $KV \%$ števila mladice kot ga prikazuje tabela spodaj:

SHEMATSKI PRIKAZ RAZISKAVE



Velikost ploskve	n	x	Statistični parametri		
			s ²	s	KV %
6 m x 3 m	10	141	122,01	11,05	78,93
6 m x 6 m	10	26	248,27	15,76	60,62
6 m x 9 m	10	40	309,44	17,59	43,98
6 m x 12 m	10	56	713,73	26,72	47,71

Iz tabele je razvidno, da je vrednost KV pri površini 6 m x 9 m najmanjša. Zaradi tega je bila ploskev s to površino izbrana za osnovo proučevanja. Na izbranih ploskvah sem zgotavljal višine na 1 cm natančno, starost mladja s štetjem internodijev in število mladice črnega bora posebej do starosti treh let (v nadaljevanju vznik) ter mladje od starosti štirih let naprej do višine 1,3 m (v nadaljevanju mladje). Za preizkus značilnosti razlik med obravnavanimi vplivnimi dejavniki je bil uporabljen načrt split-plot (BLEJEC 1969). Model njegove variančne analize je računsko zapisan z naslednjim izrazom:

$$Y_{ZPL} = M + (Z) + e_{ZP} + (L) + (LP) + e_{ZPL}$$

Pri tem pomenijo poleg znanih koč in M in e

(Z) = združba A, B (P) = ploskev (L) = lega (PL) = interakcija

Po zapisanem modelu sem preizkušal značilnosti razlik posebej za vznik in mladje. Zaradi narave osnovnih podatkov je bila uporabljena transformacija $\sqrt{y + 0,5}$ (y je osnovni podatek za vznik oziroma mladje na ploskvi 54 m²). Značilnosti razlik z določeno stopnjo tveganja so prikazane pri tem kot vseh nadaljnjih statističnih poskusih z naslednjimi znaki:

- *** - značilnost s tveganjem 0,1%
- ** - značilnost s tveganjem 1 %
- * - značilnost s tveganjem 5 %
- o - značilnost s tveganjem 10 %

Dinamiko zmanjševanja števila osebkov po starostnih razredih na rastišču A in B ter hladnih in toplih legah sem proučil s kompleksno analizo variance (BLEJEC 1972).

3.2 NARAVNA OBNOVA IN RAZVOJ SESTOJEV ČRNEGA BORA V BLIŽNJI IN DALJNI PRETEKLOSTI

Z analizo poprečne starosti zgornjega, srednjega in spodnjega sloja 14 gošč, starostno analizo 56 odraslih osebkov črnega bora in posnetkom njihove prostorske razporeditve sem ugotavljal časovni potek obnove stare in nove populacije črnega bora.

Domneval sem, da bi v danih rastiščnih razmerah na nastanek sestojev črnega bora lahko v znatni meri vplivale tudi klimatske razmere. Zato sem za posredno določitev vpliva splošnih klimatskih dejavnikov pri nastajanju teh sestojev izdelal kronologijo letnic za črni bor. Ta je bila izdelana na osnovi merjenja širine poznega in ranega lesa ter skupne širine letnic na drugem prerezu 30 dreves črnega bora. Širina letnic je bila izmerjena z aparatom Eklund firme ADDO na 1/100 mm natančno.

Z naključnim izborom 30 premerjenih polmerov so bile izračunane srednje krivulje širine letnic iz 2 do 30 krivulj. Med vsako srednjo krivuljo širine letnic, izračunano iz n-krivulj ter vsemi posameznimi 30 krivuljami je bil izračunan poprečni procent istosmernosti (gleichläufigkeit %) s programom GLOP. Na osnovi tako izračunanega poprečnega procenta istosmernosti s postopnim večanjem števila srednjih krivulj širine letnic (DELORME 1972) sem lahko ugotovil za kronologijo letnic potrebno število krivulj.

TABELA št. 1

Rastišče A B Poprečje dreves	Črni bor		Branika
	Interval let	Skladnost %	Verjetnost %
2	256	56,9	95,0
3	256	60,6	99,9
4	256	62,7	99,9
5	256	63,5	99,9
6	256	63,6	99,9
7	256	63,7	99,9
8	256	64,0	99,9
9	256	64,3	99,9
10	256	64,1	99,9
11	256	64,3	99,9
12	256	64,4	99,9
13	256	64,4	99,9
14	256	64,6	99,9
15	256	65,0	99,9
16	256	65,0	99,9
17	256	65,0	99,9
18	256	65,2	99,9
19	256	65,2	99,9
20	256	65,3	99,9
21	256	65,3	99,9
22	256	65,3	99,9

Iz gornje tabele št. 1 je razvidno, da bi za dendrokronološko raziskavo zadostovalo že 15 krivulj, saj se poprečni % istosmernosti od tega števila krivulj dalje bistveno ne spremeni. Menim, da je uporabljenih 30 krivulj zelo blizu optimalnemu, za kronološko raziskavo potrebnemu številu krivulj. Iz njih je bila iz-

Tabela št.2

RAZLIKE MED UGOTAVLJANJEM STAROSTI ČRNEGA BORA PO ŠTETJU
INTERNODIJEV IN ŠTETJEM LETNIC V GOŠČAH PINUS NIGRA

Št.	ZGORNJI SLOJ			SREDNJI SLOJ			SPODNJI SLOJ		
	Po štev. internodijev	Starost S štetjem letnic	Razlika	Po štev. internodijev	Starost S štetjem letnic	Razlika	Po štev. internod.	Starost S štetjem letnic	Razlika
1.	40	44	- 4	38	45	- 7	36	38	- 2
2	29	30	- 1	35	40	- 5	30	31	- 1
3	24	30	- 6	32	36	- 4	28	27	+ 1
4	39	32	7	48	45	- 3	30	37	- 7
5	31	26	5	52	50	+ 2	34	34	0
6	30	38	- 8	40	44	- 4	37	44	- 7
7	49	50	- 1	38	54	- 16	41	41	0
8	35	37	- 2	40	41	- 1	32	28	+ 4
9	31	44	- 13	43	42	+ 1	40	41	- 1
10	34	56	- 22	46	54	- 8	35	43	- 8
11	46	51	- 5	41	41	0	34	25	+ 9
12	42	49	- 7	40	30	+ 10	26	30	- 4
13	40	46	- 6	41	44	- 3	35	29	+ 6
14	39	46	- 7	40	45	- 5	35	42	- 7
15	38	49	- 11	41	45	- 4	39	44	- 5
16	37	46	- 9	44	48	- 3	37	36	+ 1
17	38	45	- 5	42	50	- 8	38	33	+ 5
18	38	41	- 3	35	35	0	40	43	- 3
19	43	44	- 1	37	40	- 3	36	42	- 6
20	40	47	- 7	24	36	- 12	45	37	+ 8
21	41	49	- 8	33	29	4	30	32	- 2
22	43	52	- 9	29	32	- 3	30	41	- 6
23	43	51	- 8	41	48	- 7	46	44	+ 2
24	38	47	- 9	27	30	- 3	29	31	- 2
25	48	56	- 8	41	36	5	38	33	+ 5
26	45	48	- 3	34	39	- 5	30	30	0
27	38	46	- 8	40	41	- 1	30	27	+ 3
28	41	42	- 1	27	38	- 11	35	27	+ 8
29	41	48	- 7	38	37	1	33	36	- 3
30	38	39	- 1	36	30	6	27	20	+ 7

$\bar{X} = - 5,7$
 $s = 1,5,3$
 $\sigma_x = 1,98$

$\bar{X} = - 2,9$
 $s = 1,5,43$
 $\sigma_x = 2,03$

$\bar{X} = - 0,17$
 $s = 1,5,01$
 $\sigma_x = 1,87$

TIP št. 1

Sloj	N	STAROST					PREMER									
		M	VAR.	SD	SE	KV	5%	10%	M	VAR.	SD	SE	KV %	5 %	10 %	
1	111	36,54	24,3	4,93	.47	13,94	30	7	3,96	1,8	1,35	,13	34,09	178	45	
2	112	33,00	36,8	6,07	.57	18,39	53	13	2,17	.7	.83	.08	38,25	225	56	
3	108	26,50	45,2	6,72	.65	25,36	99	25	1,11	.4	.59	.06	53,15	433	108	
VIŠINA																
287	1	111	377,28	9941,9	99,71	9,46	26,43	107	27	99,51	444,2	21,07	2,00	21,17	69	17
	2	112	247,44	6444,2	80,28	7,59	32,44	161	40	119,97	859,2	29,31	2,77	24,43	29	23
	3	108	129,42	3333,9	57,74	5,56	44,61	306	76	124,74	1477,2	38,43	3,70	30,81	146	37
VITKOST																

Sloj	N	M	VAR	SD	SE	KV	5 %	10 %	M	VAR	SD	SE	KV	5 %	10 %
STAROST															
PREMER															
1	84	36,70	37,2	6,10	.76	16,62	42	11	3,64	1,7	1,30	.14	35,71	195	49
2	49	33,71	29,9	5,47	.78	16,23	40	10	2,04	.6	.76	.11	37,25	213	51
3	72	28,38	27,6	5,25	.62	18,15	53	13	1,18	.2	.45	.05	38,14	222	56
VIŠINA															
VITKOST															
1	84	363,43	12837,1	113,30	12,36	31,18	149	37	102,68	462,8	21,51	2,35	20,94	67	17
2	49	240,59	3190,5	56,48	8,07	23,48	85	21	126,18	1121,2	33,48	4,78	26,53	108	27
3	72	138,90	2616,1	51,15	6,03	36,83	208	52	124,18	1489,3	38,59	4,55	31,08	148	37

MAKSIMALNA NAPAKA ($\alpha = 0,05$)

Tip 1:

Sloj	Starost	Premer	Višina	Vitkost
1	2,5 %	6,4 %	4,9 %	3,9 %
2	3,4 %	7,2 %	6,01 %	4,5 %
3	4,8 %	10,6 %	8,4 %	5,8 %

Tip 2:

1	4,1 %	7,5 %	6,7 %	4,5 %
2	4,5	10,6	6,6	7,4 %
3	4,3	8,3	8,5	7,2 %

računana s programom GLOP poprečna krivulja širine letnic, ki najboljše pojasnjuje splošne klimatske razmere v preteklosti (DELORME 1973: 338), % istosmernosti ter kazalna leta (weiserjahren) (ECKSTEIN 1969, ECKSTEIN, BAUCH 1969, DELORME 1972). Z izračunanimi parametri in primerjavo srednje krivulje širine letnic s številom sončnih peg skušam posredno ugotoviti povezavo med splošnimi klimatskimi razmerami ter obnovitvenimi obdobju starejše in na novo nastajajoče populacije črnega bora.

3.3 NARAVNI RAZVOJ GOŠČ ČRNEGA BORA

V tej raziskavi sem analiziral vse gošče črnega bora, ki se pojavljajo v oddelku 70 a. Za osnovno raziskovalno ploskev sem vzel površino najmanjše samostojne gošče, ki se pojavlja v oddelku, to je površino pravokotnika s stranica 6 in 3 metre ali 18 m^2 . Posebej sem analiziral gošče, nastale v odprtih manjših površinah (ekološki tip 1) ter posebej gošče pod zastorom starih dreves črnega bora (ekološki tip 2). V goščah ekološkega tipa 1 sem lahko analiziral 8, v ekološkem tipu 2 pa 6 ali skupaj 14 gošč. V njih sem ugotavljal:

- gostoto števila osebkov,
- starost,
- višino osebkov na cm natančno,
- debelino osebkov na polovici višine debla na mm natančno,
- vitkost,
- višinske prirastke v zadnjih štirih letih.

Iz navedenih parametrov so bila s programom ANALGO izračunana poprečja, variance, standardni odklon ter standardni pogrešek. Da bi lahko poprečja primerjali med seboj, sem popreje analiziral homogenost varianc omenjenih parametrov gošč z Bartletovim testom. Za statistični preskus razlik med srednjimi vrednostmi sem uporabil Man-Whitneyev test, pri parametrih z neznačilnimi razločki med variancami pa t-test.

Starost osebkov sem ugotavljal s štetjem internodijev. Iz literature je znano, da je ugotavljanje starosti osebkov s štetjem internodijev pri drevesnih vrstah zelo različno. GRILC (1971) navaja za gošče smreke v švicarskih Alpah, da ugotavljanje starosti s štetjem internodijev ni zanesljivo. BORMANN (1965: 270) pa navaja za *Pinus strobus*, da je določanje starosti po številu internodijev povsem točno. Z namenom, da bi točnost določanja starosti s štetjem internodijev ugotovili tudi pri črnem boru, sem z manjšim vzorcem analiziral starost tudi s štetjem letnic. Iz vsakega sloja (zgornjega, srednjega in spodnjega sloja) sem analiziral po 30 drevesc, oziroma skupaj 90 osebkov iz gošč črnega bora

(glej tabelo št. 2). Ugotovil sem razlike med določanjem starosti po štetju internodijev ter štetjem branik. Napake nastajajo le v spodnjem delu debelc. Za zgornji sloj sem ugotovil z izjemo dveh primerov le negativne napake in to poprečno - 6 let. Z zanesljivostjo 0,95 pa je to poprečje med -4 in -8 leti. Pri srednjem sloju je poprečna napaka -3 leta ter pri isti zanesljivosti kot zgoraj med -1 in -5 leti. Le v spodnjem sloju je poprečna negativna napaka tako majhna, da lahko smatramo ugotavljanje starosti po številu internodijev v tem sloju kot točno. Z zanesljivostjo 0,95 pa je ta napaka med -2 in +2 letoma. S tako ocenjenimi poprečnimi napakami sem korigiral poprečne starosti gošč.

Sumarni pregled parametrov gošč, koeficient variacije in maksimalna napaka ob 5% tveganju po ekoloških tipih in slojih je v tabelah št. 3, 4 in 5. Iz tabele 5 je razvidno, da je ocena poprečij posameznih parametrov pri izbranem številu drevesc in 5% tveganju obremenjena z napako, ki je v splošnem večja od 5% in manjša od 10%. Pri nekaterih parametrih je celo manjša od 5%.

3.4 DINAMIKA RASTI V VIŠINO IN DEBELINO

Za proučevanje rasti v višino in debelino je bilo v oddelku 70 a s površino 17,3 ha odkazanih 60 dreves črnega bora na osnovi naslednjih meril:

- da so v zgornji drevesni plasti in čim manj ovirana od drugih dreves,
- da so čim manj poškodovana.

Izmed odkazanih dreves je bilo naključno izbranih in posekanih 16 dreves na rastišču A, 15 dreves na rastišču B ali skupno 31 dreves (glej tabelo 6). V večini primerov so bila to drevesa biološkega razreda 122 po klasifikaciji IUFRO. Posekana drevesa so bila zaradi pogojev krojenja sekcionirana na različne dolžine. V spodnjem delu na približno 2 m sekcije, v zgornjem pa na 4 do 6 m sekcije. Na vsakem prerezu je bil vzet kolobar ter iz njega izsek na srednjem premeru. Širina letnic je bila izmerjena na že opisani način. Izmerjene širine letnic so bile prenešene na kartice za obdelavo na računalniku. Točnost pri velikem številu zluknjanih podatkov je bila preverjena s posebnim programom BORIKON tako, da je morala biti vsota širine ranega in poznega lesa enaka skupni širini letnice.

Starost dreves je bila ugotovljena na ta način, da sem številu izmerjenih letnic na panju dodal leta, ki jih je drevo potrebovalo za rast do višine panja. To število let sem ugotovil na osnovi analize rasti mladja v višino, pri čemer sem za vsako starost osebkov od 1 do 10 let naključno izbral po 100 osebkov, iz katerih so bile izračunane poprečne višine. Iz tako dobljene poprečne višinske krivulje rasti mladja, katere vrednosti so bile vstavljene v program BORIANAL, sem glede na vsakokratne višine panjev posredno dobil iskano število let.

TABELA 6

Rasti- šće	štev. drevesa	Premer v 1,3 (cm)	Višina (m)	Starost (let)	Biološki razred		Dozina		sektelj (m)			
					po IUFRO	Klasifikaciji	1	2	1	2		
A	1	50	22,80	320	122	0,30	5,10	5,10	6,10	6,10	5,10	1,0
	2	5,3	26,10	206	122	0,10	5,10	5,10	6,10	6,10	4,10	3,90
	3	30	31,10	301	122	0,20	1,80	6,10	5,10	5,10	5,10	3,40
	4	76	35,40	319	122	0,20	2,10	5,10	6,10	6,10	6,10	7,10
	5	77	31,50	357	122	0,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	5,10
	6	64	25,90	350	122	0,20	1,50	5,10	6,10	6,00	6,00	1,00
	7	78	26,53	323	122	0,20	1,83	4,10	4,10	5,10	5,10	6,50
	8	88	26,60	328	122	0,20	1,80	5,10	6,10	5,10	5,10	2,70
	9	64	22,45	342	122	0,25	5,10	5,10	6,10	3,00	2,30	0,50
	10	78	26,10	277	122	0,10	4,10	5,10	5,10	6,10	2,00	3,00
	11	73	24,5	167	122	0,20	4,10	5,10	5,10	5,10	4,30	0,60
	12	64	23,60	357	122	0,25	1,15	4,10	5,10	6,10	5,40	1,50
	13	68	27,20	351	122	0,25	1,95	4,10	5,10	5,10	5,10	4,90
	14	60	21,55	328	122	0,25	1,70	6,10	5,10	5,10	2,80	0,50
	15	84	29,10	328	122	0,85	1,55	4,10	5,10	4,10	6,10	5,30
												2,00
B	1	56	21,61	209	122	0,15	4,10	4,10	4,10	3,60	1,46	
	2	52	21,70	299	122	0,10	4,10	5,10	4,10	4,00	2,00	2,30
	3	64	26,50	323	122	0,15	4,10	6,10	5,10	4,10	3,95	3,00
	4	48	18,90	214	122	0,10	4,10	5,10	5,10	4,10	0,40	
	5	61	25,10	326	122	0,20	4,10	5,10	6,10	6,10	3,50	
	6	54	23,65	214	122	0,15	4,10	5,10	5,10	4,10	4,10	1,00
	7	60	19,05	329	122	0,25	4,10	6,10	4,10	3,70	0,80	
	8	58	23,15	331	122	0,20	4,10	6,10	6,10	6,65		
	9	60	21,10	345	122	0,10	4,10	4,10	4,10	5,10	3,00	0,60
	10	53	30,90	324	122	0,20	4,00	6,10	6,10	6,10	6,90	1,50
	11	54	21,90	219	122	0,20	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	1,20
	12	60	26,55	346	133	0,15	1,80	4,10	5,10	6,10	7,10	2,20
	13	29	12,65	201	322	0,10	6,10	6,05	0,40			
	14	26	13,25	197	322	0,10	4,30	5,05	3,50	0,30		
	15	26	15,15	85	111	0,05	5,10	5,60	4,00	0,40		

T = čas (5-letna obdobja);

R = drevesa.

Metoda kompleksne analize variance zahteva pri proučevanju enako število členov v časovnih vrstah. Da bi v raziskavo vključil čim več dreves, sem zaradi njihove različne starosti proučil le 150-letno obdobje rasti v višino pri 11 drevesih rastišč A in B ali skupaj 22 dreves.

Pri proučevanju dinamike rasti in priraščanja v višino so me zanimale naslednje primerjave:

- razlike v dinamiki rasti in priraščanja v višino med rastiščema A in B,
- razlike v dinamiki rasti in priraščanja med višjimi in nižjimi drevesi znotraj vsakega rastišča.

Razen teh primerjav sem s t-preskusom in poprejšnjim testiranjem razločkov med variancama z F-testom, statistično preveril za vsa drevesa še naslednje rastne elemente:

- starost pri prenehanju rasti v višino med rastiščema
- starost pri kulminaciji rasti v višino med rastiščema
- dosežene končne višine dreves med rastiščema.

Odvisnost med zgoraj omenjenimi ravnimi elementi sem proučil z izračunom rang-korelacijskih koeficientov po Spearmanovemu obrazcu:

$$S = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{N(N^2 - 1)}$$

Z metodo kompleksne analize variance sem proučil tudi dinamiko rasti v debelino na prvem in drugem prerezu dreves. Pri raziskavi rasti v debelino na prvem prerezu sem po sečnji v raziskovalnem objektu v letu 1976 proučil še 28 panjev starih osebkov črnega bora oziroma skupaj 59 dreves. Zaradi različne starosti osebkov sem iz istih vzrokov kot pri rasti v višino primerjal na prvem prerezu 200-letno obdobje 22 osebkov z rastišč A in B oziroma skupaj 44 dreves, na drugem prerezu pa 180-letno obdobje rasti v debelino 12 osebkov z rastišč A in B oziroma skupaj 24 dreves. Tu so me zanimale naslednje primerjave:

- razlike v dinamiki rasti v debelino med rastiščema A in B,
- razlike v dinamiki rasti v debelino med skupinami skupaj rastočih dreves.

Z enako metodo in istim številom dreves ter primerjav kot pri rasti v debelino sem na drugem prerezu dreves proučeval tudi dinamiko ploščinskega priraščanja.

Za preverjanje značilnosti razlik v dinamiki rasti v višino in debelino med novo in staro populacijo borov sem uporabil prav tako kompleksno analizo va-

riance za dvofaktorsko vrsto podatkov. Pri rasti v višino sem za prvo štiridesetletno rastno obdobje primerjal med seboj 12 naključno izbranih osebkov iz gošč črnega bora ter 12 starih osebkov črnega bora z rastišč A in B ali skupno 36 dreves.

Analogno sem proučeval tudi značilnosti razlik pri dinamiki rasti v debelino, le da sem v primerjavo vključil še 12 starejših osebkov črnega bora, ki so v prvem življenjskem obdobju rastle počasneje. S takim načinom primerjav ne ugotavljam zgolj razlik v dinamiki rasti, temveč posredno sklepam tudi na pogoje, v katerih so rastle osebk.

4. IZSLEDKI RAZISKAV O RAZVOJU NARAVNIH SESTOJEV ČRNEGA BORA

4.1. SEDANJA NARAVNA OBNOVA ČRNEGA BORA

Z analizo variance načrta split-plot, ki je razvidna iz spodnjih dveh pregledov, se je pokazalo, da ima pri naravnem obnavljanju močan vpliv mikroreliefna lega. Čisti vpliv tega dejavnika se je pokazal pri mladju, Vznik črnega bora:

Vir variacije	SQ	m	s^2	F
zdržba	21,8973	1	21,8973	3,4771 ⁰
e_1	125,9522	20	6,2976	1,00
Lega	10,0418	1	10,0418	4,309 ^(x)
Z x L	3,5172	1	3,5172	1,5092
e_2	46,6089	10	2,3304	1,00
s k u p a j	208,0174	43		

Mladje črnega bora:

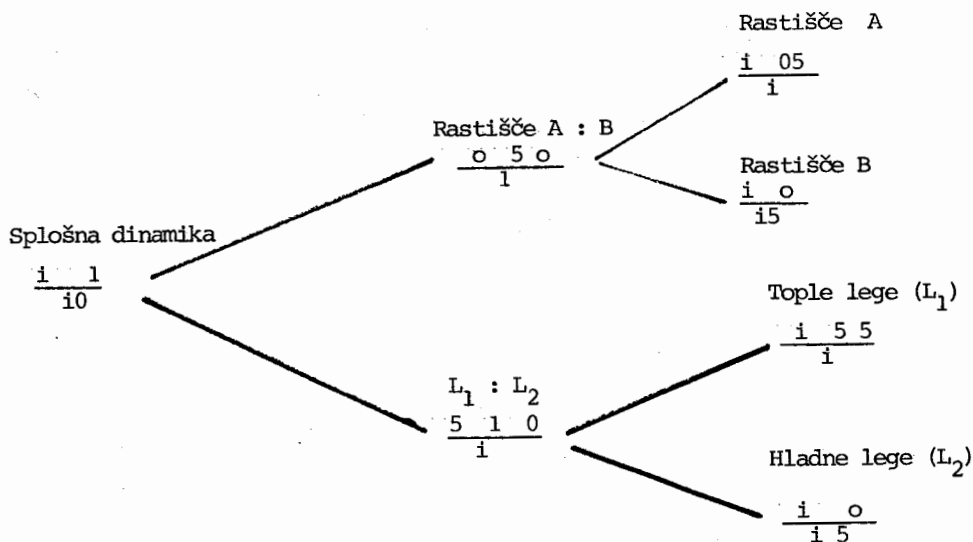
Vir variacije	SQ	m	s^2	F
Zdržba	0,0004	1	0,0004	0,0002
e_1	52,3670	20	2,6184	1,00
Lega	29,5528	1	29,5528	18,4740 ^{xxx}
Z x L	3,0161	1	3,0161	1,8854
e_2	31,9937	20	1,5997	1,00
s k u p a j	116,9299	43		

kot zelo značilen na stopnji 0,1% tveganja, pri vzniku pa značilno različen na nivoju, ki je nekaj večji od 5% tveganja. Vpliv rastišča pri naravnem obnavljanju se je pokazal kot neznačilen pri mladju medtem ko so pri vzniku ugotovljene značilne razlike z 10% tveganjem.

Gostota osebkov, preračunana na površini 1 hektarja ne glede na rastišče ali mikroreliefno lego, zelo variira. Najmanjša gostota obnove je 185 in največja 22500 osebkov na 1 ha (poprečje 7100 osebkov na 1 ha). Poprečna gostota obnove črnega bora je v hladnih mikroreliefnih legah pri vzniku približno 2,5 krat, pri mladju pa 1,6 krat večja kot na toplih mikroreliefnih legah.

Dinamiko zmanjševanja števila osebkov po starostnih razredih med rastiščema A in B ter med toplimi in hladnimi mikroreliefnimi legami, sem proučil s kompleksno analizo variance (BLEJEC 1972). Iz značilnosti prvih treh kontrastov, ker analiziramo logaritme osnovnih podatkov, sklepamo na eksponentni trend zmanjševanja števila osebkov, četrta sestavina pa kaže na značilnost cikla (glej profile dinamike in matrike TTYRR, TYRR, TIYR, TYR).

Profili dinamike zmanjševanja števila osebkov po starostnih razredih, rastiščih in mikroreliefnih legah ter primerjavah med rastiščema in legama:



MATRIKA TTYRR

TTYRR	Rastišče		Lega	
	A	B	L ₁	L ₂
Starost. razred	1	2	3	4
1 - 3	8.5075	7.6779	7.9194	8.3640
4 - 6	7.9088	7.3765	7.2385	8.0728
7 - 9	6.5162	6.8916	6.2897	7.0130
10 - 12	5.7991	5.9915	5.3799	6.2086
13 - 15	5.1299	5.3660	5.2627	5.1120
TYRR	1	2	3	4
0	15.1433 i	14.8938 i	14.3512 i	15.5498 i
1	-2.8033 i	-1.9002 i	-2.2680 i	-2.6463 i
2	.1429 o	-.2842 5	.3117 5	-.3622 5
3	.2662 5	.1449 o	.3354 5	.1506 o
VEKTOR KR	.06281	.01214	.00285	.03527

Kazalci dinamike znanjševanja števila osebkov po starostnih razredih za primerjave med rastiščema in mikroreliefnima legama:

TTYR	1	A : B	L ₁ : L ₂
1 - 3	16.2344	.5867 1	-.3144 5
4 - 6	15.2983	.3764 5	-.5890 1
7 - 9	13.3553	-.2655 5	-.5115 1
10 - 12	11.6895	-.1360 0	-.5860 1
13 - 15	10.4353	-.1669 0	.1066 0

TYR			
0	29.9690 .1	.1765 0	-.8476 .1
1	-4.8089 .1	-.6387 1	.2675 5
2	-.0959 0	.3020 5	.4765 1
3	.4485 1	.0857 0	.1306 0

$$s_{e,cor.} = .0852943075; \quad me_{cor.} = 4$$

Kritične vrednosti: $d' = t(me_{cor.} = (T - t_0) \cdot (R - r_0) \cdot s_e$

Tveganje	Kritične vrednosti d'	Stopnja značilnosti
10	.18185	?
5	.23678	5
1	.39269	1
.1	.73438	i

Iz profilov razlik med rastiščema lahko vidimo, da razlike v ravni niso značilno različne. Značilno različni sta linearna in kvadratična komponenta, kar pomeni, da je poprečna stopnja znanjševanja števila osebkov na rastišču A manjša, hitrost pa večja kot na rastišču B. Primerjava med toplimi in hladnimi

mikroreliefnimi legami kaže razlike v vseh komponentah, razen v ciklični; raven števila osebkov na toplih legah je manjša, poprečna stopnja in hitrost pa večja kot v hladnih mikroreliefnih legah. Nadalje lahko ugotovimo iz profilov po legi in stopnji značilnosti posameznih kontrastov, da je trend dinamike zmanjševanja števila osebkov na rastišču B in hladnih legah enak, na rastišču A in toplih legah pa podoben. Z matrike TTYR, to je primerjave gostote osebkov med posameznimi obdobji, lahko spoznamo, da je gostota osebkov na rastišču A sprva večja in značilno različna, kasneje pa neznačilno nižja kot na rastišču B. Gostota števila osebkov na toplih mikroreliefnih legah je v primerjavi s hladnimi značilno nižja v vseh obdobjih, razen pri zadnjem starostnem razredu.

Iz raziskave je mogoče ugotoviti:

- Gostota obnavljanja črnega bora je večja v hladnih kot na toplih mikroreliefnih legah. V hladnih mikroreliefnih legah se gostota osebkov po starostnih razredih zmanjšuje hitreje kot na toplih legah. Kljub večji in značilno različni gostoti osebkov v začetnem obdobju razvoja se gostota osebkov v hladnih mikroreliefnih legah z starostjo izenači z ono v toplih mikroreliefnih legah.

- Razlike v gostoti obnavljanja med rastiščema so le pri vzniku, medtem ko pri starejšem mlajdu ni značilnih razlik v gostoti obnove.

- Zmanjševanje gostote osebkov po starostnih razredih poteka na rastišču s sprsteninasto plitvo rendzino hitreje kot na rastišču z enakimi, zelo plitvimi skeletnimi tlemi. Gostota osebkov na rastišču s plitvo rendzino je sprva večja, sčasoma pa se izenači s tisto na rastišču z zelo plitvo skeletno rendzino.

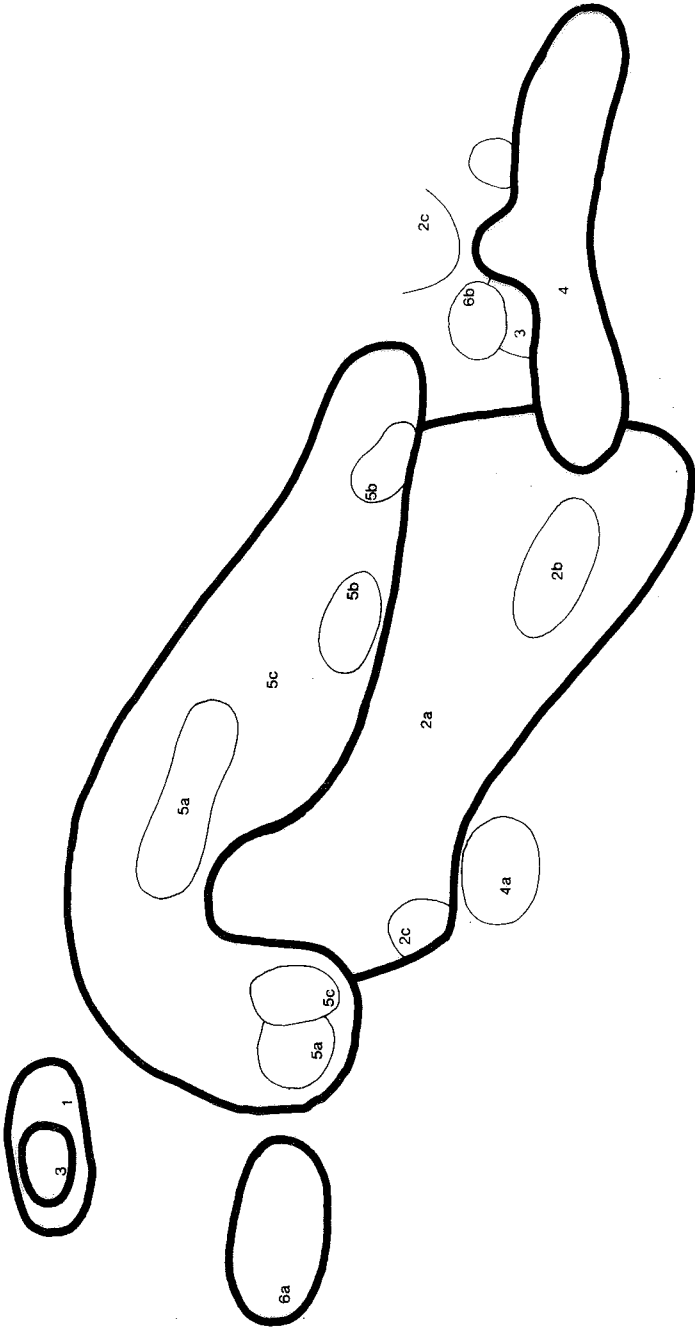
- Vzrok za hitrejše zmanjševanje gostote osebkov na rastišču s plitvo rendzino oziroma na hladnih mikroreliefnih legah moremo med drugim pripisati večji konkurenci v koreninskem prostoru in manj ugodnim svetlobnim razmeram. Te so na rastišču z zelo plitvimi skeletnimi tlemi ugodnejše, konkurenca v koreninskem prostoru pa je zaradi manjše gostote osebkov in zeliščne plasti, manjša.

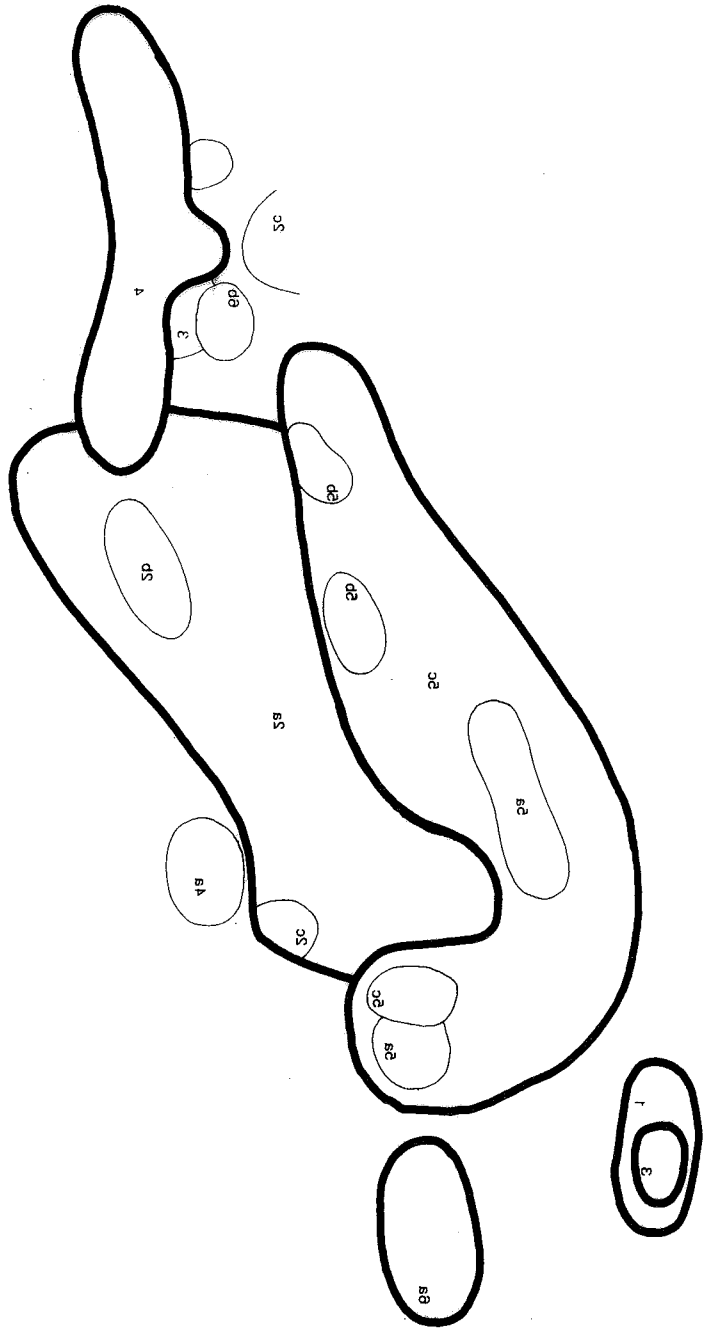
- Na osnovi gornjih ugotovitev domnevam, da je selekcija najmočnejša v prvem obdobju razvoja mlajda.

4.2 NASTANEK IN RAZVOJ NARAVNIH GOZDOV ČRNEGA BORA V DALJNI IN BLIŽNJI PRETEKLOSTI

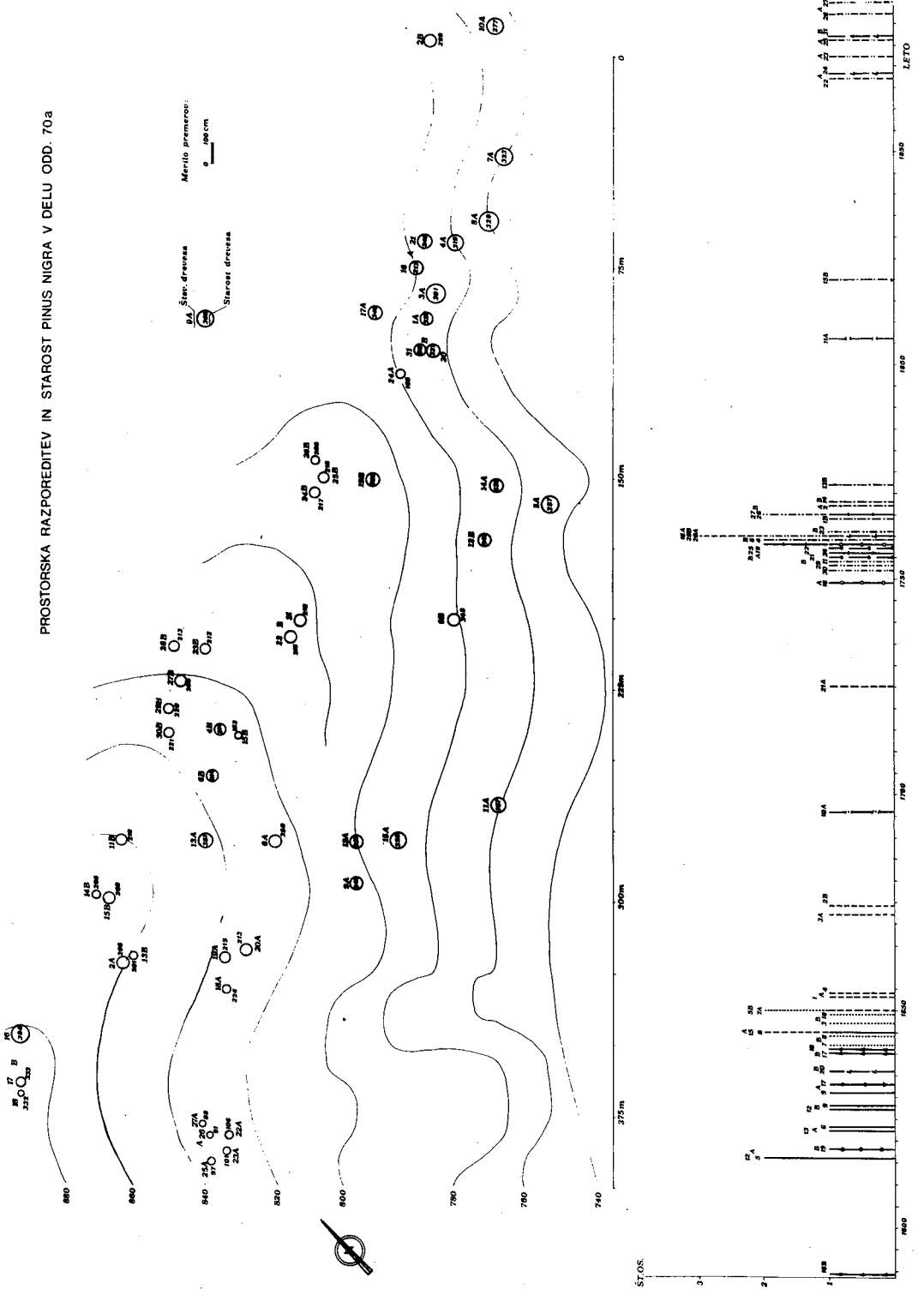
4.21 Razvoj starejše populacije borovja

Najstarejše drevo (16 B) s starostjo 384 let v najvišjem delu raziskovalnega objekta, je vzklilo okoli leta 1589 (glej sliko 7). Iz njegove počasnejše začetne rasti v debelino sklepamo, da je bilo v začetnem življenjskem obdobju





PROSTORSKA RAZPOREDITEV IN STAROST PINUS NIGRA V DELU ODD. 70a



30
24
18
12
6
0
DEB MH

1A

30
24
18
12
6
0
DEB MH

13A

30
24
18
12
6
0
DEB MH

9B

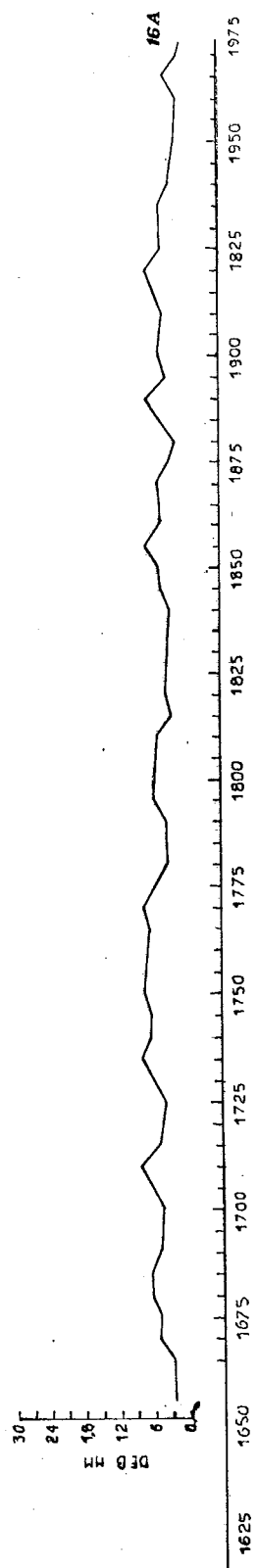
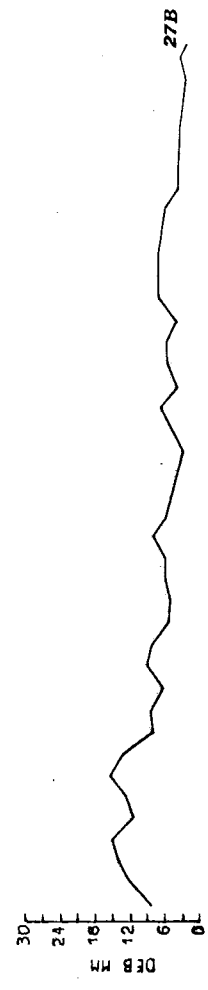
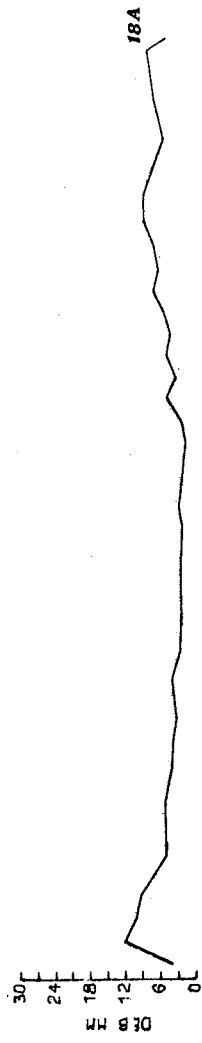
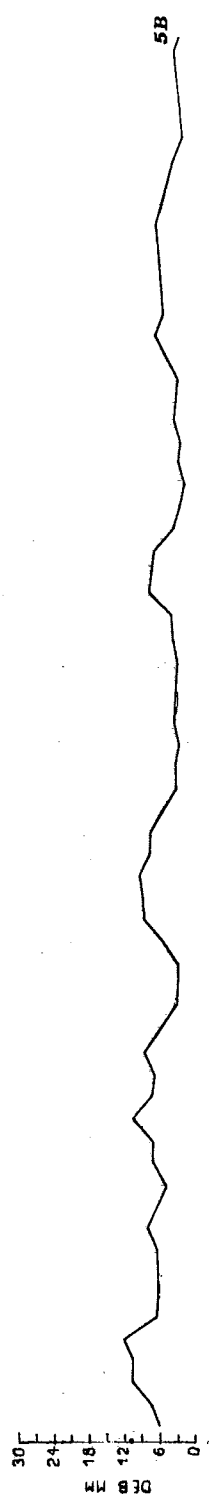
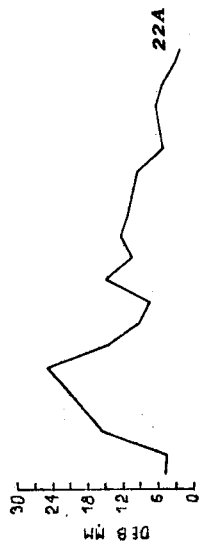
30
24
18
12
6
0
DEB MH

18B

16 B

1625 1650 1675 1700 1725 1750 1775 1800 1825 1850 1875 1900 1925 1950 1975

Slika 8



Sika 9

ovirano (rast v debelino za nekatere osebkke iz posamičnih skupin je razvidna iz slik 8 in 9). Podobno začetno rast imajo tudi analizirani osebki iz gošč črnega bora. Osamljen primer vzniklega bora in njegova rast v debelino kažeta, da je v času njegovega vznika obstajal v bližnji okolici starejši gozd.

Do obnove na večji površini, v sredini oddelka, je prišlo med letoma 1616 in 1631, to je približno 25 let po vzniku najstarejšega bora, ko je nastaja skupina 2 s poprečno starostjo 351 let. Ta skupina se je formirala postopoma v približno 15 letih. Iz dinamike rasti v debelino vseh dreves v tej skupini je razvidno, da so imela v prvem življenjskem obdobju hitrejšo rast. Po tem lahko sklepamo, da je obnova najverjetneje potekala na bolj ali manj odprti površini.

Obnova se je postopoma nadaljevala z vzponom posameznih osebkov kot sta osebka 17 A in 20 B ter osebka 17 B in 18 B v najvišjem delu oddelka. Slednja dva kažeta, da sta v začetku razmeroma počasi rastla.

Do druge množičnejše obnove, ki je zajela večjo površino in jo predočuje skupina 4, je prišlo med letoma 1645 in 1654. Poprečna starost te skupine je 324 let in se je oblikovala približno 9 let. Iz hitrejše začetne debelinske rasti dreves v tej skupini sklepamo, da je tudi ta nastala na odprti površini. Izjema v tej skupini je osebek 16 A, ki kaže na počasnejšo začetno rast. Da so bili v tem obdobju ugodni pogoji za obnovo tudi drugod, kaže skupina 7, ki je nastala izven raziskovalnega objekta. Poprečna starost osebkov te skupine, ki so prikazani le na časovni premici, je 327 let. Vznikli so v dokaj kratkem časovnem razdobju, to je v 6 letih. Tudi pri njih sklepamo po njihovi hitrejši računski rasti, da so bili v prvem življenjskem obdobju bolj ali manj neovirani.

Sledilo je približno 100 let dolgo razdobje, v katerem razen vznika posameznih, različno starih dreves (3 A, 2 B, 10 A in 21 A), ni prišlo do množičnejše obnove. Nekateri v tem obdobju vznikli osebki (3 A, 21 A - osebek kaže na počasnejšo začetno rast - glej fot.1 v razdelku 4.4) so po starosti in dinamiki rasti v debelino zelo različni. Po njihovi prostorski razporeditvi vidimo, da so vznikli sredi ali ob robu že formiranih starejših skupin drevja.

Do naslednje množičnejše obnove, ki je zajela večjo površino pretežno na grebenu oddelka, je prišlo okoli leta 1750. Tedaj se je začela oblikovati skupina 5, ki je po starosti med vsemi najbolj različna. Izoblikovala se je v približno 25 letih. Iz razporeditve in starosti dreves je razvidno, da skupina ni nastala naenkrat, temveč postopoma v nekaj letnih razmakih in različnih delih znotraj skupine. Prva je nastala približno v 3 letih skupinica 5 a z dokaj izenačeno starostjo osebkov. Približno 4 leta kasneje je vznikla manjša skupinica 5 b. Zatem se je v približno 12 letih izoblikovala skupina 5 c, ki je porasla večjo površino in je okoli 8 let mlajša od predhodne. Razen 4 osebkov te skupine (30 B, 26 B,

22, B, 2 A), ki kažejo v začetnem obdobju na počasnejšo rast, je nastala najverjetneje v podobnem okolju kot skupini 2 in 4.

Do obnove, če izvzamemo vznik dveh dreves (11 A in 15 B), ni prišlo celih 95 let. Okoli leta 1867 je prišlo do obnove v dveh delih oddelka. Takrat sta sredi že obstoječih in starejših skupin nastali približno v 18 letih skupini 6 a in 6 b. Osebkki teh dveh skupin kažejo v prvem obdobju tako na počasnejšo kot hitrejšo začetno rast.

Značilnost razlik med poprečno starostjo skupin je bila preverjena s t-testom le med skupinama 2 in 4 ter 4 in 7. Razlike med omenjenimi in ostalimi skupinami so tako očitne, da ni bil potreben statistični preskus. Rezultati t-testa so v spodnjem pregledu:

skupina	2	7
4	10,677**	1,358

Iz njega je razvidno, da so med poprečnima starostima skupin 2 in 4 značilne razlike, kar pomeni, da izhajata iz dveh obnovitvenih obdobj. Razlike v poprečni starosti skupin 7 in 4 pa so neznailne. Ti dve skupini sta nastali v istem obnovitvenem obdobju.

Variiranje starosti osebkov znotraj skupin je dokaj izenačeno. Bartletov test homogenosti varianc je namreč pokazal, da pri variriranju starosti osebkov med skupinami ni značilnih razločkov ($\chi^2_{0,05} (n=4) = 5,84278$). To pomeni, da je bil najverjetneje tudi čas obnove skupin dokaj izenačen. Glede na izračunan standardni odklon starosti osebkov po skupinah lahko s 5% tveganjem sklepamo, da je obnova trajala od 12 do 24 let.

Na osnovi starostne analize in rasti osebkov ter njihove prostorske razporeditve sem prišel do naslednjih sklepov:

- Sestoji črnega bora se niso obnovili naenkrat, temveč postopoma v štirih obnovitvenih obdobjih. Če ne upoštevamo časa med obnovo najstarejših dveh skupin, potem je prišlo do obnove na večji površini približno vsakih sto let. Delna obnova je bila pogostejša in je reden pojav.

- Doba vsakokratne obnove je trajala od 12 do 24 let in je po skupinah oziroma populacijah dokaj izenačena.

- Naravni gozdovi črnega bora niso zgolj po zunanem videzu, temveč resnično po starosti skupinsko in posamično raznodobni gozdovi.

4.22 Razvoj nove populacije borovja

Gošče črnega bora se pojavljajo v manjših, od 0,2 do 1 ara velikih površinah, ki so odprte ali pod zastorom starejšega drevja. Iz analize njihove poprečne

starosti (slika 10) je razvidno, da je prišlo do njihovega nastanka večkrat. Največ gošč je nastalo v razdobjih med naslednjimi dvojicami let: 1926 in 1929, 1932 in 1933 ter 1937 in 1939, iz katerih izhaja današnji zgornji sloj gošč. Zanimivo je, da sta srednji in spodnji sloj teh gošč nastala poprečno 8, oziroma 16 let kasneje in izhajata iz kasnejših obnovitvenih obdobj. Zaradi tega postajajo gošče vedno gostejše. Poprejšnja analiza homogenosti varianc gostote gošč po slojih je pokazala, da med njimi ni značilnih razločkov ($F_{0,05}^2(m=5) = 0,7943$).

Variančna analiza gostote osebkov z načrtom split-plot ni odkrila značilnih razlik med sloji, niti med ekološkima tipoma.

GOSTOTA OSEBKOV

Vir variacije				
Ekološki tip	90.25	1	90.25	0.7233
Ponovitve	200.14	5	40.03	0.3208
e_1	623.91	5	124.78	1.0
Sloj	82.05	2	41.03	1.1886
Ekol.tip x sloj	30.17	2	15.08	0.4371
e_2	690.04	20	34.52	1.0
	1.716.56	35		

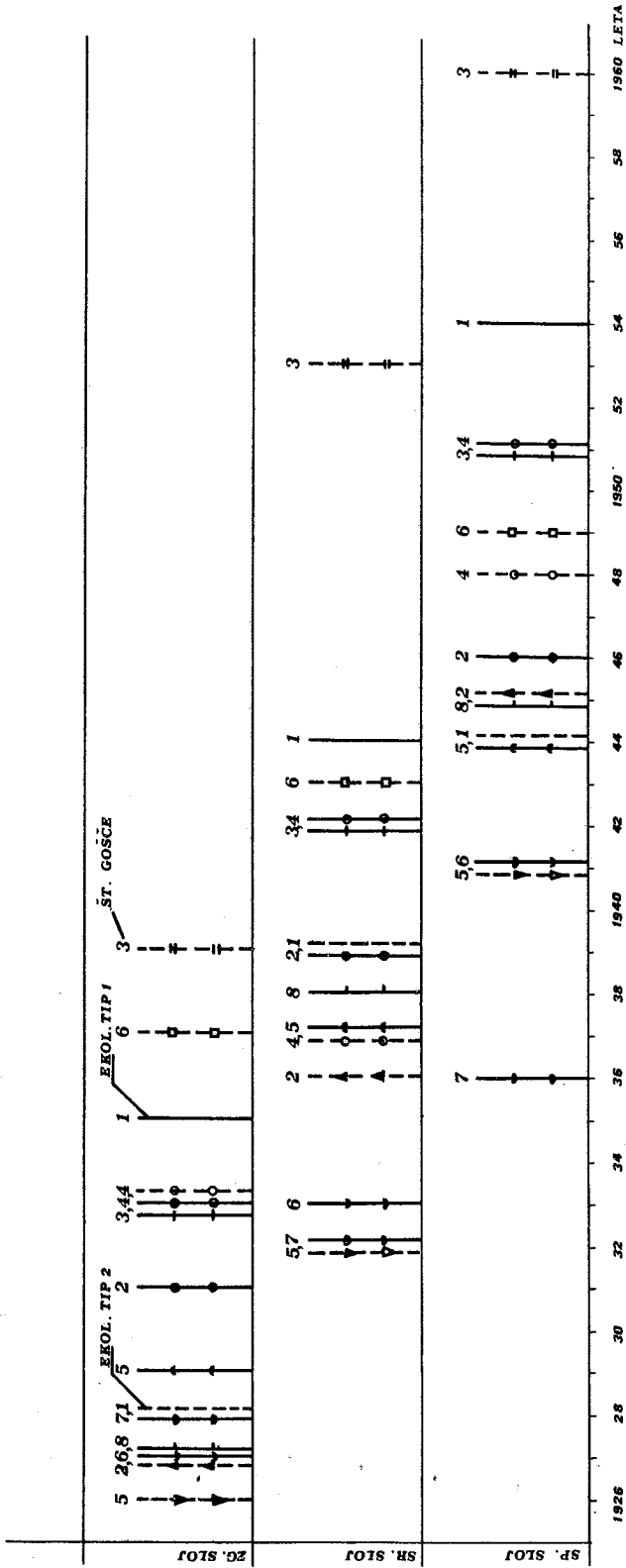
Hkrati lahko opazimo, da je prišlo pogosteje do obnove pod že nastalim zgornjim slojem gošč kot na novih površinah. Zaradi tega domnevam, da deluje pri obnavljanju zastor zgornjega sloja gošč podobno kot hladne mikroreliefne lege.

TABELA 7

BARTLETOV TEST HOMOGENOSTI VARIANC PO EKOLOŠKIH TIPIH IN SLOJIH GOŠČ TER SKUPAJ

EKOLOŠKI TIP 1	Zg.sloj	m	Sr.sloj	m	Sp.sloj	m
STAROST	<u>9.898</u>	7	46.145	7	81.56	7
PREMER	<u>10.276</u>	7	22.209	7	39.801	7
VIŠINA	<u>8.453</u>	7	14.178	7	51.1	7
VITKOST	<u>10.970</u>	7	16.28	7	26.065	7
EKOLOŠKI TIP 2						
STAROST	17.568	5	11.166	4	15.749	4
PREMER	22.404	5	14.232	4	<u>7.636</u>	4
VIŠINA	10.086	5	8.085	4	<u>6.367</u>	4
VITKOST	13.036	5	14.600	4	<u>3.535</u>	4
S K U P A J						
STAROST	27.603	13	54.870	12	106.254	12
PREMER	33.437	13	40.558	12	50.819	12
VIŠINA	21.581	13	22.360	12	62.557	12
VITKOST	24.516	13	39.429	12	30.913	12

NASTANEK IN RAZVOJ SLOJEV V GOŠČAH ČRNEGA BORA



$$\chi^2_{0,05} (m=7) = 14,07$$

$$\chi^2_{0,05} (m=13) = 22,06$$

$$\chi^2_{0,05} (m=5) = 11,07$$

$$\chi^2_{0,05} (m=12) = 21,03$$

$$\chi^2_{0,05} (m=4) = 9,49$$

V tabeli 7 prikazani Bartletov test homogenosti varianc po posameznih ekoloških tipih in slojih ter skupaj kaže pri večini parametrov gošč značilne razlike v varianci. Test nam narekuje pri nadaljnjem statističnem preverjanju razlik uporabo neparametričnih metod primerjav, hkrati pa nam posredno kaže tudi na rastne pogoje med ekološkimi tipi in sloji. Razlike v varianci so neznačilne le v zgornjem sloju prvega ekološkega tipa. Pri goščah drugega ekološkega tipa lahko ugotovimo prav obratno. Razlike v varianci so tod neznačilne pri večini parametrov spodnjega sloja gošč. To pomeni, da so pogoji rasti dokaj izenačeni v zgornjem sloju prvega, ter v spodnjem sloju drugega ekološkega tipa. Koefficient variacije (KV %) pri vseh izračunanih parametrih gošč obeh ekoloških tipov praviloma narašča od zgornjega proti spodnjemu sloju. Le pri starosti in višini v drugem ekološkem tipu je KV % v primerjavi z zgornjim slojem manjši v drugem in večji v spodnjem sloju gošč (glej tabeli 2 in 4).

Statistični preskus z vsoto rangov (Man-Withneyev test) v spodnjem pregledu ni odkril značilnih razlik med poprečno starostjo obeh ekoloških tipov. Zaradi tega lahko primerjamo med seboj tudi druga izračunana poprečja parametrov gošč. Izkazalo se je, da tudi pri drugih izračunanih poprečnih parametrov, kot so premeri, višine in vitkost, ni značilnih razlik med ekološkima tipoma gošč.

PRIMERJAVA PARAMETROV GOŠČ MED SLOJI EKOLOŠKIH TIPOV Z MAN-WITHNEYEVIM PRESKUSOM

	Starost	Premer	Višina	Vitkost
Zg.sloj	T' = 45	T' = 38	T' = 36	T' = 47
Sr.sloj	T' = 45	T' = 36	T' = 41	T' = 48
Sp.sloj	T' = 47	T' = 53,5	T' = 44	T' = 40

Kritične vrednosti za ($n_1 = 6, n_2 = 8$) = 59 ($\alpha = 0,05$), 63 ($\alpha = 0,01$),
68 ($\alpha = 0,001$)

Postavlja se vprašanje, ali se morda ne čuti vpliv zasenčenja gošč na njihovo sedanjo rastno tendenco? Če je to res, potem se morajo pokazati statistično značilne razlike predvsem med zadnjimi višinskimi prirastki obeh ekoloških tipov gošč. Glede na poprejšnje testiranje homogenosti varianc letnih višinskih prira-

stkov po slojih ekoloških tipov (glej spodnjo tabelo) sem za preverjanje te domneve uporabil

Prirastek višine v letu	Zgornji sloj \bar{x}^2	Srednji sloj \bar{x}^2	Spodnji sloj \bar{x}^2
1973	14,25780	16,13583	13,50924
1972	10,58109	13,33462	14,82968
1971	8,01112	7,26224	19,06573
1970	9,92205	9,32661	34,85312***

$m = 12$; kritična vrednost: χ^2 (m=12) = 21,03
0,05

t-test, razviden iz naslednjega pregleda:

PRIMERJAVA VIŠINSKIH PRIRASTKOV MED SLOJI DVEH EKOLOŠKIH TIPOV GOŠČ:

Leto	Zgornji sloj	Srednji sloj	Spodnji sloj
1973	.02126	.79145	.12169
1972	.12234	.80321	.53165
1971	.44454	.34146	1.01224
1970	.59723	1.13613	1.31913

Medtem ko so brez statističnega preskusa očitne razlike med sloji ekoloških tipov, pa statistični preskus ni odkril razlik med letnimi višinskimi prirastki, paroma primerjanimi po slojih obeh ekoloških tipov.

Na osnovi analize nastanka in razvoja gošč je mogoče skleniti naslednje:

- Gošče črnega bora so vznikale v manjših odprtih površinah (sestojne vrzeli) in pod zastorom starih dreves črnega bora.
- Analiza poprečne starosti gošč je pokazala, da so v zgornjem sloju obeh ekoloških tipov gošč praviloma najstarejši osebki. Srednji in spodnji sloj, ki sta poprečno 8 oziroma 16 let mlajša, nista nastala v procesu izločanja, temveč izhajata iz kasnejših obnovitvenih obdobj.
- Razvoj v goščah je potekal dokaj enako v obeh ekoloških tipih gošč, saj med doseženimi poprečji višin, premerov, vitkosti in gostote osebkov ni značilnih razlik.
- Vpliv zasenčenja se ne pozna pri poslednjih višinskih prirastkih.
- Črni bor s tega področja v mladosti dokaj dobro prenaša zasenčenje od krošenj starejših dreves. Ta lastnost mu obenem z drugimi dejavniki omogoča, da se lahko razvijejo raznodobni sestoji.

4.3 KLIMA IN OBNOVA SESTOJEV V PRETEKLOSTI

Poznano je, da lahko ugotavljamo splošne klimatske razmere iz preteklosti z dendrokronološkimi metodami študija letnic (FRITTS in dr. 1965 a, ASHEY, FRITTS 1972, FRITTS in dr. 1965 b, FRITTS 1965). Najbolje jih pojasnjuje srednja krivulja širine letnic (DELORME 1973: 337 - 338). Iz čim večjega števila enako starih dreves je ta izračunana, tem bolje predočuje pretekle klimatske razmere.

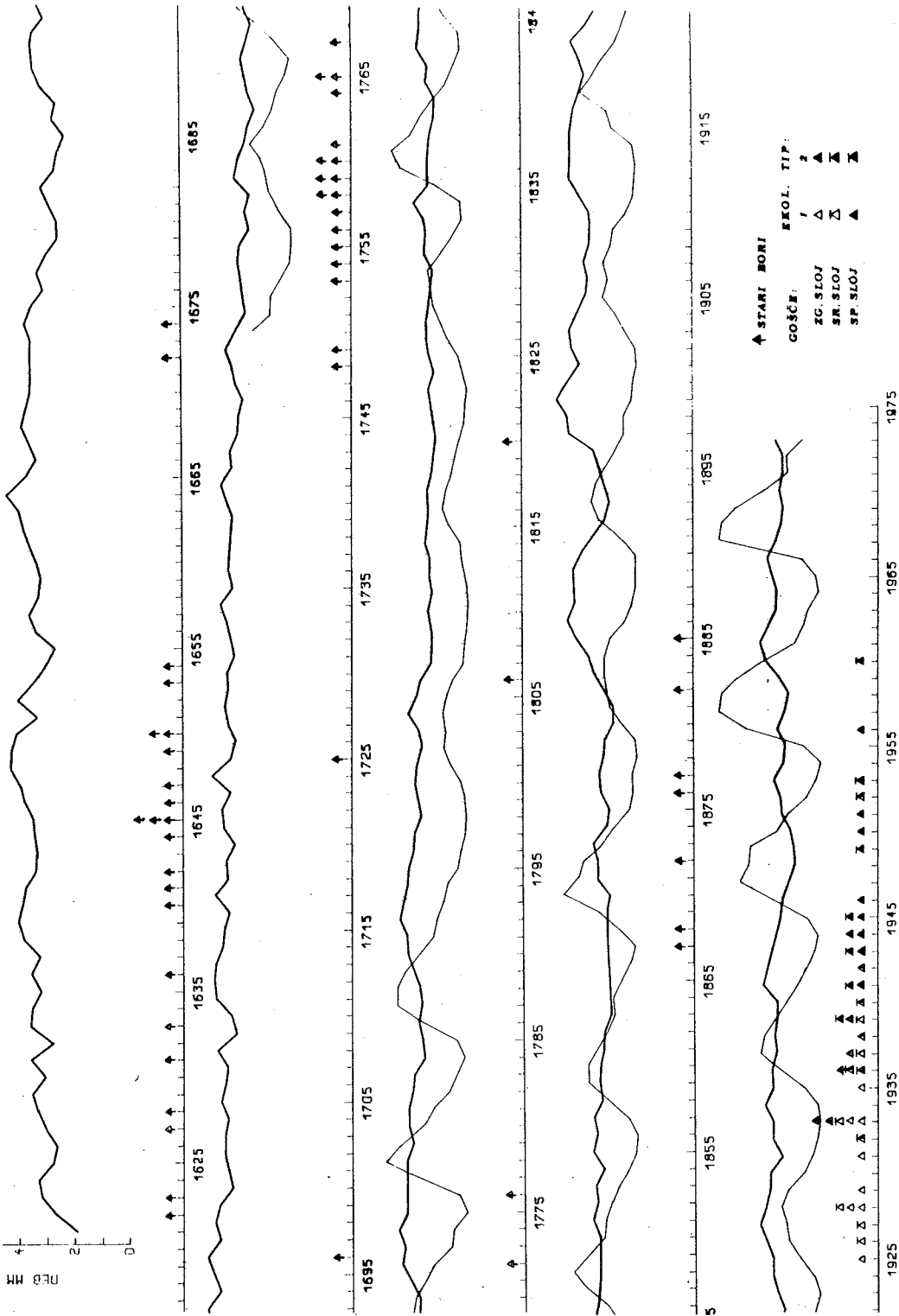
V raziskavi sem v ta namen uporabil srednje krivulje skupne širine letnic, širine ranega in poznega lesa na prvem in drugem prerezu dreves; drugi prerez sem uporabil zaradi večjega števila kazalnih let, ki so merilo uporabnosti dendrokronoloških krivulj, prvi prerez pa kljub manjšemu številu kazalnih let zato, da bi dobil pregled o klimatskih razmerah za čim daljše razdobje nazaj. Pregled števila kazalnih let s tremi stopnjami verjetnosti za rani in pozni les ter kupno širino letnic na drugem prerezu, je v tabeli št. 8, kronologija za črni bor pa v prilogi 1.

Primerjava med srednjima krivuljama skupne širine letnic na prvem in drugem prerezu je pokazala, da sta si obe krivulji dokaj podobni: procent istosmernosti pri primerjanem razdobju 330 let je 75,5 procenta, korelacijske odvisnosti med posameznimi cikli pa z 0,1 procentnim tveganjem dokaj visoke (glej tabelo št.9).

Iz slike 11, kjer sta prikazani srednja krivulja širine letnic in krivulja vrednosti sončne aktivnosti, je razvidno, da so drevesa rastle v bolj ali manj izrazitih ciklikih. Da bi pojasnil vzrok nastanka rastnih ciklusov, sem te primerjal z letnim poprečjem števila sončnih peg (po podatkih züriškega observatorija). Iz primerjave med cikliki števila sončnih peg ter srednjimi krivuljami širine ranega in poznega lesa ter skupne širine letnice na drugem prerezu dreves (glej tabelo št. 9) lahko ugotovimo, da je korelacijska odvisnost v večini primerov negativna in v obdobjih 1834 - 1844, 1890 - 1901, 1902 - 1912, 1924 - 1934 in 1945 - 1954 tudi značilno negativna. Ta asinhronost med letnim priraščanjem in sončnimi pegami je najbolj izrazita v obdobjih visoke sončne aktivnosti. Od tega odstopa obdobje med leti 1798 in 1810, v katerem je korelacijska odvisnost pozitivna in dokaj visoka. Za to obdobje sinhrono povezave med letnim priraščanjem in sončnimi pegami je prišlo v obdobju manjše sončne aktivnosti. Podobne zakonitosti lahko ugotovimo tudi iz primerjave med številom sončnih peg ter srednjo krivuljo širine letnic na prvem prerezu. Zanimivo je, da sem do enakih zakonitosti prišel tudi z uporabo rang-korelacijskega koeficienta.

Do podobnih spoznanj so prišli tudi številni tuji raziskovalci drugod

NEB MH
DL



RASTIŠČE A B

RANI LES

	Stopnja tveganja						Vsota	
	0,1		1,0 %		5,0		N	%
	N	%	N	%	N	%		
PAD	487	6,1	420	5,3	626	7,9	1533	19,3
NAR	374	4,7	492	6,2	722	9,1	1588	20,0
	861	10,8	912	11,3	1348	17,0	3121	39,3

RASTIŠČE A B

POZNI LES

	0,1 %		1,0%		5,0 %		Vsota	
	N	%	N	%	N	%	N	%
	PAD	337	4,2	453	5,7	650	8,21	1441
NAR	294	3,7	498	6,3	555	7,0	1347	17,0
SKUPAJ	631	7,9	951	12,0	1206	15,2	2788	35,1

RASTIŠČE A B

BRANIKA

TREND	Stopnja tveganja						skupaj	
	0,1 %		1,0 %		5,0 %		N	%
	N	%	N	%	N	%		
PAD	554	7,0	558	7,0	733	9,2	1845	23,2
NAR	625	7,9	530	6,7	638	8,0	1793	22,6
SKUPAJ	1179	14,8	1088	13,7	1371	17,3	3638	45,8

TABELA 9

ODVISNOST MED CIKLUSI ŠTEVILA SONČNIH PEG IN SREDNJO KRIVULJO ŠIRINE LETNIC NA PRVEM (2) IN DRUGEM (1) PREREZU TER MED SREDNJIMA KRIVULJAMA OBEH PREREZOV (3)

Obdobje	1	2	3
1755 - 1766	-0,083	0,017	0,877***
1767 - 1775	0,347	-0,409	-0,057
1776 - 1784	0,379	0,325	0,945***
1785 - 1798	0,183	-0,127	0,853***
1799 - 1810	0,727***	0,636*	0,937***
1811 - 1821	0,214	0,179	0,357
1822 - 1833	-0,445 ?	-0,098	0,744***
1834 - 1844	-0,624*	-0,614*	0,935***
1845 - 1855	-0,350	-0,317	0,751***
1856 - 1867	-0,006	0,118	0,895***
1868 - 1878	0,230	0,134	0,870***
1879 - 1889	-0,196	-0,416	0,968***
1890 - 1901	-0,806**	-0,856***	0,976***
1902 - 1912	-0,805**	-0,640*	0,898***
1913 - 1923	0,052	0,021	0,930***
1924 - 1934	0,333	0,585*	0,837***
1935 - 1944	-0,195	-0,479 ?	0,824**
1945 - 1954	-0,809**	-0,840***	0,906***
1955 - 1964	-0,043	-0,320	0,919***
1965 - 1973	0,133	-0,408	0,712*

(VINŠ, KRIVSKIJ, ZVIEDRIS, SACENIEKS, KOSTIN, citirano po BITVINSKAS 1974, LOVELIUS 1972 : 67). HAŠEK (1972: 296 - 303) je na primer ugotovil, da v letih z maksimalnimi vrednostmi sončne aktivnosti prihaja do dolgih sušnih obdobj. FRITTS (1971 : 431), FRITTS in dr.(1965 c) pa so na osnovi obsežnih in podrobnih raziskav prikazali cel sistem vzročnih povezav med manjšo količino padavin ter nastankom ozkih letnic. Na osnovi njihovih spoznanj in poznavanja naših rastišč bolj ali manj upravičeno sklepamo, da vladajo podobni odnosi tudi pri nas. Obdobja večje sončne aktivnosti ter manjšimi vrednostmi letnega prirastka, ki ga kaže srednja krivulja širine letnic, so torej v splošnem bolj suha in klimatsko za rast manj ugodna obdobja in obratno.

Če leta vznika stare populacije borov in gošč vnesemo na grafični prikaz, ki prikazuje krivulji števila sončnih peg in srednjo krivuljo letnih prirastkov (slika 11), potem lahko spoznamo naslednje: obnova starejše populacije borov je bila pogostejša v obdobjih, kjer kažeta istočasno krivulji števila sončnih peg in srednja krivulja širine letnic najmanjše oziroma slednja največje vrednosti, to je v klimatsko ugodnejših obdobjih. Zlasti lepo je ta zakonitost razvidna v letih 1755 , 1765, 1867 in 1877 (glej sliko 11).

Za obnovo dobršnega dela osebkov gošč, razen v dveh primerih, veljajo enake ugotovitve. Navidez ne drži ta ugotovitev za obnovo okoli leta 1927. V tem letu sovpada sicer obnova v čas večje sončne aktivnosti, vendar pa hkrati izkazuje tudi srednja prirastna krivulja večje vrednosti. Sinhrona zveza med obema krivuljama, ki jo nakazuje tudi pozitivni korelacijski koeficient v tem obdobju kaže, da so bili tudi tedaj za obnovo klimatsko ugodni pogoji. Izjemi v tem pogledu sta leti 1937 in 1938, ko obnova gošč pada v čas največje sončne aktivnosti, hkrati pa srednja prirastna krivulja ne kaže največje , niti najmanjše vrednosti; pri tem pa ne smemo prezreti dejstva, da je v tem času nastala ena gošča pod zastorom ter srednji in spodnji sloj dveh gošč v odprtih površinah. Menim, da je to vzrok za nastalo izjemo pri obnovi.

Na pretekle klimatske pogoje pri obnovi najstarejšega dela populacije lahko na osnovi prejšnjih dognanj bolj ali manj upravičeno sklepamo le po poteku srednje prirastne krivulje. Z manjšo zanesljivostjo lahko tudi tod spoznamo podobno zakonitost, obnova pada v obdobja kjer prirastna krivulja izkazuje praviloma največje vrednosti, to je v klimatsko ugodnih obdobjih.

Iz povedanega izhajajo naslednje ugotovitve:

- Med ciklusi z višjimi vrednostmi sončne aktivnosti in prirastnimi ciklusi je ugotovljena asinhrona zveza in obratno; med ciklusi z manjšimi vrednostmi sončne aktivnosti in prirastnimi ciklusi je ugotovljena sinhrona povezava.

- Obdobja z največjimi vrednostmi sončne aktivnosti in manjšimi vrednostmi prirastka so v splošnem bolj sušna, za obnovo neugodna in obratno.

- Obnovitev je bila zato pogostejša v času manjše sončne aktivnosti, to je v klimatsko ugodnejših pogojih.

- Ugodni klimatski pogoji so v razmerah opisanih rastišč eden od pomembnejših dejavnikov pri obnovi sestojev črnega bora.

4.4 POŽARI IN OBNOVA SESTOJEV V PRETEKLOSTI

Z dendrokronološkimi raziskavami lahko iz značilnih poškodb na letnicah ugotavljamo požare v preteklosti (McBRIDE, LAVEN 1976: 439-442, WAGENER 1961 : 739 - 749). Na prvem prerezu 57 preiskanih osebkov je imelo značilne požarne poškodbe le šest osebkov (glej spodnji pregled in fotografijo 1).

Štev.drevesa:	požar v letu:	starost drevesa po požaru:
18 B	1667	26
17 B	1672	32
21 A	1744	19
6 B	1778	19
21 B	1778	23
22 A	1882	15



Fot.1 : Značilni poškodbi po požaru na osebku 21 A

Prvi ugotovljeni požar, ki ga kaže poškodba na osebku 18 B pri starosti 26 let, je zajel najvišji del oddelka v letu 1667. Do ponovnega požara na istem mestu, ki ga kaže poškodba na sosednjem drevesu 17 B pri starosti 32 let, je prišlo pet let kasneje. Sodeč po poškodbi na devetnajsti letnici osebka 21 A, je zajel požar leta 1744 vzhodni del oddelka. Razen značilne poškodbe po požaru je na tem osebku opazen močan upad letnega debelinskega prirastka. Po tem sklepam, da je ob požaru bil najverjetneje poškodovan tudi znaten del krošnje.

Na sredini raziskovalnega objekta pod grebenom sta na devetnajsti oz. trindvajseti letnici osebkov 6 B in 21 B poškodbi, ki kažeta celo na isto leto požara - 1778. Po lažni letnici na bližnjem osebku 2 A, ki je nastala tudi v tem letu, domnevam, da je požar zajel še greben navzgor. Zadnji po poškodbj na letnici ugotovljeni požar je zajel zahodni del oddelka leta 1882.

Zanimivo je, da sta zadnja dva požara nastala v času največje sončne aktivnosti, torej sušnejših obdobjih. Za starejše tri požare v obdobju, za katerega ni na voljo podatkov o sončni aktivnosti, lahko posredno ugotovimo enako zakonitost njihovega pojavljanja. Ti požari sovpadajo v čas manjšega priraščanja; glede na asinhrono povezavo med sončno aktivnostjo in priraščanjem v debelino, torej najverjetneje v čas večje sončne aktivnosti. To pomeni, da so bili požari najpogostejši v sušnejših obdobjih.

Kot je razvidno, je bilo med letoma 1667 in 1882 ugotovljenih pet požarov v raznih delih raziskovalnega objekta. Glede na starost osebkov v času požarov ter starost njihovih najbližjih sosedov domnevam, da nobeden požar ni odločilno vplival na obnovo. V prid tej domnevi govori tudi manjša jakost poškodb, po katerih sklepam, da to niso bili močnejši požari.

Nekaj najverjetneje po človeku povzročenih požarov v preteklih petdesetih letih pa je bistveno vplivalo na obnovo sestojev. Na to kažejo od ognja poškodovani bližnji in daljnji okoliški sestoji (paljike). Po požarih je šel razvoj vegetacije odvisno od rastiščnih pogojev v različnih smereh; v hladnejših legah in globljih tleh prek trepetlike in drugih mezofilnejših grmovnih in drevesnih vrst, na toplejših legah pa ponekod ponovno prek črnega bora.

Na osnovi dognanj tega razdelka lahko sklenemo naslednje:

- Po značilnih poškodbah na letnicah dreves ugotovljeni požari med leti 1667 in 1882 niso odločilno vplivali na obnovo sestojev raziskovalnega objekta. Zaradi pomanjkanja podatkov pa to ni mogoče trditi za obnovo pred letom 1677, to je za najstarejše osebke stare populacije borov.

- Od človeka nehote povzročeni požari po letu 1882, pa so ponekod močno vplivali na obnovo sestojev.

- Zavestno povzročeni požari so lahko ob poprejšnjem poznavanju razvojnih poti vegetacije na požariščih pomemben dejavnik pri obnovi sestojev črnega bora.

4.5 RAST ČRNEGA BORA V VIŠINO

4.51 Obdobja in nekatere posebnosti v rasti v višino

Obdobja rasti v višino kot odraz tendenc v strukturnih spremembah sestojev in rastišč, najlažje spoznamo iz poteka višinskih oziroma prirastnih krivulj

(LEIBUNDGUT 1969: 44, SCHÜTZ 1969: 30-33). Najznačilnejše so skupaj s kumulativnimi višinskimi krivuljami prikazane na slikah 12 in 13. Obdobji počasne in hitre rasti v višino sta bili določeni analitično s posebnim programom* in po metodi, ki jo je razvil CEDILNIK (1976) (glej tabelo 10).

Obdobje počasne rasti traja od 6 do 17 let in je torej dokaj kratko. Statistični t-preskus o trajanju tega obdobja ni odkril značilnih razlik med rastiščem A in B ($t_{0,05} (n=25) = 0.1808$).

Obdobje hitre rasti traja na rastišču A poprečno 55 in na rastišču B 48 let. Razlika med poprečjema trajanja hitre rasti obeh rastišč pa je statistično neznačilna ($t_{0,05} (n=25) = 1.4163$). V tem obdobju hitre rasti dosežejo bori tudi največje vrednosti višinskega prirastka.

Starost, pri kateri kulminirajo višinski prirastki je na rastišču A poprečno 34 ± 9 , na rastišču B pa 31 ± 10 let. Na rastišču B kulminira višinski prirastek nekoliko preje kot na rastišču A, razliki pa sta statistično neznačilni ($t_{0,05} (n=25) = 0.8127$).

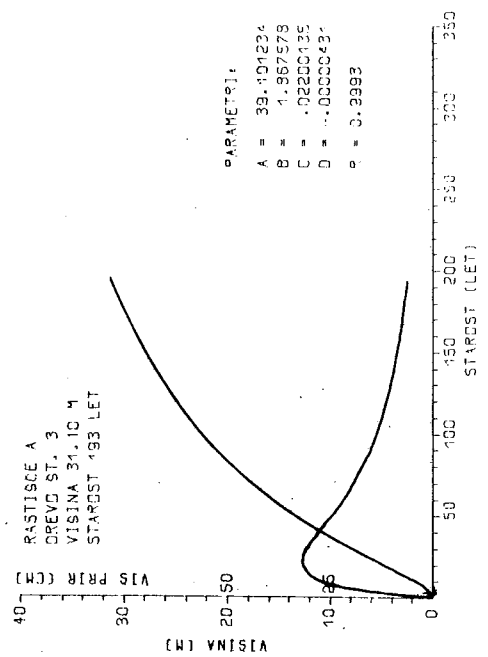
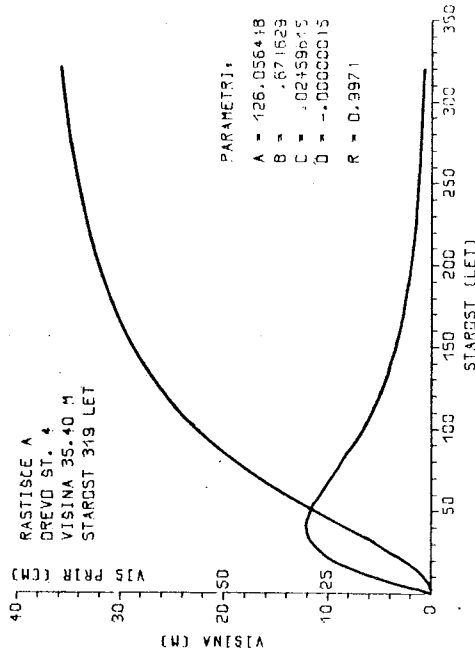
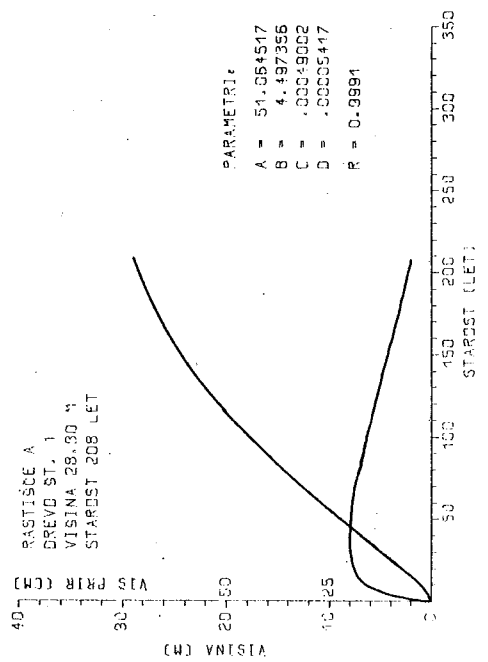
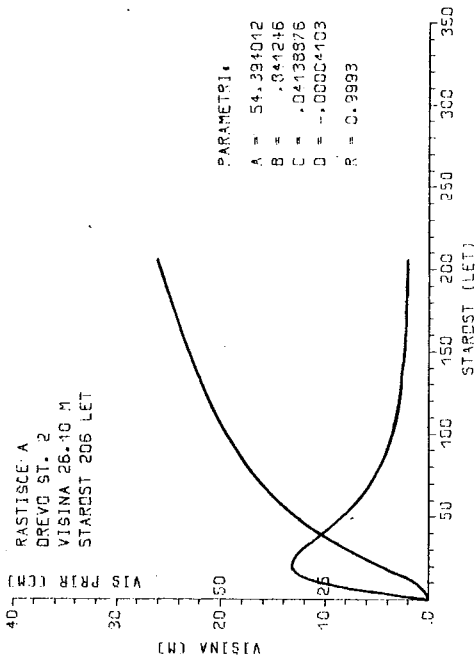
Starostno obdobje rasti v višino je po trajanju dokaj različno. Pri drevesu 7 B se na primer zaključi po 63 letih, medtem ko pri nekaterih drevesih traja tudi več kot 200 let. Na rastišču A traja to obdobje poprečno 154 let in na rastišču B 140 let, razliki med poprečjema pa sta neznačilni ($t_{0,05} (n=22) = 0.7815$).

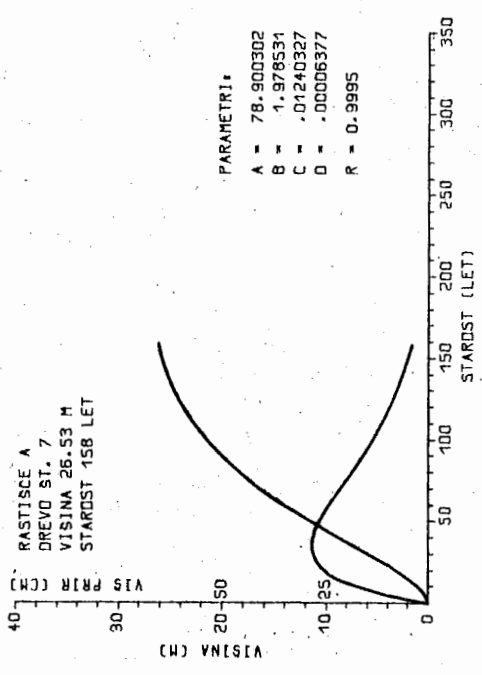
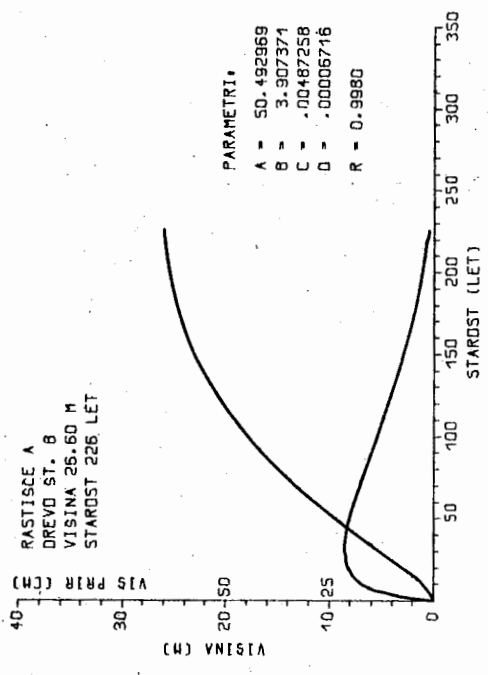
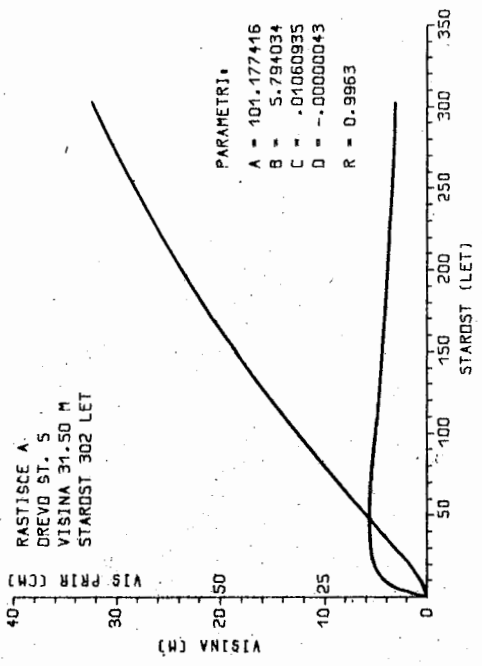
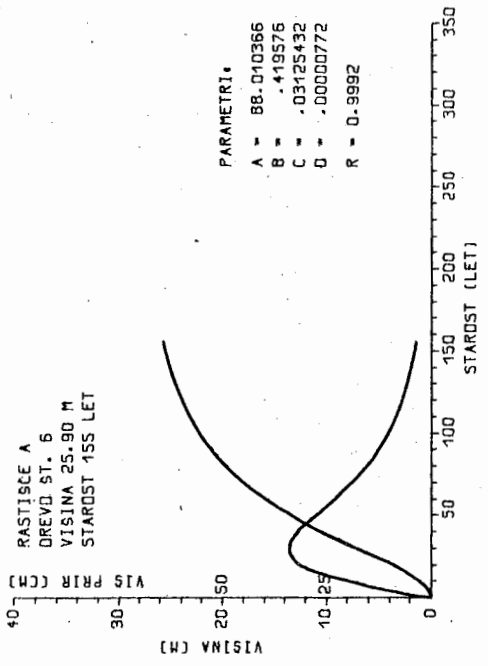
Posebnost višinske rasti v tem obdobju je njeno prenehanje. Ta se zaradi krivljenja vrhov zaključi pri različnih starostih dreves dokaj hitro. Odtod tudi zelo značilen dežnikast izgled krošenj, debela pa imajo obliko prisekanega neiloida. Man-Whitneyev preskus z vsoto rangov ni odkril med rastiščema značilnih razlik pri prenehanju rasti v višino ($T' = 135$; $n_1 = 11$, $n_2 = 14$).

Drevesa na rastišču A dosežejo ob prenehanju rasti poprečno višino $27,5 \pm 3,34$ m ter maksimalno višino 35,4 m. Na rastišču B je poprečna višina nižja, to je $23,3 \pm 3,46$ m ter maksimalna višina 30,9 m. Varianci višin sta zelo izenačeni in neznačilni. Preskus s t-testom je pokazal, da so dosežene višine med rastiščema A in B značilno različne ($t_{0,05} (n=25) = 3.1161$).

Razen tega sem z izračunom rang-korelacijskih koeficientov skušal pojasniti morebitno odvisnost med rastnimi elementi kot so prenehanje rasti v višino, dosežene končne višine dreves in kulminacija rasti v višino. Spearmanovi koeficienti korelacije ranga po posamičnih rastiščih in skupaj prikazujejo spodnji trije pregledi:

* Program je izdelala L.Godler

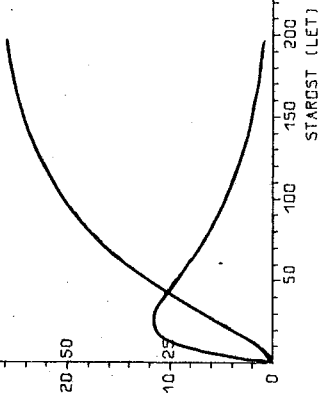




RASTISCE A
DREVD ST. 10
VISINA 26.10 M
STAROST 195 LET

VIS PRIR (CM)
40
30
20-50
10-25
0

(M) VISINA (CM)



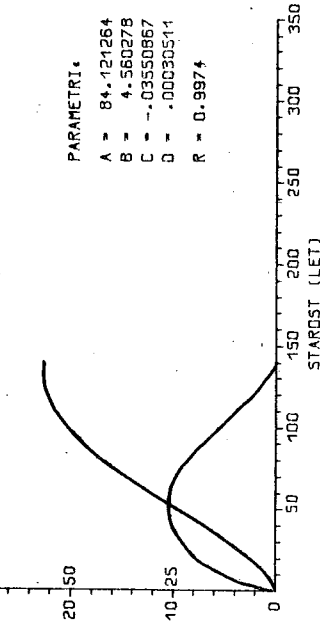
PARAMETRI:

A = 55.603995
B = 1.886203
C = .02118676
D = .00003261
R = 0.9991

RASTISCE A
DREVD ST. 12
VISINA 23.60 M
STAROST 140 LET

VIS PRIR (CM)
40
30
20-50
10-25
0

(M) VISINA (CM)



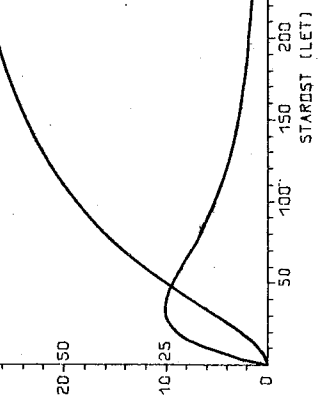
PARAMETRI:

A = 84.121264
B = 4.560278
C = -.03550867
D = .00030511
R = 0.9974

RASTISCE A
DREVD ST. 9
VISINA 28.45 M
STAROST 240 LET

VIS PRIR (CM)
40
30
20-50
10-25
0

(M) VISINA (CM)



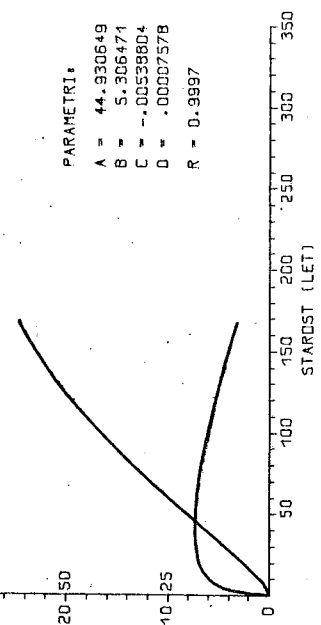
PARAMETRI:

A = 114.105973
B = 1.252587
C = .02933981
D = -.00000392
R = 0.9996

RASTISCE A
DREVD ST. 11
VISINA 24.50 M
STAROST 167 LET

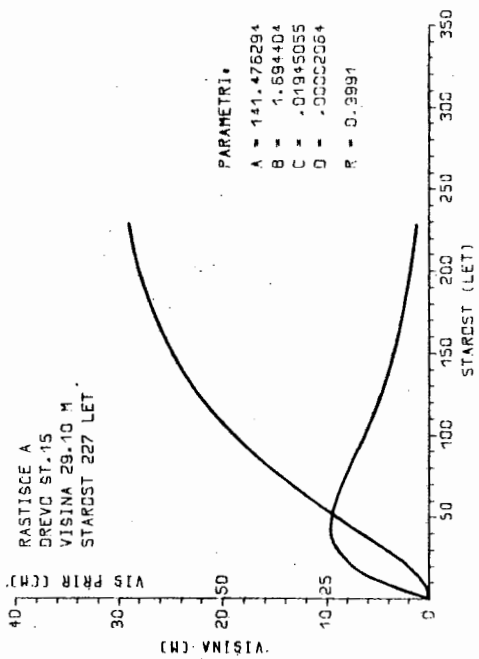
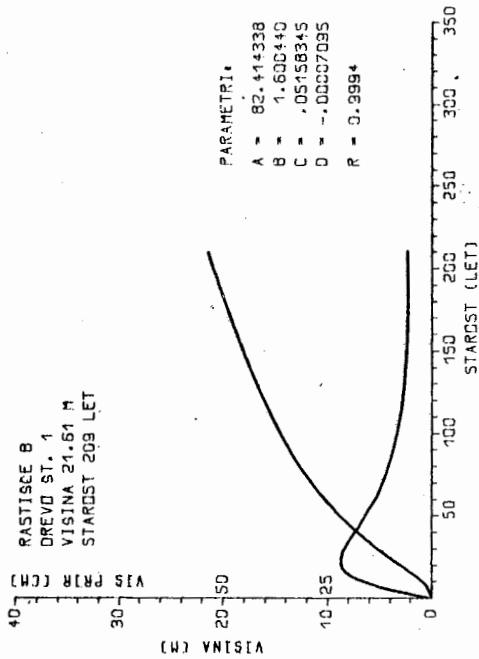
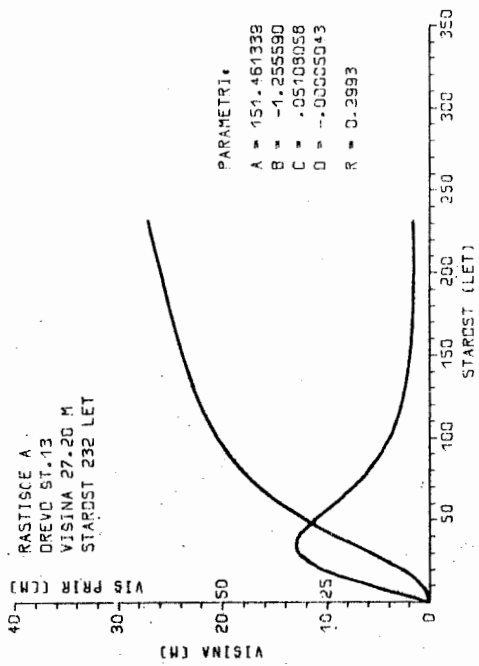
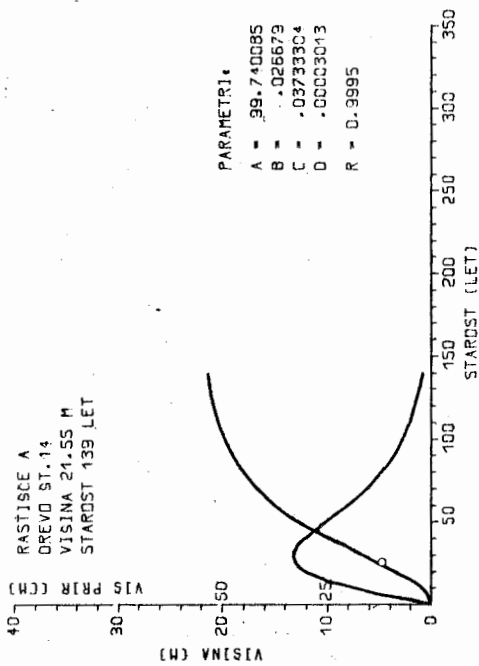
VIS PRIR (CM)
40
30
20-50
10-25
0

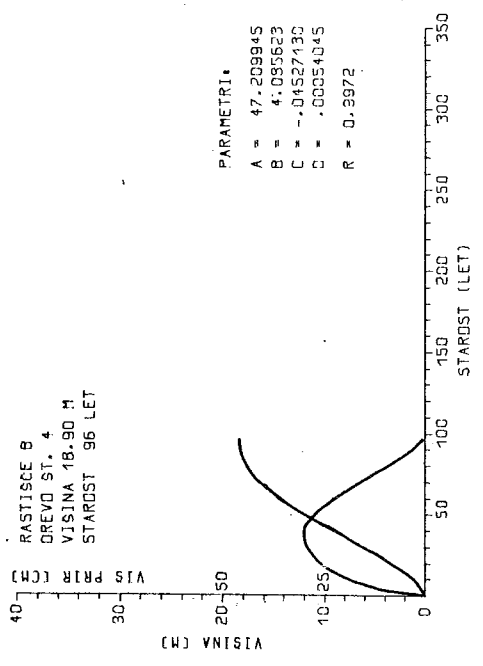
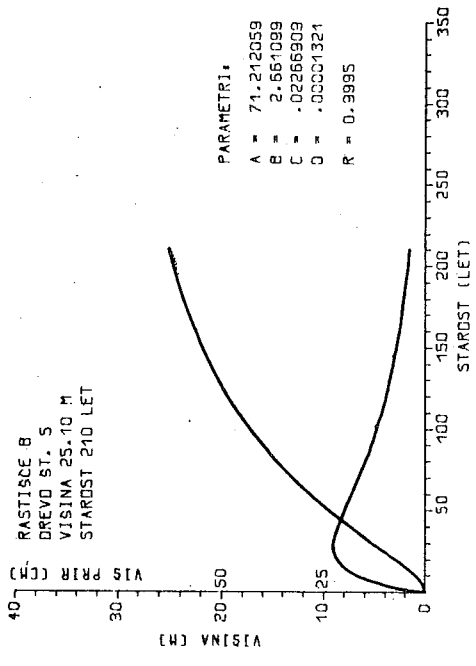
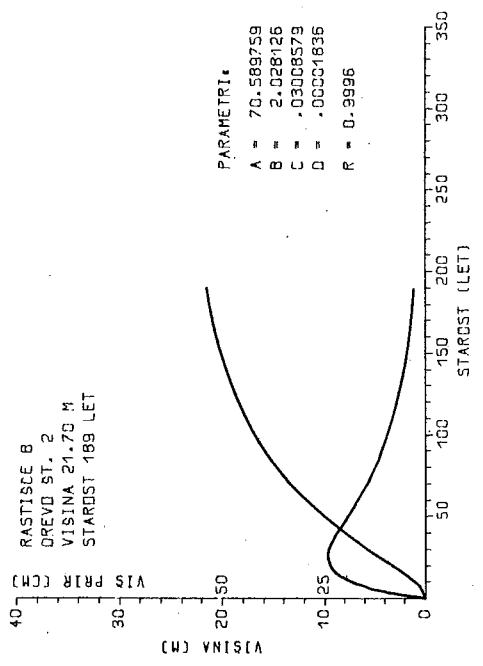
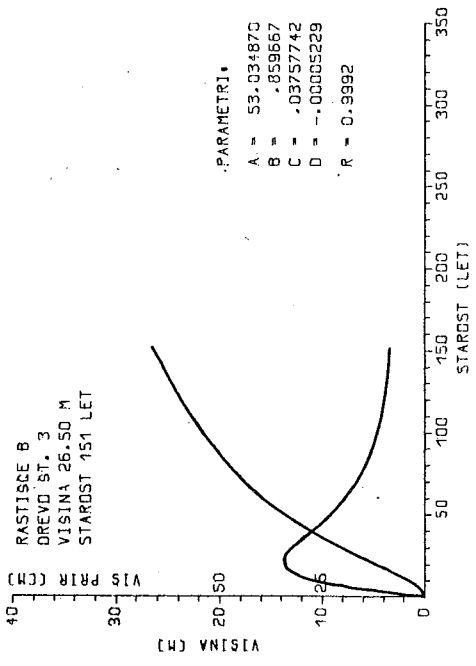
(M) VISINA (CM)

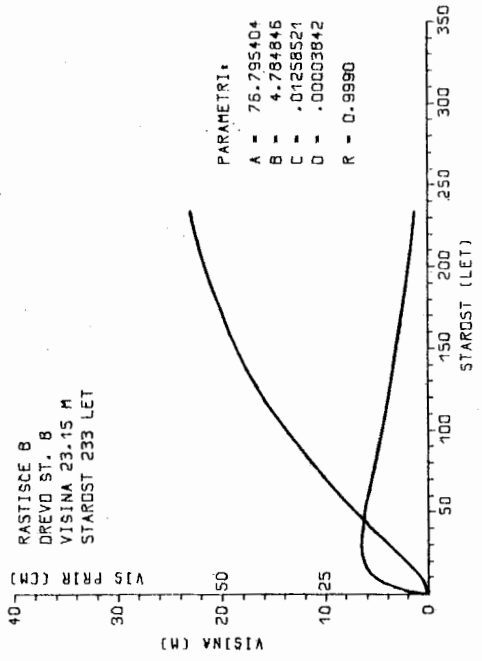
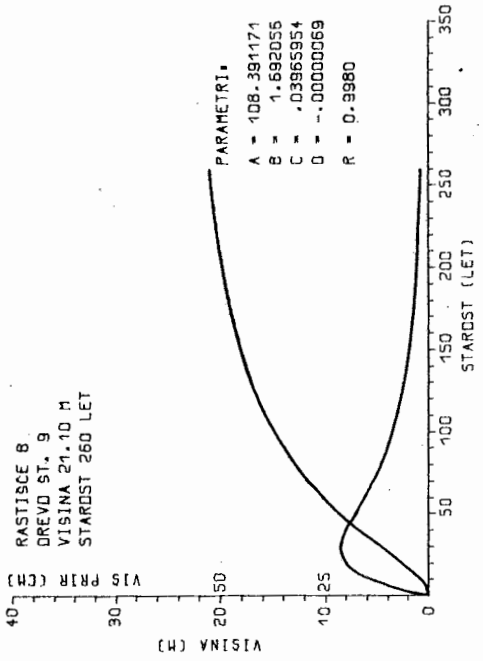
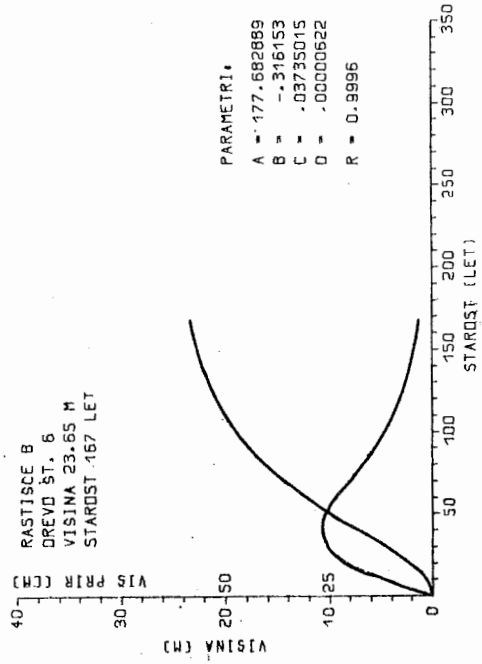
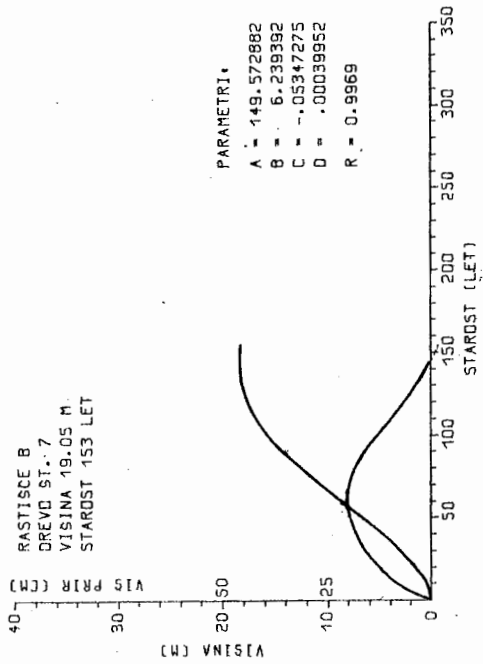


PARAMETRI:

A = 44.930649
B = 5.306471
C = -.00539804
D = .00007578
R = 0.9997







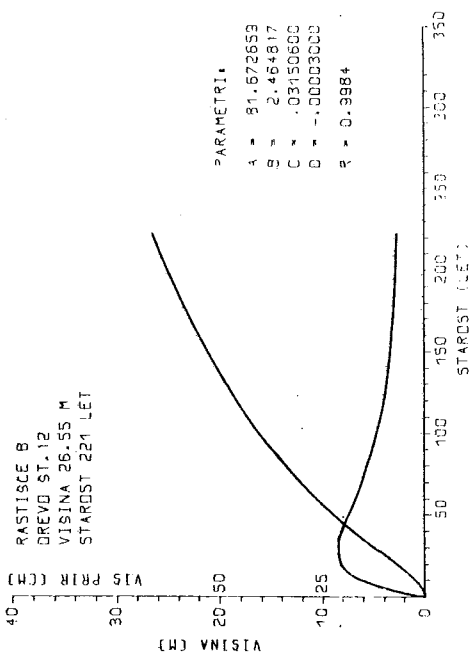
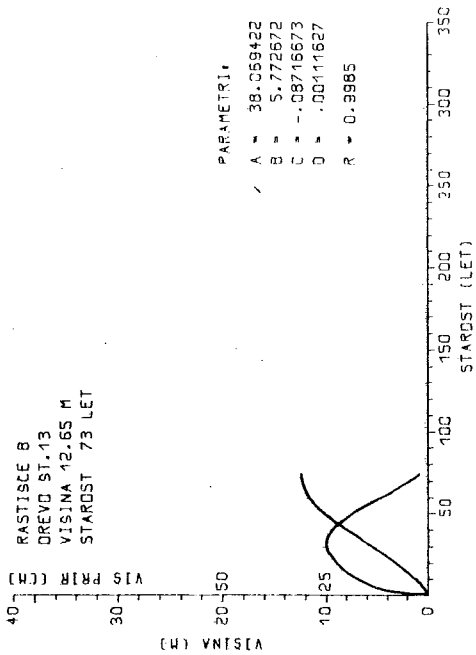
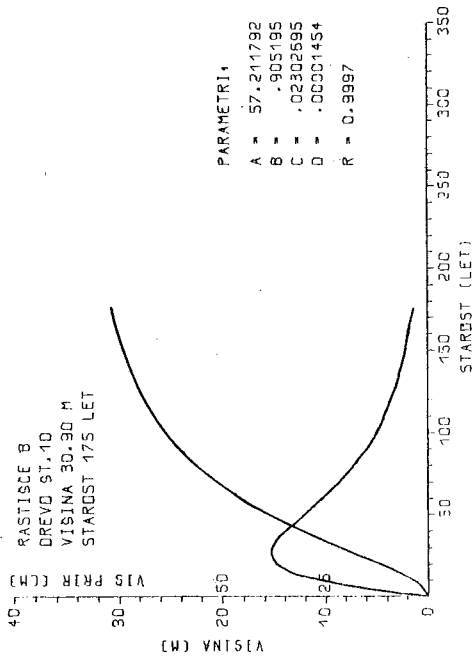
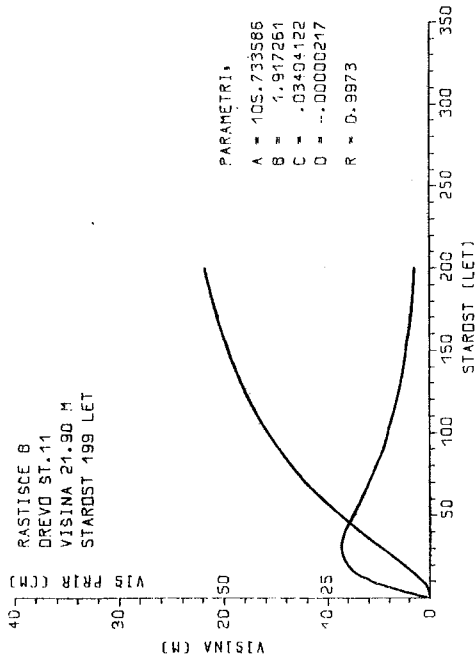


Tabela 10

	A*	A	P	E	B.	M	V	C
A 1	6.2515	4.2251	37.2066	76.3446	159.8497	298.8829	30.9504	.2016
A 2	6.1163		20.4105	37.6876				.3295
A 3	5.2705		21.1605	42.5126				.3187
A 4	12.4338		39.9511	71.6207				.3019
A 5	7.7761		42.0807	98.0461				.1419
A 6	9.4704	3.6867	29.6834	52.3918	91.4560	345.6015	27.8759	.3400
A 7	9.0971	6.6384	33.9635	62.2736	104.0005	207.2782	27.0248	.2848
A 8	5.8902	3.8831	30.3873	61.8840	128.1803	253.2159	26.2488	.2146
A 9	10.1104		34.1976	63.1129				.2541
A 10	6.5477	3.2862	24.9594	47.8294	97.6978	265.8374	26.4986	.2907
A 11	5.9099	4.1911	41.7348	80.8748	158.6973	272.7140	28.2963	.1852
A 13	12.4994		34.4001	57.8583				.3242
A 15	12.4120	7.1909	43.1439	78.9305	139.9847	348.4728	30.5067	.2399
B 1	6.4625		22.4184	42.5373				.2196
B 2	6.6835	2.5416	24.6959	47.1034	102.6438	362.8452	23.3245	.2431
B 3	6.3100		21.3136	39.8417				.3444
B 5	6.8351	2.4757	27.3989	54.3529	133.6663	473.5135	28.6848	.2262
B 6	13.6861	6.5614	39.9849	68.2023	106.1095	341.3710	24.9550	.2700
B 7	17.3180	21.9702	60.2623	90.0206	108.0257	144.2497	18.3149	.2019
B 8	6.4334	3.4879	31.4007	65.9561	157.6613	367.9736	24.8181	.1641
B 9	8.1966		28.2024	52.3262				.2119
B 10	7.7693	3.1943	26.4331	48.3888	91.6666	297.7947	32.2147	.3840
B 11	8.3878		29.6961	55.9317				.2148
B 12	7.0153		26.9439	53.7385				.2138

<u>Rastišče A:</u>	Končne višine	Kulminacija
Prenehanje rasti v višino	0.6614*	0.3432
Končne višine	1.	0.1909
<u>Rastišče B:</u>		
Prenehanje rasti v višino	-0.1182	0.0705
Končne višine	1.	-0.3386
<u>Rastišče AB :</u>		
Prenehanje rasti v višino	0.2081	0.0751
Končne višine	1.	-0.0079

Iz njih je razvidno, da je značilna pozitivna povezava le med prenehanjem rasti in doseženimi končnimi višinami na rastišču A. To pomeni: čim dalj je trajala rast borov v višino, tem večje višine so dosegli.

Drugi koeficienti korelacije ranga so neznačilni in ne kažejo značilnih odvisnosti med ostalimi ravnimi elementi.

Domnevam, da je najverjetneje pravi vzrok dokaj hitremu prenehanju višinske rasti povsem fiziološke narave ter v nekaterih primerih tudi zloma vrhov.

4.52 Primerjava rasti v višino med rastiščema A in B

Izpis sistema matrik za kazalce dinamike rasti v višino je na straneh in . Število znakov v stolpcu TT je 30, v vrsti RR je 22, stopnja ortogonalnih polinomov T je 6, število primerjav R je 4. Izračunana ocena variance pri $me = (T - \bar{t}) (R - \bar{r}) = 384$, je 0,2618565951. Iz nje izračunane kritične vrednosti za preskus matrik d' so:

Tveganje	Kritične vrednosti d'	Oznaka stopnje značilnosti 0
10	0,43070	?
5	0,51324	5
1	0,67449	1
. 1	0,861641

(Vse oznake dimenzij matrik in stopnje značilnosti v tem in naslednjih razdelkih so enake tistim v publikaciji BLEJEC /1972/, pri čemer oznake dimenzij na listingih pomenijo: T = mali t, R = mali r, TT = veliki T, RR = veliki R).

Iz profilov in matrik dinamike rasti v višino za posamična drevesa in primerjav izhajajo naslednje ugotovitve:

1. Iz spodnjih profilov dinamike rasti v višino za posamična drevesa je razvidno, da so prvi trije kontrasti enaki za vsa drevesa; prva dva sta pozitivna, tretji pa je negativen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	.2300	.3700	.5100	.3300	.3000	.3000	.3900	.2300	.5200	.3900	.2300
2	.9500	1.5900	1.5400	1.0300	.9000	1.0000	1.6100	.8400	1.4000	1.1700	.6800
3	2.2300	3.1800	3.8000	2.0900	1.6500	1.7900	2.4000	1.5000	2.5300	1.7100	1.2100
4	3.5400	4.2000	5.2900	3.5700	4.2400	3.1800	3.4400	2.4300	3.5500	2.3600	2.1700
5	4.6100	5.7100	6.2900	5.1200	5.6000	4.6200	4.2700	3.5000	5.1000	3.5500	3.1900
6	5.1000	7.9900	7.3800	6.1400	7.0300	5.3700	5.1300	4.7600	7.1100	4.6400	5.1700
7	5.5200	9.4500	8.7400	6.9500	9.1900	6.4100	5.8600	5.9600	8.3700	5.9200	6.4700
8	6.7400	10.6700	10.6600	7.8900	10.5000	8.9700	6.5300	7.3400	9.6800	6.6000	8.8000
9	8.0700	12.1800	12.3100	9.5700	11.6500	10.4400	7.5100	8.5100	10.9000	7.2700	10.4700
10	8.8900	13.4200	13.6600	10.5100	12.4400	11.8000	8.8900	9.6300	12.0400	8.0700	11.4000
11	9.9100	14.2400	15.2500	11.4600	13.8500	13.0200	9.8400	13.5900	13.0800	8.9700	13.1400
12	10.6700	14.9300	16.5000	12.6100	15.7400	14.2600	10.5200	11.9700	13.8100	9.8700	14.6700
13	11.3000	15.5500	17.2800	13.5900	17.3100	15.4400	11.5200	13.2800	14.4800	10.9700	15.8000
14	12.7000	16.1600	17.7900	15.0100	18.5800	16.3700	12.4700	14.5300	15.5500	11.7500	16.8600
15	14.1100	16.6500	18.6600	16.3100	19.3500	17.9100	13.3900	15.4400	16.7000	12.3300	18.0800
16	14.9700	17.1500	19.4800	17.4800	19.9200	18.6400	14.8400	16.4600	17.7500	13.4500	18.9300
17	15.6200	17.9300	20.0500	18.3100	20.5800	19.4300	15.9100	17.2400	18.7300	14.3200	19.6200
18	16.2400	18.7200	20.7300	19.3100	20.1700	20.1600	16.8200	17.9500	19.3800	14.9100	20.1600
19	16.7100	19.3600	21.2900	20.1700	21.6900	20.8800	17.8000	18.7000	20.0100	15.7200	20.5800
20	17.5200	19.8800	22.0800	21.4700	22.1300	21.6500	18.6100	19.3200	20.9200	16.6600	20.9200
21	18.1200	20.2100	23.1200	22.2300	22.5800	22.1800	19.3000	19.8800	21.5700	17.5800	21.2500
22	18.4700	20.5100	23.6700	23.1400	23.1100	22.6100	19.9100	20.3800	22.2500	18.4600	21.5000
23	19.4500	20.5800	24.4100	23.9600	23.4800	23.0700	20.4200	20.8700	22.6300	19.2400	21.7500
24	20.3000	20.8000	25.0900	24.6600	23.8500	23.5600	20.9500	21.3100	22.7500	19.8500	21.7500
25	21.1700	20.9200	25.6600	25.4500	24.2200	24.0500	21.5600	21.9100	22.8900	20.3300	22.3100
26	21.9400	21.3400	26.3700	25.9800	24.4900	24.4900	22.1100	22.4600	23.1100	20.8700	22.7400
27	22.5700	21.9500	26.8900	26.7700	24.7500	24.8600	22.6600	22.8100	23.3400	21.4100	23.0600
28	23.3000	22.3200	27.4000	27.6200	25.0300	25.2500	22.9100	23.0500	23.5500	21.9300	23.3200
29	24.2400	22.7900	27.9300	28.3400	25.3800	25.6100	23.2400	23.3200	23.5100	22.4400	23.5500
30	25.1300	23.3500	28.3700	29.0800	25.6700	25.8900	23.4500	23.6900	24.0600	23.0600	23.8000

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
.2300	.4100	.3700	.3600	.1800	.2300	.4400	.3200	.4300	.3100	.2000
.4900	1.0700	1.3600	.9900	.3700	.4500	.9900	1.3300	1.5600	1.0100	.6400
1.1000	2.0600	3.6200	1.5700	.9300	.8200	1.6900	2.4700	3.2100	1.6900	1.4800
2.3300	3.1200	5.1400	2.6400	2.3600	1.3100	2.2600	2.8000	4.6000	2.5500	2.8300
3.6100	4.1700	7.1100	3.7700	3.5200	1.9300	2.6000	3.3100	6.7600	3.0400	4.0600
4.3400	5.0400	8.7200	5.0500	4.2100	2.6900	3.3000	3.8400	8.6300	3.6400	5.2700
4.8800	6.4900	9.6300	6.8300	5.6900	3.3600	4.0400	4.6100	10.1400	4.4400	6.3300
5.6400	7.7900	10.2200	7.9700	7.2000	4.0800	5.1900	5.9900	11.8200	6.0800	7.5900
6.7800	8.8300	11.8800	8.9100	8.4100	5.7800	6.2700	7.0500	13.9000	7.4100	8.7900
8.9200	9.8800	13.6400	9.9800	9.7800	7.3400	7.0500	7.8000	15.4900	8.2100	9.7200
10.6300	11.0600	14.7900	11.1500	11.0800	8.7800	8.0000	8.5000	17.4900	9.2800	10.3100
12.1900	12.2400	15.6300	11.7900	12.5600	9.7100	8.6200	9.4100	18.5900	10.6700	10.9000
13.2300	13.0800	16.4800	12.3000	13.7200	10.3400	9.2300	10.4200	19.2900	11.8500	11.9600
14.3400	13.7300	17.4900	12.8700	14.7700	11.2900	9.7800	11.3000	20.2400	12.7800	12.9300
15.5000	14.3300	18.1200	13.6900	15.7200	12.2400	10.3300	11.9300	21.3200	13.6100	13.5100
16.1400	14.8400	18.8100	14.6300	16.3000	12.9700	11.2000	12.5100	22.1300	14.4800	13.9600
16.7400	15.3000	19.5300	15.1300	16.9900	13.6800	12.1400	13.0100	23.0700	14.8900	14.3600
17.5100	15.8200	20.5200	15.6100	17.9900	14.4400	13.1600	13.6800	24.0900	15.3700	14.7300
18.1700	16.3500	21.2500	16.3300	18.6100	15.0000	14.0100	14.3000	24.9100	15.7900	15.0600
19.9200	16.9100	21.8800	17.2100	19.1700	15.3600	14.6000	14.9200	25.5800	16.3100	15.3500
19.7700	17.4000	22.4500	17.8500	19.6700	15.9500	15.1500	15.4000	26.3200	16.7200	15.9400
20.5000	17.7600	22.9500	18.3900	20.0800	16.3000	15.5800	15.8200	26.8800	17.0200	16.6100
21.1600	18.1400	23.3300	18.9200	20.4900	16.6800	16.0300	16.3800	27.3800	17.1800	17.3400
21.6300	18.4500	23.9600	19.4500	20.6700	17.0400	16.3800	16.8800	27.7500	17.3700	18.0700
21.9900	18.9000	24.0500	20.0200	20.9800	17.4800	16.7500	17.2400	28.1100	17.5600	18.7300
22.5600	19.1900	24.4500	20.4600	21.4500	17.7900	16.9700	17.5000	28.4300	17.8000	19.3000
23.2500	19.4000	25.1000	20.9300	21.6600	17.9900	17.2300	17.5000	28.6300	18.2000	19.8200
23.8300	19.6300	25.5700	21.3800	21.9700	18.2400	17.5700	17.7900	28.8400	18.4500	20.4800
24.3800	19.8600	26.0100	21.8500	22.3200	18.5300	17.9400	17.9400	29.1400	18.8600	21.0800
24.8900	20.1000	26.5000	22.1000	22.6500	18.9100	18.3400	18.1200	29.4000	19.3400	21.6400

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	73.0881	02.9069	94.6720	86.9327	90.4436	86.3959	73.8074	77.2033	84.2160	68.6114
2	40.1640	35.0942	44.5391	48.2837	42.3738	44.2635	40.1107	40.9314	39.8507	38.5509
3	-2.5018	-10.3793	-0.2693	-3.8095	-11.9440	-9.4454	-3.7819	-7.6877	-9.5983	-2.4549
4	.2234	2.5533	1.4557	-1.0298	.3315	-1.2532	-2.5341	-1.3428	-9.471	-1.0531
5	.8851	.0780	.7511	.2715	1.8520	2.1809	-1.1542	1.8352	.2530	-.1524
6	.4279	-.5729	-1.2171	.4509	-.7900	-.7481	.8391	-.9813	-.0298	-.1624
11		12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	82.8120	76.0695	69.6247	91.3893	71.2277	75.1293	59.6488	57.1165	60.2878	104.8177
2	41.3278	43.3774	32.9957	41.1093	36.3201	39.7361	34.1797	31.4571	30.7718	48.2422
3	-12.2019	-5.8853	-8.0797	-9.4706	-5.8285	-8.9605	-5.9491	-3.5240	-4.9905	-13.1877
4	-1.0288	-2.1904	.0542	1.4887	.5429	-1.7444	-2.6627	-2.0279	-1.6041	.1610
5	3.8771	2.5301	1.3091	.2141	.5157	2.4715	2.5823	.4791	.5367	1.1530
6	-1.3236	-.1296	-.9527	.1533	-1.2852	-.5320	-.5447	.1871	-.1695	-1.0594
21		22								
1	64.2497	67.3680								
2	32.8635	34.0046								
3	-7.5246	-5.0156								
4	-1.6919	2.1306								
5	2.7922	.9513								
6	.1204	-1.3807								

VSOTA KVADRATOV STOLPCEV

6962.44998	8220.51403	11019.06664	9904.46116	10122.40910	9519.61544	7077.85824	7700.97127
8773.50333	6198.56429	8732.54259	7714.02158	6008.21743	10133.95968	6428.71268	7313.08894
4775.68030	4268.63783	4609.32181	13490.44199	5275.32278	5727.27621		

VEKTOR KR

2.24322	2.78477	2.333976	.94754	3.95050	1.23046	.68616	5.91853
2.48797	.94791	.89441	4.27792	.43187	1.86632	1.35102	.57146
1.51860	1.56717	1.22569	1.69191	1.22472	.78949		

	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	362.0187 i	22.2071 i	.6749 i	19.6184 i	1	1.5393	.0554	-.1297	.0949
2	183.4633 i	10.7463 i	4.7892 i	5.3585 i	2	4.9825	.6076 s	-.1961	.3763
3	-34.2167 i	-.7799 i	2.9573 i	-1.4538 i	3	9.5365	.7355 i	-.0095	1.0847 i
4	-2.5945 i	.6223 s	-.4281	3.2857 i	4	14.9049	1.2856 i	-.1676	1.6950
5	5.9722 i	-.6520 s	.8249 i	-2.0356 i	5	20.3479	1.6374	-.5913 s	2.6057
6	-2.0680 i	.3167	-.1075	-.5404 s	6	25.7013	2.3644	-1.1353 i	3.6113
	<u>11.50</u>	<u>11.1</u>	<u>11.1</u>	<u>11.1</u>	7	30.9738	2.6437	-1.8025 i	4.1710
	1.5	0.0	0.0	1.15	8	37.0863	3.1575	-1.5780 i	4.1774
					9	43.2563	3.1703	-1.1100 i	4.3956
					10	48.7292	2.7588	-1.1637 i	4.3418
					11	54.8821	3.2577	.0601	4.2659
					12	59.2400	2.8228	-.6925 i	3.5765
					13	63.6234	3.1170	-.7906 i	3.2698
					14	68.0729	3.4645	-.4807 i	3.1212
					15	72.3241	3.9719	-.1075	2.9599
					16	76.1212	4.4985	.1297	3.0959
					17	79.4343	4.8823	-.0474	3.3552
					18	82.6089	4.6115	.3320	3.5702
					19	85.8538	4.9313	-.0664	3.7789
					20	89.1968	5.1062	.0221	3.5418
					21	91.8128	5.4153	.1518	3.9434
					22	94.2134	5.5688	.0696	4.1141
					23	96.5522	5.7244	.4554 i	4.2501
					24	98.6096	5.8033	.7273 i	4.5031
					25	100.6904	6.1103	1.2934 i	4.5821
					26	102.7201	6.3960	1.6412 i	4.6707
					27	104.6645	6.6561	1.8310 i	4.8161
					28	106.4788	6.8075	2.0903 i	5.0280
					29	108.3614	6.9162	2.4191 i	5.2019
					30	110.3399	7.1550	2.5425 i	5.2557

VEKTOR KR
3.49680

POPRAVLJENE VREDNOSTI S2E IN SE
S2E = .0685688764
SE = .2618565951

- | | |
|--|---|
| <p>A.</p> <p>1. $\frac{i i 0 1 0}{i}$</p> <p>2. $\frac{i i i 1}{i \quad 5}$</p> <p>3. $\frac{i i i 1 1}{i \quad i}$</p> <p>4. $\frac{i i 0 0}{i i}$</p> <p>5. $\frac{i i 0 i}{i \quad 1}$</p> <p>6. $\frac{i i \dots 1}{i i 1}$</p> <p>7. $\frac{i i \dots i}{i i i}$</p> <p>8. $\frac{i i \dots i}{i i 0}$</p> <p>9. $\frac{i i 0}{i i 0}$</p> <p>10. $\frac{i i \dots}{i i 0 0}$</p> <p>11. $\frac{i i \dots i}{i i i}$</p> | <p>B.</p> <p>12. $\frac{i i \quad i}{i i 0}$</p> <p>13. $\frac{i i 0 i}{i \quad i}$</p> <p>14. $\frac{i i i 0 0}{i}$</p> <p>15. $\frac{i i \quad ? ?}{i \quad i}$</p> <p>16. $\frac{i i \quad \quad i}{i i \quad ?}$</p> <p>17. $\frac{i i \quad \quad i}{i i \quad ?}$</p> <p>18. $\frac{i i \quad \quad ? 0}{i i}$</p> <p>19. $\frac{i i \quad \quad ?}{i i 0}$</p> <p>20. $\frac{i i 0 i}{i \quad i}$</p> <p>21. $\frac{i i \quad \quad i 0}{i i}$</p> <p>22. $\frac{i i i i}{i \quad i}$</p> |
|--|---|

Enakost prvih treh kontrastov po legi in stopnji značilnosti ne preseneča in je odraz splošne zakonitosti rasti v višino ter se ujema z ugotovitvami razdelka 4,51. Četrta, peta in šesta ciklična komponenta, ki posredujejo dolžine rastnih ciklusov (2 T/4, 2 T/5, 2 T/6 let), so po legi in stopnji značilnosti različne. V njih se najverjetneje zrcalijo vsakokratni vplivi okolja, v katerem so se razvijali posamični osebki.

2. Primerjava rasti v višino med rastiščema A in B, ki jo posreduje profil 2 iz matrike TYR, kaže, da sta prva dva kontrasta, to je raven in poprečna stop-

nja rasti značilno višja na rastišču A, tretja, negativna komponenta pa kaže na istem rastišču tudi na značilno večjo degresivnost stopnje rasti. Od drugih komponent sta značilno različni še četrta in peta, medtem ko je šesta neznačilna.

Primerjava rasti med višjimi in nižjimi bori kaže:

- da so na rastišču A (profil 3) štiri komponente značilno različne; razumljivo je, da sta pri višjih drevesih prva dva kontrasta, to je raven in poprečna stopnja rasti, značilno višji, tretji kontrast pa kaže tudi na značilno večjo progresivnost rasti v višino. Značilno različna je še peta ciklična komponenta, medtem ko sta ostali dve ciklični komponenti neznačilni;

- da so na rastišču B (profil 4) vse komponente značilno različne; raven in poprečna stopnja rasti sta pri višjih drevesih značilno višji, tretja komponenta pa kaže na značilno večjo degresivnost stopnje rasti višjih dreves.

3. Iz matrike TTYR moremo spremljati primerjave rasti v višino po posamičnih obdobjih. Pokazalo se je, da so bila drevesa z rastišča A v primerjavi z drevesi rastišča B (stolpec 2), v vseh obdobjih značilno višja, razen v prvem 10-letnem rastnem obdobju. Enako zakonitost rasti v višino lahko ugotovimo tudi za višja drevesa znotraj rastišča B (stolpec 4). Višji bori z rastišča A (stolpec 3) kažejo v primerjavi z nižjimi povsem drugačno zakonitost; ti so bili v prvem 25-letnem obdobju rasti v višino neznačilno nižji, po tem obdobju do starosti približno 65 let pa značilno nižji, v naslednjem, približno 40let dolgem obdobju rasti, so se višja drevesa po višini bolj ali manj izenačila z nižjimi, po 120 letu pa so jih prehitela in kažejo v vseh obdobjih naprej na značilno višje višine.

4. Iz matrike Spearmanovih koeficientov korelacije ranga dobimo vpogled v odvisnosti med komponentami dinamike.

Sestavina dinamike	0	1	2	3	4	5
0	1.	0.8634***	-0.6612**	0.4704	-0.0672	-0.1564
1		1.	-0.3968	+0.1790	0.0446	-0.0661
2			1.	-0.3619	-0.4094	0.4805
3				1.	-0.4094	0.4805
4					1.	-0.4218
5						1.

Raven rasti v višino je zelo značilno pozitivno povezana s poprečno stopnjo rasti; višji osebki imajo torej tudi večjo poprečno stopnjo rasti.

Značilno negativno pa je raven rasti povezana s parabolo druge stopnje; to pomeni: čim višja je raven rasti, tem manjša je progresivnost rasti v višino.

Ta zakonitost pa ne velja za višje osebke rastišča A.

Ugotovitve tega razdelka moremo povzeti v naslednja spoznanja:

- Prvo življenjsko obdobje rasti v višino je z izjemo nekaj osebkov dokaj kratko in traja od 6 - 17 let. Razmeroma kratko je tudi obdobje hitre rasti, ki traja približno 48 do 55 let, medtem ko je obdobje starostne rasti v višino dokaj dolgo in tudi zelo različno, saj traja pri nekaterih osebkih 63, pri nekaterih pa celo preko 200 let. Primerjava poprečnega trajanja teh obdobjev je pokazala, da je dinamika rasti v višino na rastiščih A in B zelo podobna, kar potrjujejo tudi enake prve tri komponente dinamike, kot so raven, poprečna stopnja in hitrost rasti.

- Kulminacija rasti v višino je na rastišču A pri 34 ± 9 , na rastišču B pa pri 31 ± 10 letih.

- Na prenehanje rasti borov v višino rastišče nima odločilnega vpliva.

- Rastišče je eden od dejavnikov, ki močno vpliva na rast borov v višino; bori na rastišču A so bili v vseh obdobjih rasti v višino višji od onih z rastišča B. Odrasla raven je tudi večja raven, poprečna stopnja rasti in hkrati tudi značilno večja regresivna stopnja rasti. Črni bor doseže ob koncu rasti na rastišču A poprečno višino $27 \pm 3,3$ m.

- Med dejavniki, ki vplivajo na rast borov v višino, moremo najverjetneje posebno mesto pripisati vplivu neposrednega okolja, na kar kažeta primerjava rasti borov v višino znotraj rastišč A in B:

- bori na rastišču A, ki so dosegli ob koncu rasti večje višine, so imeli v primerjavi z nižjimi, večjo raven, poprečno stopnjo rasti, ki kaže hkrati tudi na značilno progresivno rasti. V prvem življenjskem obdobju rasti v višino so višji osebki rastli znatno počasneje.

- Primerjava višjih in nižjih borov na rastišču B kaže, da sta pri prvih raven in poprečna stopnja rasti večji, odraz teh razmer so tudi večje višine v vseh primerjanih obdobjih rasti, večja pa je tudi regresivnost stopnje rasti.

- Raven rasti je značilno pozitivno povezana s poprečno stopnjo rasti in značilno negativno povezana s parabolo druge stopnje. Slednja zakonitost pa ne velja za višje osebke z rastišča A.

- Na dosežene končne višine osebkov močno vpliva samo trajanje rasti v višino.

- Čas kulminacije priraščanja v višino nima vpliva niti na čas prenehanja rasti v višino, niti na dosežene končne višine.

4.53 Priraščanje v višino

Iz profilov in matrik (izpisa matrik v tem kot tudi vseh nadaljnih statističnih preskusih z metodo kompleksne analize variance zaradi njihove obsežnosti izpuščam) dinamike izhajajo naslednje ugotovitve:

1. Profili dinamike za posamična drevesa v spodnjem pregledu kažejo na dokaj enak potek priraščanja; prvi štirje kontrasti so razen v enem primeru enaki, če ne po stopnji značilnosti pa vsaj po legi komponent dinamike.

A

$$1. \frac{i \quad 5 \quad 0}{0 \quad 0 \quad 0}$$

$$2. \frac{i \quad 0 \quad i \quad i}{i \quad i}$$

$$3. \frac{i \quad 1 \quad 0}{i \quad 0 \quad 1}$$

$$4. \frac{i \quad 5 \quad ?}{5 \quad 1 \quad 0}$$

$$5. \frac{i \quad i \quad 0}{i \quad 1 \quad 1}$$

$$6. \frac{i \quad i}{i \quad i \quad ? \quad 0}$$

$$7. \frac{i \quad 0 \quad 0 \quad 0}{i \quad i}$$

$$8. \frac{i \quad i}{i \quad i \quad 0 \quad 0}$$

$$9. \frac{i \quad 1 \quad 1}{i \quad i \quad 0}$$

$$10. \frac{i \quad 0 \quad 0}{0 \quad 5 \quad 0}$$

$$11. \frac{i \quad i}{i \quad i \quad 5 \quad 0}$$

B

$$12. \frac{i \quad i \quad 0}{i \quad 0 \quad 0}$$

$$13. \frac{i \quad i \quad 0}{i \quad 5 \quad 5}$$

$$14. \frac{i \quad i \quad 1}{i \quad 0 \quad 1}$$

$$15. \frac{i \quad 1 \quad 0}{i \quad 5 \quad 1}$$

$$16. \frac{i \quad i}{i \quad i \quad 0 \quad 0}$$

$$17. \frac{i \quad i \quad 0}{1 \quad i \quad ?}$$

$$18. \frac{i \quad 0 \quad 0 \quad 0}{5 \quad 1}$$

$$19. \frac{i \quad 0}{i \quad 1 \quad 0 \quad 0}$$

$$20. \frac{i \quad i \quad 5}{i \quad 1 \quad i}$$

$$21. \frac{i \quad i \quad 0}{i \quad 1 \quad 0}$$

$$22. \frac{i \quad i \quad 0}{1 \quad 0 \quad i}$$

Raven priraščanja je značilno pozitivna, poprečna stopnja negativna z značilnim regresivnim padanjem priraščanja s starostjo, četrta komponenta pa je pozitivna. Peta in šesta ciklična komponenta se po legi in stopnji značilnosti komponent razlikujeta.

2. Primerjavo priraščanja v višino med rastiščema A in B (profil 1) ter med višjimi in nižjimi bori po posamičnih rastiščih, kažejo naslednji profili dinamike:

1	2	3
1 0	5 1 0	1 ? 1
0 0 0 0	0 0 5	0 0

Profil 1 kaže, da je na rastišču A raven priraščanja značilno večja kot na rastišču B. Vse ostale komponente dinamike priraščanja so neznačilne.

Profil 2 kaže, da sta pri višjih drevesih rastišča A značilno večji raven in poprečna stopnja priraščanja. Druge komponente so razen šeste, neznačilno različne.

Profil 3, ki posreduje enako primerjavo na rastišču B, kaže, da je raven priraščanja značilno večja pri višjih drevesih tega rastišča. Med ostalimi komponentami dinamike sta druga in četrta neznačilni, tretja kaže sum na značilnost, šesta pa je značilno različna.

3. Iz primerjave priraščanja po posamičnih obdobjih moremo ugotoviti, da je v prvih 15 letih priraščanja na rastišču A neznačilno večje, značilno večje pa približno med 20 in 30 letom starosti dreves. Od 40 leta naprej je priraščanje na rastišču A sicer večje, vendar razločki v priraščanju niso značilno različni razen v dveh obdobjih, med 75 in 80 letom.

Višji bori z rastišča A v primerjavi z nižjimi kažejo, da je priraščanje do 20 leta manjše in med 20 in 30 letom značilno manjše. Od tega obdobja naprej je priraščanje praviloma večje, sum na značilno večje priraščanje kažeta obdobji, ko so drevesa stara približno 50 oziroma 115 let. Značilno večje je priraščanje v enem samem obdobju, to je približno pri starosti 125 let.

Višji bori v primerjavi z nižjimi na rastišču B bolj priraščajo v višino med 15 in 30 letom starosti dreves. Pred in po tem obdobju je priraščanje neznačilno večje.

Na osnovi teh ugotovitev sledi:

- Dinamika priraščanja v višino je na obeh rastiščih dokaj podobna.
- Drevesa na rastišču z relativno globljimi tlemi so v splošnem bolj priraščala v višino, priraščanje je v prvih 15 letih in po 40 letu starosti dre-

ves neznačilno večje, značilno večje pa med 20 in 30 letom starosti dreves.

- Višji bori na rastišču z relativno globljimi tlemi so imeli v primerjavi z nižjimi, večjo raven in poprečno stopnjo priraščanja; v prvem življenjskem obdobju priraščanja v višino so višji osebki rastle počasneje.

- Višji bori na rastišču s plitvimi tlemi so imeli v primerjavi z nižjimi značilno večjo raven priraščanja; višja drevesa so imela značilno večje priraščanje med 15 in 30 letom starosti dreves. Pred in po tem obdobju je priraščanje neznačilno večje.

4.54 Primerjava rasti v višino med dvema različno starima populacijama črnega bora

Razumljivo je, da v tej primerjavi lahko primerjamo le časovno obdobje višinske rasti, ki je enako starosti mlajše populacije. V raziskavi je zato upoštevano le 40-letno obdobje, to je začetno obdobje življenjske rasti ter del hitre rasti v višino.

Iz profilov in matrik dinamike rasti v višino med mlajšo in starejšo populacijo borov izhajajo naslednje ugotovitve:

1. Kazalci dinamike za posamična drevesa, ki so razvidni iz spodnjih profilov dinamike kažejo, da so pri mlajši populaciji (G) raven, poprečna stopnja in hitrost rasti povsod pozitivne in značilne, medtem ko so ciklične komponente po legi in stopnji značilnosti dokaj različne. Prve tri komponente, zlasti hitrost rasti kažejo, na napredujočo tendenco višinske rasti.

G.:	A.:	B.:
1. $\frac{i \ i \ i}{i \ i \ i}$	13. $\frac{i \ i \ i \ i}{i \ i}$	25. $\frac{i \ i \ l \ i \ l}{i}$
2. $\frac{i \ i \ l \ 0}{l \ i}$	14. $\frac{i \ i \ i}{i \ i \ i}$	26. $\frac{i \ i \ i \ i}{0 \ 0}$
3. $\frac{i \ i \ i \ i \ 0}{5}$	15. $\frac{i \ i \ l \ i}{i \ i}$	27. $\frac{i \ i \ i}{i \ i \ 0}$
4. $\frac{i \ i \ i \ i \ 0}{0}$	16. $\frac{i \ i \ l \ i \ i}{i}$	28. $\frac{i \ i \ i \ i \ i}{i}$
5. $\frac{i \ i \ i \ i \ 0}{0}$	17. $\frac{i \ i \ i \ i \ i}{i}$	29. $\frac{i \ i \ i}{0 \ i \ i}$
6. $\frac{i \ i \ i}{0 \ 5 \ 0}$	18. $\frac{i \ i \ i \ i \ i}{0}$	30. $\frac{i \ i \ i \ i \ i}{i}$

G.:	A.:	B.:
7. $\frac{i i i l}{i 0}$	19. $\frac{i i \quad 0}{i 5 0}$	31. $\frac{i i i \quad 0}{5 ?}$
8. $\frac{i i i}{0 i 0}$	20. $\frac{i i i \quad 0}{1 0}$	32. $\frac{i i i i l}{0}$
9. $\frac{i i i 0}{? 0}$	21. $\frac{i i i \quad 0}{i i}$	33. $\frac{i i \quad i i}{5 \quad i}$
10. $\frac{i i i}{1 0 0}$	22. $\frac{i i i}{1 i 1}$	34. $\frac{i i i 0 0}{i}$
11. $\frac{i i i 0 ? 0}{0 0}$	23. $\frac{i i i i}{5 0}$	35. $\frac{i i i i i 0}{i}$
12. $\frac{i i i 0}{0 0}$	24. $\frac{i i i 0 i}{i}$	36. $\frac{i i i 0 i}{i}$

Trend dinamike višinske rasti starejših populacij (A,B) z obeh rastišč je bil dokaj podoben; tudi tu so v večini primerov prve tri komponente dinamike pozitivne in značilne z izjemo nekaj dreves (13, 15, 19, 27, 33), pri katerih je tretja komponenta negativna in kaže značilno degresivnost stopnje rasti. To pomeni, da je rast teh osebkov v višino že pojemala.

2. Primerjavo razlik v višinski rasti med mlajšo in starejšo populacijo kažejo tile profili dinamike:

1	2	3
$\frac{i i}{i i \quad 1 1}$	$\frac{i i \quad 1}{i i \quad i}$	$\frac{i i \quad i i}{i i}$

Profil 1 prikazuje primerjavo razlik med višinsko rastjo gošč in starejšimi osebki rastišča A. Iz njega je razvidno, da sta raven in poprečna stopnja rasti pri prvih značilno nižji, tretja komponenta pa kaže na značilno progresivnost stopnje rasti. Razlike so tudi v cikličnih komponentah.

Profil 2 prikazuje enako primerjavo s starejšimi osebki rastišča B in kaže z izjemo zadnje ciklične komponente povsem enake zakonitosti.

Profil 3 prikazuje primerjavo med starejšimi osebki obeh rastišč in kaže enake zakonitosti, kakršne smo ugotovili v razdelku 4.52.

3. Iz primerjave rasti v višino po posamičnih obdobjih lahko ugotovimo, da je višinska rast drevesc iz gošč v primerjavi s starejšimi bori obeh rastišč

značilno nižja v vseh primerjanih obdobjih. Enaka primerjava rasti v višino med starejšimi bori kaže na dokaj izenačeno rast v prvih desetih letih. Po tem obdobju pa je rast v višino na rastišču A značilno večja.

Te ugotovitve nam dopuščajo naslednje sklepe:

- Trend dinamike rasti v višino pri mlajši kot tudi starejši populaciji borov je z izjemo nekaj osebkov starejše populacije zelo podoben.

- Primerjava višin med mlajšo in starejšo populacijo borov kaže na značilne razlike; raven in poprečna stopnja rasti v višino sta pri mlajši populaciji borov značilno nižji, hitrost rasti pa kaže na značilno progresivnost stopnje rasti. Višine osebkov mlajše populacije so bile v vseh obdobjih rasti v višino značilno nižje.

- Osebkii starejše populacije črnega bora so se morali v prvem življenjskem obdobju rasti v višino razvijati v drugačnem okolju kot mlajša populacija. Glede na njihove poprečno večje višine v posamičnih obdobjih domnevam, da so imeli v mladosti najbrž neomejen življenjski prostor.

- Če se je stara populacija dreves resnično razvijala pod drugačnimi pogoji, potem se morajo značilne razlike tam bolj pokazati pri rasti v debelino.

4.6 RAST ČRNEGA BORA V DEBELINO

Na potek rasti v debelino zelo močno vplivajo klimatske razmere, okolje in rastišče. Kumulativne krivulje rasti v debelino so v primerjavi z višinskimi zato veliko bolj nepravilne, razločevanje rastnih obdobji pa zaradi tega mnogo težje in dokaj nezanesljivo.

Iz profilov in matrik dinamike po stopnji značilnosti komponent in primerjavah izhajajo naslednje ugotovitve:

1. Kazalci dinamike za posamična drevesa kažejo pričakovane lastnosti; raven in poprečna stopnja rasti sta pozitivni in značilni, hitrost rasti pa v večini primerov negativna in značilna. Ciklične komponente dinamike so po legi in značilnosti komponent zelo različne. Če podrobneje pregledamo profile dinamike lahko opazimo, da so npr. pri drevesih 3 A, 4 A, 7 A, 8 A in 9 A, 13 A, 16 A tudi ciklične komponente enake, če ne po značilnosti, pa vsaj po legi komponent dinamike. S slike 7 v razdelku 4.21 ni težko ugotoviti, da so to drevesa, ki so rastle v skupinah, kjer so bili pogoji za rast dokaj izenačeni.

PROFILI DINAMIKE ZA POSAMIČNA DREVEŠA NA PRVEM PREREZU DREVES

A

B

1. $\frac{i i \quad \quad 5}{? 5 0}$	14. $\frac{i i \quad 0 1}{i \quad i}$	1. $\frac{i i \quad 1 \quad \quad}{i \quad 1 0}$	14. $\frac{i i 0 ?}{\quad \quad 1 1}$
2. $\frac{i i i 0}{i \quad i}$	15. $\frac{i i \quad \quad 0 0}{i \quad i}$	2. $\frac{i i \quad 5 1}{i \quad 0}$	15. $\frac{i i \quad ? 0}{i \quad 5}$
3. $\frac{i i \quad \quad 5 5}{i \quad i}$	16. $\frac{i i \quad i \quad 5}{i \quad i}$	3. $\frac{i i \quad i \quad ?}{i \quad i}$	16. $\frac{i i \quad i i}{i \quad ?}$
4. $\frac{i i \quad \quad 5 5}{i \quad i}$	17. $\frac{i i i i \quad \quad}{\quad \quad 5 0}$	4. $\frac{i i \quad i \quad i}{i \quad 0}$	17. $\frac{i i \quad i \quad 0}{i \quad i}$
5. $\frac{i i \quad \quad i 0}{1 5}$	18. $\frac{i i \quad \quad i}{i \quad i \quad i}$	5. $\frac{i i \quad \quad i}{i 0 0}$	18. $\frac{i i \quad i \quad \quad}{i 0 0}$
6. $\frac{i i \quad \quad 0}{i 1 \quad i}$	19. $\frac{i i 0 i \quad \quad}{\quad \quad i 0}$	6. $\frac{i i \quad 5 0}{1 \quad 1}$	19. $\frac{i i \quad ? \quad \quad}{i 1 0}$
7. $\frac{i i \quad \quad i i}{i \quad i}$	20. $\frac{i i i \quad \quad i}{i \quad i}$	7. $\frac{i i \quad \quad 0 0}{i 0}$	20. $\frac{i i i 0}{i \quad i}$
8. $\frac{i i \quad \quad i i}{i \quad i}$		8. $\frac{i i \quad 0 \quad 0}{i \quad i}$	
9. $\frac{i i i 0}{i \quad 0}$		9. $\frac{i i \quad \quad 0}{i i \quad 0}$	
10. $\frac{i i \quad 1 5}{i \quad 0}$		10. $\frac{i i \quad i \quad \quad}{i \quad 0 0}$	
11. $\frac{i i \quad i \quad \quad}{i \quad 0 0}$		11. $\frac{i i \quad 0 0}{i \quad 0}$	
12. $\frac{i i \quad 5 0}{i \quad ?}$		12. $\frac{i i \quad i \quad \quad}{i \quad i ?}$	
13. $\frac{i i \quad i \quad 0}{i \quad ?}$		13. $\frac{i i \quad i i}{i \quad i}$	

2. Primerjava rasti v debelino med rastiščema kaže v vseh komponentah dinamike zelo značilne razlike; raven in poprečna stopnja rasti sta značilno večji na rastišču A, značilno večja je tudi degresivnost stopnje rasti. Nadalje sta značilno različni še tretja in peta komponenta, medtem ko je četrta neznatna.

3. Iz primerjav med številnimi skupinami skupaj rastočih dreves oziroma med populacijami ugotovimo, da so med njimi značilne razlike skoraj v vseh komponentah.

4. Med primerjavami dinamike rasti v debelino po posamičnih obdobjih je analitično in vsebinsko zanimiva zlasti primerjava rasti v debelino med rastiščema A in B. Iz primerjave je razvidno, da je bila na obeh rastiščih do starosti 35 let rast v debelino dokaj izenačena. Po tem obdobju pa je na rastišču A značilno manjša vse do starosti 90 let. To je obdobje, ko na rastišču A preidejo sestoji od faze gošč do letvenjaka oziroma drogovnjaka, medtem ko do teh faz v pravem pomenu besed, na rastišču B ne prihaja. Po razdobju približno 90 do 100 let je rast v debelino na rastišču A značilno večja. Druge primerjave med skupinami kažejo na značilne razlike pri rasti v debelino.

5. Matrika Spearmannovih koeficientov korelacije ranga med komponentami dinamike kaže zelo podobne odvisnosti kot pri rasti v višino; raven rasti je zelo značilno pozitivno povezana s poprečno stopnjo rasti ter značilno negativno povezana s parabolo druge stopnje. To pomeni: čim večja je raven rasti, tem večja je degresivnost rasti oziroma tem manjša je progresivnost rasti. Značilna negativna odvisnost je tudi med ravni in komponento pete stopnje, to je med ravni in 16-letnim ciklusom rasti. Značilne odvisnosti so še med drugimi komponentami, vendar so vsebinsko manj zanimive.

MATRIKA SPEARMANNOVIH KOEFICIENTOV KORELACIJE RANGA ZA RAST V DEBELINO

1	1.	<u>0.8469***</u>	<u>-0.5894***</u>	0.0066	0.2223	<u>-0.3642*</u>
2	1.		-0.2313	<u>-0.3640*</u>	0.2340	-0.2143
3		1.		-0.2075	<u>-0.4371**</u>	<u>0.3737*</u>
4			1.		-0.2797	<u>-0.3458*</u>
5				1.		-0.2128
6					1.	

Z analizo 180 letnega obdobja rasti v debelino na drugem prerezu dreves sem prišel do dokaj podobnih zakonitosti:

- profili dinamike za posamična drevesa na drugem prerezu dreves prikazani na naslednji strani, se v primerjavi s tistimi na prvem prerezu ujemajo povsod v prvih treh komponentah, razlikujejo pa se v eni ali dveh cikličnih komponentah. Nekateri profili, na primer 4, 8, 9, 12 z rastišča A in 3, 4, 8, 12, 13 z rastišča B, imajo enake vse komponente dinamike.

- Profili dinamike za posamična drevesa iz drugega prereza nam povedo, da so ti med seboj bolj podobni kot tisti iz prvega prereza; razen dveh izjem imajo enake prve štiri komponente, razlikujejo pa se v peti ali šesti ciklični komponenti.

- Primerjava rasti v debelino med rastiščema A in B, ki jo prikazuje profil $\frac{i_i \quad i_i}{i_i \quad i_i}$ kaže, da sta raven in poprečna stopnja rasti v debelino na rastišču A značilno večjim ter da razlika stopnje rasti značilno regresivno narašča, značilno različne so tudi druge ciklične komponente.

- Profili dinamike, ki prikazujejo primerjave rasti v debelino med skupinami, oziroma populacijami dreves na drugem prerezu, kažejo v vseh komponentah značilne razlike in obenem enake zakonitosti kot sem jih dobil pri analizi rasti v debelino na prvem prerezu.

- Primerjava dinamike rasti v debelino po posamičnih obdobjih obeh prerezov kaže sicer v prvem obdobju rasti na razlike, vendar so te predvsem posledica poprečno 20 letnih razlik v starosti obeh prerezov; upoštevajoč to poprečno razliko, je rast v debelino na rastišču A do približno 70 let značilno nižja, po tem obdobju naprej pa vseskozi značilno večja od rastišča B.

Na temelju rezultatov analize rasti v debelino so možni naslednji sklepi:

- Trend dinamike rasti v debelino je, sodeč po prvih treh komponentah, na obeh rastiščih dokaj podoben. Razlike so v cikličnih komponentah, v katerih se najverjetneje odražajo rastni pogoji, ki so vplivali na rast posamičnih osebkov.

- Povsem enako dinamiko rasti v debelino so imeli osebki, ki so rastle v skupinah, kjer so bili pogoji za rast dokaj izenačeni.

- Drevesa na rastišču A bolj priraščajo v debelino kot na rastišču B. Do starosti približno 35 let, je na obeh rastiščih rast v debelino dokaj izenačena. Po tem obdobju, do starosti 70 do 90 let je rast v debelino na rastišču A nižja, kasneje pa večja kot na rastišču B.

- Drevesa, ki so imela večjo raven debelinske rasti, so imela tudi večjo poprečno stopnjo rasti in istočasno tudi večjo regresivno stopnjo rasti v debelino.

- Rastne krivulje dobljene iz obeh prerezov so si med seboj dokaj podobne; potek krivulj rasti v debelino na prvem prerezu je bolj razgiban, medtem ko je tisti na drugem prerezu bolj umirjen.

4.61 Priraščanje črnega bora v debelino

Razumljivo je, da so zaradi podobnosti rastnih krivulj tudi prirastne krivulje iz prvega in drugega prereza med seboj dokaj podobnem četudi so na prvem prerezu bolj razgibane. Razlike se kažejo zlasti v zadnjem obdobju priraščanja in so bolj posledica različnih deformacij in poševnega reza na panju kot pa odraz resnične prirastne moči črnega bora. Vernejšo podobo o njegovi prirastni moči kažejo prirastne krivulje iz drugega prereza. Najznačilnejše so prikazane na slikah 14 in 15.

Iz profilov in matrik dinamike po stopnji značilnosti komponent dinamike izhajajo tele ugotovitve:

1. Kazalci dinamike priraščanja v debelino za posamična drevesa, ki so prikazani v pregledu na naslednji strani, kažejo, da sta prvi dve komponenti dinamike enaki pri vseh drevesih; prva je pozitivna, druga pa negativna in kaže na trend postopnega zmanjševanja priraščanja s starostjo. Tretja zelo značilna in pozitivna komponenta kaže z izjemo dveh profilov (8 A in 15 A) na značilno progresivnost stopnje priraščanja. Tudi četrta komponenta dinamike kaže, sodeč po legi komponent, na dokajšnjo podobnost, še posebej na rastišču B, kjer je ta komponenta enaka tako po legi kot tudi stopnji značilnosti komponent. Peta in šesta ciklična komponenta sta zelo različni.

2. Primerjava priraščanja v debelino med rastiščema A in B, ki jo prikazuje naslednji profil dinamike $\frac{i \ i \ i}{i \ 1 \ 0}$, nam pove, da sta raven in poprečna stopnja priraščanja na rastišču A značilno večji in da ta razlika časovno narašča. Značilno različni sta tudi četrta in peta komponenta, medtem ko je šesta neznačilna.

Enaka primerjava po posamičnih obdobjih nam pove, da je na rastišču A priraščanje značilno nižje v prvih 15 do 20 letih, v naslednjem približno 65 let trajajočem obdobju značilno višje, približno pri 100 letih starosti drevja se priraščanje izenači in je od tod dalje približno enako na obeh rastiščih.

Iz prirastnih krivulj moremo ugotoviti še zanimive posebnosti pri priraščanju črnega bora:

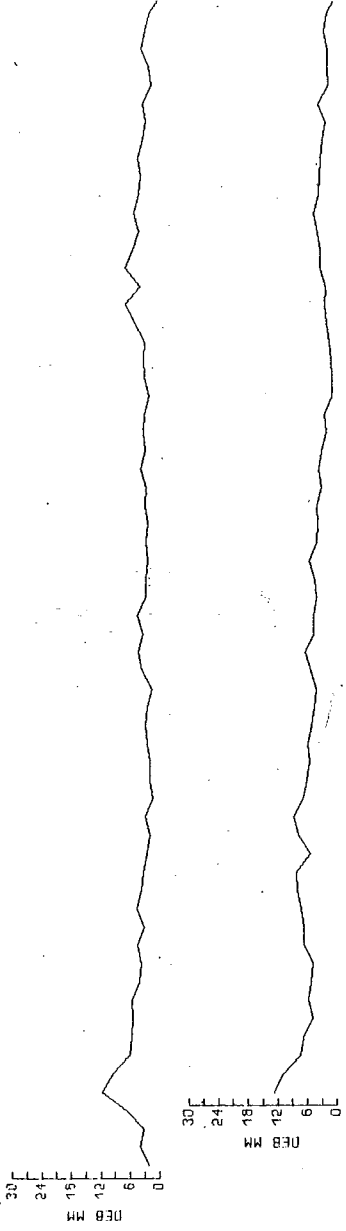
- skoraj vse prirastne krivulje kažejo na zgodnjo prvo kulminacijo priraščanja, nekatere med njimi tudi na kasnejše manj izrazite kulminacije od katerih

PROFILI DINAMIKE ZA PRIRAŠČANJA V DEBELINO NA DRUGEM PREREZU

- A
1. $\frac{i \ i \ 0 \ 0}{i \ i}$
 4. $\frac{i \ i \ 0}{i \ 5 \ i}$
 5. $\frac{i \ i \ ? \ 5}{i \ 1}$
 6. $\frac{i \ i \ 1}{i \ i \ ?}$
 7. $\frac{i \ i \ ? \ 0}{i \ 0}$
 8. $\frac{i \ \ \ \ i \ 0}{i \ i \ 0}$
 9. $\frac{i \ i \ ?}{i \ 5 \ 0}$
 10. $\frac{i \ i \ 5}{i \ 0 \ 0}$
 12. $\frac{i \ i \ 0 \ 0}{i \ 0}$
 13. $\frac{i \ i}{i \ 5 \ 0 \ 0}$
 14. $\frac{i \ i \ i}{i \ i \ i}$
 15. $\frac{i \ \ \ \ i}{i \ 0 \ i \ 5}$

- B
1. $\frac{i \ i \ i \ 5}{i \ i}$
 3. $\frac{i \ i \ 5}{i \ 1 \ 5}$
 4. $\frac{i \ i \ i}{i \ i \ 0}$
 5. $\frac{i \ i}{i \ i \ 0 \ 0}$
 6. $\frac{i \ 1 \ i}{i \ 1 \ i}$
 7. $\frac{i \ i \ 5}{i \ i \ 0}$
 8. $\frac{i \ i \ i}{i \ i \ i}$
 9. $\frac{i \ i \ 0}{i \ 1 \ 0}$
 10. $\frac{i \ i \ 1}{i \ i \ 0}$
 11. $\frac{i \ i \ 1}{i \ i \ 0}$
 12. $\frac{i \ i \ 1}{i \ i \ 0}$
 13. $\frac{i \ i \ 0 \ 0}{i \ i}$

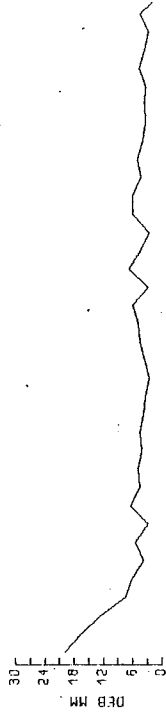
DREVD ST 05 A



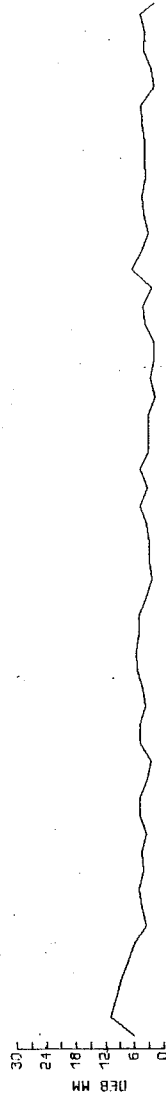
DREVD ST 04 A



DREVD ST 03 A



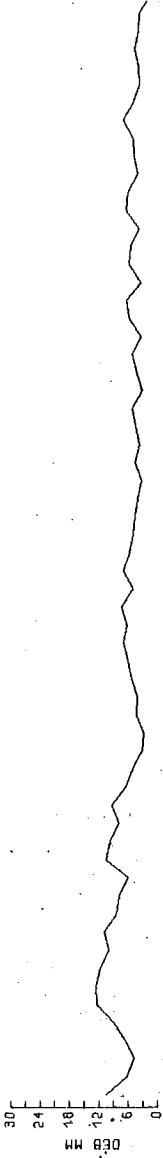
DREVD ST 02 A



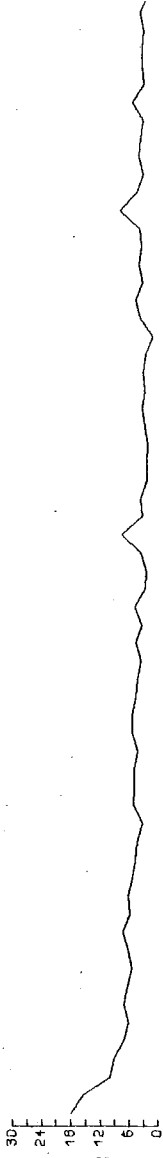
DREVD ST 01 A



DREVD ST 15 A



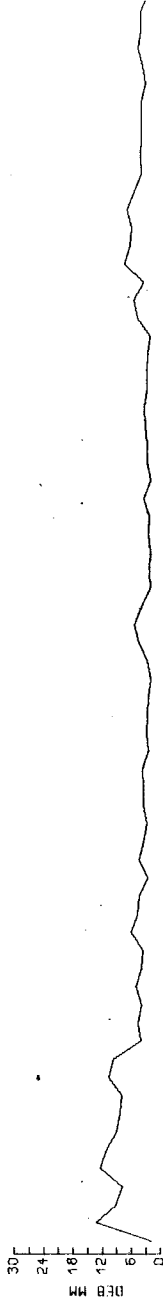
DREVD ST 14 A



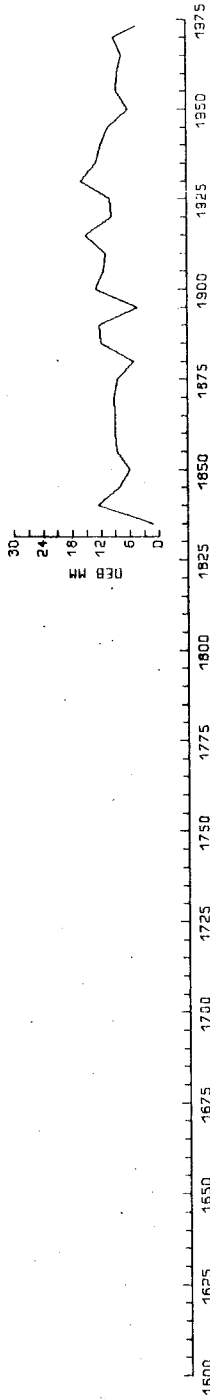
DREVD ST 13 A



DREVD ST 12 A



DREVD ST 11 A



NEB RH
30
24
18
12
6
0

ORNO ST 05 B

NEB RH
30
24
18
12
6
0

ORNO ST 04 B

NEB RH
30
24
18
12
6
0

ORNO ST 03 B

NEB RH
30
24
18
12
6
0

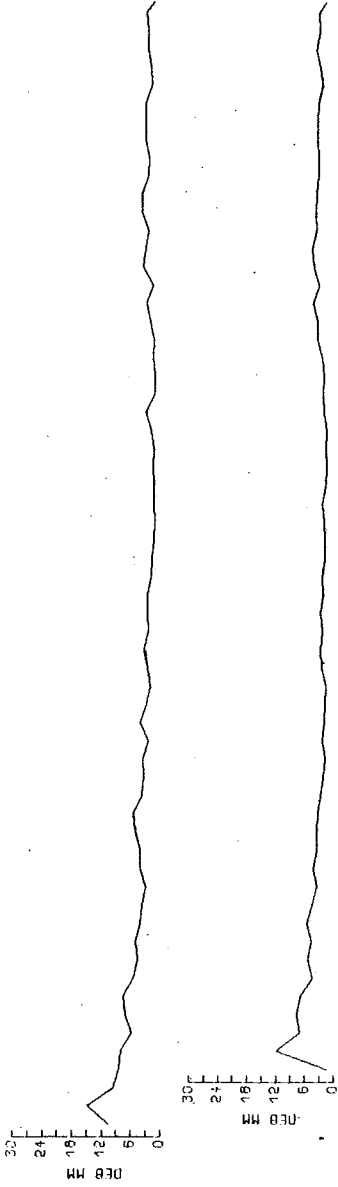
ORNO ST 02 B

NEB RH
30
24
18
12
6
0

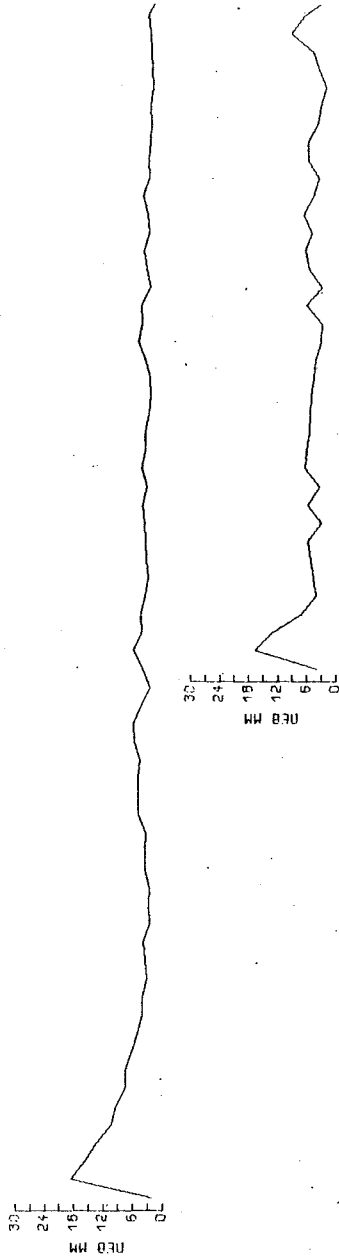
ORNO ST 01 B

1600 1625 1650 1675 1700 1725 1750 1775 1800 1825 1850 1875 1900 1925 1950 1975

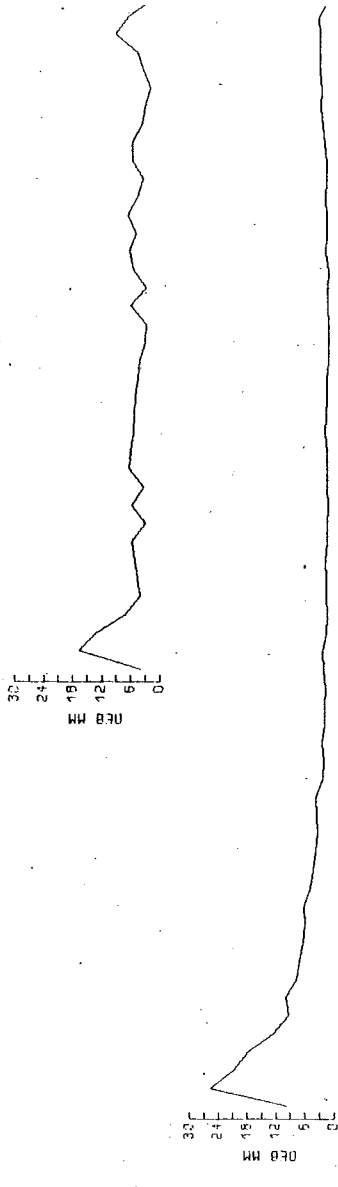
DREVO ST 10 B



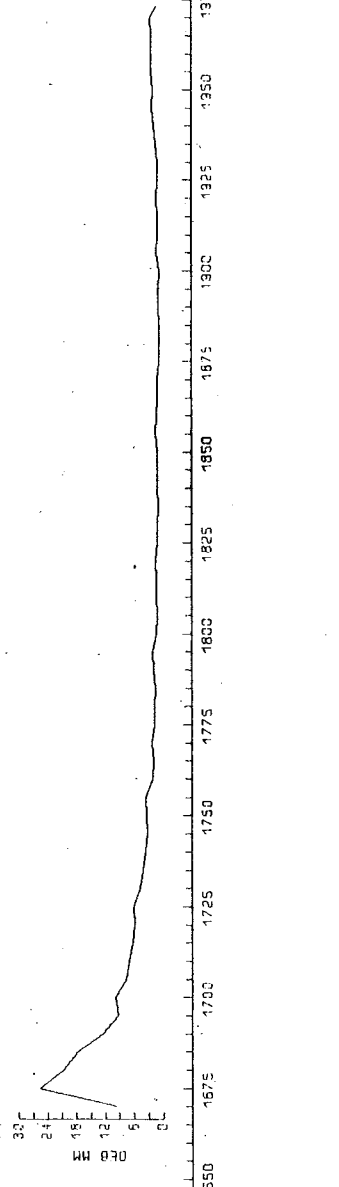
DREVO ST 03 B



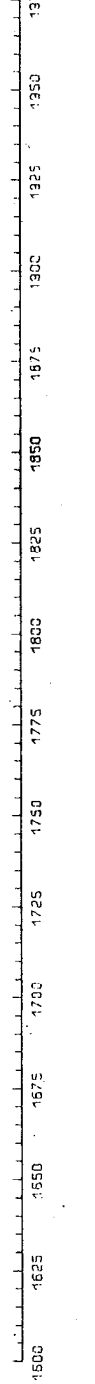
DREVO ST 13 B



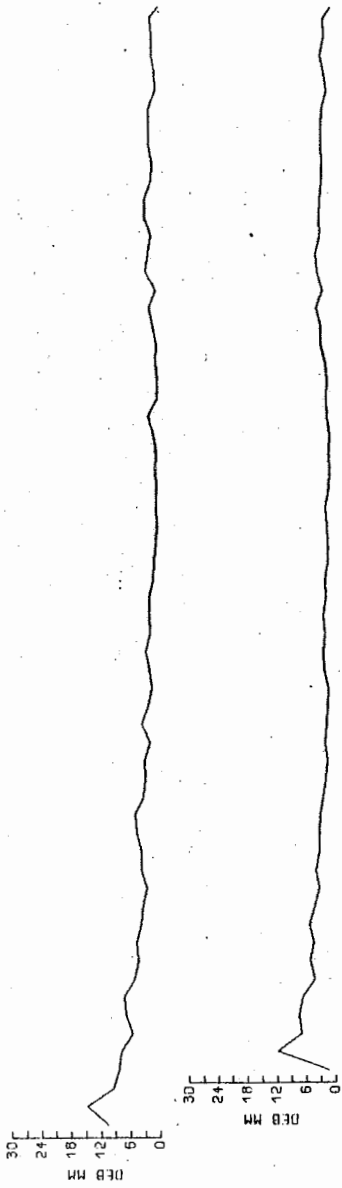
DREVO ST 12 B



DREVO ST 11 B



DREVD ST 10 B



DREVD ST 09 B



DREVD ST 08 B



DREVD ST 07 B



DREVD ST 06 B



DREVD ST 10 A

30
24
18
12
6
0
DEB MH
830



DREVD ST 09 A

30
24
18
12
6
0
DEB MH



DREVD ST 05 A

30
24
18
12
6
0
DEB MH



DREVD ST 07 A

30
24
18
12
6
0
DEB MH



DREVD ST 05 A

30
24
18
12
6
0
DEB MH



1600 1625 1650 1675 1700 1725 1750 1775 1800 1825 1850 1875 1900 1925 1950 1975

po višini nobena ne doseže prve. Izjemi v tem pogledu sta krivulji priraščanja dreved 8 A in 11 A, kjer je do izrazitejše in večje kulminacije prišlo v prvem primeru po 125 letih in v drugem primeru po 100 letih priraščanja. Nadalje lahko opazimo, da so poznejše večkratne kulminacije pogostejše in bolj izrazite na rastišču A kot na rastišču B.

Na osnovi teh ugotovitev sledi:

- Prirastne krivulje na prvem in drugem prerezu dreves so si dokaj podobne, večje razlike se kažejo v poslednjem obdobju priraščanja.

- Vernejšo podobo prirastne moči črnega bora kažejo zato prirastne krivulje dobljene iz drugega prereza, ki so tudi med seboj dokaj podobne, njihov potek pa bolj umirjen.

- Splošna značilnost prirastnih krivulj se kaže v zgodnji izrazitejši prvi kulminaciji in poznejših, večkratnih in manj izrazitih kulminacijah ter postopnem zmanjševanju priraščanja s starostjo drevja.

- Črni bor bolje prirašča v debelino na sprsteninasti plitvi karbonatni rendzini kot na enakih zelo plitvih ekeletnih tleh.

- Priraščanje v debelino je na rastišču z relativno globljimi tlemi v drugi polovici 40 letnega obdobja rasti značilno nižje, v naslednjem 65 let trajajočem obdobju pa značilno večje kot na rastišču s plitvejšimi skeletnimi tlemi. Po 120 letu starosti drevja je priraščanje črnega bora približno enako na obeh rastiščih.

4.62 Rast in priraščanje temeljnice

Iz profilov in matrik dinamike rasti in priraščanja temeljnice na drugem prerezu dreves izhajajo naslednje ugotovitve:

1. Pri dinamiki rasti temeljnice za posamična drevesa sta enaki le prvi dve komponenti dinamike, medtem ko je pri dinamiki priraščanja temeljnice enaka samo prva komponenta. Ostale komponente dinamike se tako po legi in stopnji značilnosti komponent dinamike močno razlikujejo.

2. Primerjava dinamike rasti (1) in priraščanja (2) temeljnice med rastiščema A in B, kažeta značilne razlike skoraj v vseh komponentah

$$(1) \quad \begin{array}{cccc} \underline{i & i & i & 1} \\ & 5 & 0 & \end{array} \qquad (2) \quad \begin{array}{cccc} \underline{i & i & i & 0} \\ & i & & 1 \end{array}$$

dinamike; raven, poprečna stopnja in hitrost rasti so značilno večje na rastišču A, značilno se razlikujeta še četrta in peta komponenta, medtem ko je šesta neznčilna.

PROFILI RASTI TEMELJNICE ZA POSAMIČNA DREVESA

A

i i i 0
0 0

i i i
1 0 0

i i i 0 0
0

i i 0 0
0 0

i i 0 i
1 ?

i i i 5
i ?

i i 0
5 0 0

i i 0 0 1 0

i i 0 ?
1 0

i i 0 0
0 0

i i 1 0 0
0

i i i 5
5 1

B

i i i 5
0 ?

i i 0 0
5 0

i i 0
i 0 0

i i 0 0
0 ?

i i i 0 0 0

i i
1 i 0 ?

i i 0 0
0 0

i i 0 0
0 0

i i 0
? ? 0

i i 5 0
i 0

i i i 0
0 0

i i i 5
5 0

Pri priraščanju temeljnice se je pokazalo, da sta na rastišču A značilno večji raven in poprečna stopnja rasti, tretja komponenta kaže na značilno večjo regresijo rasti. Značilno se razlikujeta četrta in česta komponenta, medtem ko je peta neznačilna.

3. Profili dinamike primerjav med skupinami oziroma populacijami, se močno razlikujejo v vseh komponentah dinamike.

4. Primerjava dinamike rasti in priraščanja temeljnice po posamičnih obdobjih kaže zelo podobne zakonitosti kot pri enaki primerjavi rasti in priraščanja polmera.

5. Iz Spearmannovih koeficientov korelacije ranga med komponentami dinamike rasti in priraščanja temeljnice je ugotovljena enaka odvisnost: raven rasti je značilno pozitivno povezana s poprečno stopnjo rasti. Osebk, ki so dosegli večjo temeljnico, so imeli tudi večjo poprečno stopnjo rasti in priraščanja temeljnice.

RAST TEMELJNICE

Sestavina dinamike	0.	1	2	3	4	5
0	1.	.8765***	-.0165	-.1835	.0913	-.3548
1		1.	.3574	-.3817	-.0670	-.2243
2			1.	-.2730	-.2417	.1800
3				1.	.3748	-.2722
4					1.	-.2157
5						1.

PRIRAŠČANJE TEMELJNICE

Sestavina dinamike	0	1	2	3	4	5
0	1.	.4200*	-0.4026	.0165	.0591	.4287*
1		1.	.0496	-.2287	.2557	-.1096
2			1.	.1635	-.1313	-.2087
3				1.	-.1635	-.0478
4					1.	-.0330
5						1.

Ugotovitve tega razdelka so me privedle do naslednjih sklepov:

- dinamika rasti in priraščanja temeljnice se od osebk do osebk močno razlikuje, mnogo bolj kot rast in priraščanje polmera.

- rast in priraščanje temeljnice sta večji na rastišču s plitvo karbo-
natno rendzino kot na rastišču z enako zelo plitvo skeletno rendzino.

- pri rasti in priraščanju temeljnice prihajajo vsakokratni vplivi nepo-

srednega okolja še močnejše do izraza kot pri rasti in priraščanju v debelino.

4.63 Primerjava rasti v debelino med dvema različno starima populacijama črnega bora

Iz matrik in iz njih izhajajočih profilov dinamike rasti v debelino ter primerjav med starejšo in novi populacijo borov lahko spoznamo:

1. Pričakovati je bilo, da bosta prvi dve komponenti pri profilih dinamike rasti za posamična drevesa (glej pregled na naslednji strani) povsod enaki, značilni in pozitivni. Tretja komponenta, hitrost rasti, je pri novi populaciji (G) razen v treh primerih, povsod pozitivna in večinoma tudi značilna. Pri starejši populaciji na rastiščih A in B je prav obratno; razen v štirih primerih je tretja komponenta večinoma negativna in značilna ter kaže že na nazadovanje rasti v debelino.

Starejši osebki stratuma C kažejo, sodeč po legi in stopnji značilnosti komponent dinamike, podobnost tako z mlajšo kot starejšo populacijo z obeh rastišč. Ciklične komponente so tako znotraj stratumov kot med njimi zelo različne. V njihovih značilnih razlikah se odražajo najverjetneje vplivi okolja, v katerem so rastle osebki še bolj kot pri rasti v višino.

2. Primerjavo rasti v debelino med mlajšo in starejšo populacijo prikazujejo spodnji profili:

G : A	G : B	G : C	G : G'
<u> i 5</u>	<u> i i</u>	<u> i i</u>	<u> i</u>
i i i i	i i i i	i i i i	i i ? i l

Prva dva profila, ki kažeta primerjavi rasti v debelino med mlajšo in starejšo populacijo na rastišču A oziroma B, sta po legi in stopnji značilnosti komponent dinamike enaka. Raven in poprečna stopnja rasti sta pri mlajši populaciji značilno nižji, tretja komponenta pa značilno višja in kaže, da je rast v debelino pri mlajši populaciji borov v primerjanem obdobju še napredovala. Značilno različne so tudi ciklične komponente.

Tudi tretji profil, ki prikazuje primerjavo gošč s starejšimi, dodatno posekanimi drevesi (stratum C), kaže značilne razlike rasti v debelino; prve tri komponente, raven, poprečna stopnja in hitrost rasti so značilno nižje. Prav tako tudi ciklične komponente.

Četrty profil, to je primerjava rasti v debelino osebkov gošč z onimi osebki stratuma C, ki so v prvem življenjskem obdobju počasneje rastle (G'),

PROFILI DINAMIKE ZA POSAMIČNA DREVESA PRI MLAJŠI (G) IN STAREJŠI
POPULACIJI BOROV (A, B, C)

STRATUM:

G:		A:		B:		C:	
1. $\frac{i i \quad 1}{i i \quad 0}$	13. $\frac{i i \quad i i}{i \quad i}$	25. $\frac{i i \quad i \quad 0}{i \quad i}$	37. $\frac{i i i}{0 \quad 0 \quad i}$				
2. $\frac{i i i 5}{0 \quad 5}$	14. $\frac{i i \quad 0 i}{i i}$	26. $\frac{i i i \quad 1}{i \quad 0}$	38. $\frac{i i i ? 0}{1}$				
3. $\frac{i i 0}{0 \quad 5 \quad 0}$	15. $\frac{i i 0 \quad i 5}{1}$	27. $\frac{i i \quad i}{i i \quad i}$	39. $\frac{i i \quad i ?}{i \quad 0}$				
4. $\frac{i i i \quad 1}{i \quad 5}$	16. $\frac{i i \quad i 1}{i \quad i}$	28. $\frac{i i \quad i 0}{i \quad 0}$	40. $\frac{i i i \quad 0}{i \quad 1}$				
5. $\frac{i i 0 \quad 0 0}{1}$	17. $\frac{i i \quad i 1}{i \quad i}$	29. $\frac{i i \quad i i}{i \quad i}$	41. $\frac{i i i \quad i}{i \quad 1}$				
6. $\frac{i i i 0 \quad 0}{5}$	18. $\frac{i i \quad 5}{i \quad 1 \quad 1}$	30. $\frac{i i i \quad i}{i \quad i}$	42. $\frac{i i i \quad 0}{5 \quad 1}$				
7. $\frac{i i i \quad 0}{i \quad 0}$	19. $\frac{i i i i i}{0}$	31. $\frac{i i i \quad 0 5}{i}$	43. $\frac{i i \quad i}{i i \quad 0}$				
8. $\frac{i i 0 \quad ? i}{i}$	20. $\frac{i i \quad i 0}{i i}$	32. $\frac{i i 5}{0 \quad i i}$	44. $\frac{i i \quad 0}{0 \quad i \quad 0}$				
9. $\frac{i i \quad 5 0}{1 \quad i}$	21. $\frac{i i \quad i}{i i \quad 0}$	33. $\frac{i i \quad i}{i \quad 0 \quad i}$	45. $\frac{i i i \quad i}{i \quad i}$				
10. $\frac{i i \quad 0}{i i \quad 0}$	22. $\frac{i i \quad 0}{5 \quad i \quad 0}$	34. $\frac{i i \quad 0}{i \quad 5 \quad i}$	46. $\frac{i i \quad i i}{5 \quad i}$				
11. $\frac{i i i \quad 0 0}{0}$	23. $\frac{i i i \quad i}{i \quad 5}$	35. $\frac{i i i i 0}{i}$	47. $\frac{i i \quad i i}{5 \quad i}$				
12. $\frac{i i 1 5}{0 \quad 0}$	24. $\frac{i i i}{i \quad i \quad i}$	36. $\frac{i i \quad i i}{i \quad i}$	48. $\frac{i i \quad i i}{i \quad i}$				

kaže, da sta značilno nižji le raven in poprečna stopnja rasti. Tretja komponenta, hitrost rasti, pa je neznačilna. To pomeni, da sta si mlajša in starejša populacija borov tega stratuma v hitrosti rasti v debelino dokaj podobni. Ciklične komponente so različne.

3. Iz primerjave rasti v debelino po posamičnih letih lahko ugotovimo, da je bila rast v debelino pri mlajši populaciji v vseh primerjavah značilno nižja od rasti v debelino starejše populacije.

Iz raziskave je mogoče skleniti naslednje:

- V prvem 40-letnem obdobju rasti v debelino so se gošče razvijale znatno počasneje kot osebki starejše populacije.

- Mlajša populacija, kot kaže njen trend rasti, je še napredovala, medtem ko je starejša populacija ob koncu enakega obdobja že nazadovala. Starejši osebki, ki so sprva počasneje rastle v debelino, imajo zelo podoben trend debelinske rasti kot mlajša populacija, četudi sta raven in poprečna stopnja rasti značilno nižji.

- Primerjava rasti v debelino med mlajšo in starejšo populacijo na rastišču A potrjuje domneve iz razdelka 4.53: starejša populacija se je razvijala v drugačnem okolju kot mlajša.

5. SKLEPNE UGOTOVITVE

1. Mikroreliefna lega zelo močno vpliva na gostoto naravne obnove črnega bora, pri čemer je gostota vznika kot tudi starejšega mladja značilno večja v hladnih kot pa v toplih mikroreliefnih legah. Rastišče učinkuje na gostoto vznika, medtem ko gostota starejšega mladja ni odvisna od tega dejavnika. Gostota vznika je na rastišču s plitvo karbonatno rendzino značilno večja kot na rastišču z enakimi zelo plitvimi skeletnimi tlemi.

2. Gozdovi črnega bora se ne obnavljajo sunkovito, temveč postopoma. Do obnove na večjih površinah prihaja v daljših časovnih raznikih, v našem primeru približno vsakih 100 let, vsakokratna doba obnove pa traja od 12 do 24 let. Delna obnova je pogostejša in dokaj reden pojav.

3. Gošče črnega bora nastajajo in se razvijajo na manjših odprtih površinah in pod zastorom starejšega drevja le na rastišču s sprstjeninastimi plitvimi karbonatnimi tlemi. Na rastišču z enakimi zelo plitvimi skeletnimi tlemi ne prihaja do nastanka gošč. Gošče so grajene iz treh različno starih slojev; v zgornjem sloju so praviloma le najstarejši osebki, srednji in spodnji sloj sta

znatno mlajša ter izhajata iz kasnejših obnovitvenih obdobj. Razvoj gošč, na stalih v manjših odprtih površinah ali pa pod zastorom starejšega drevja, poteka dokaj enako, saj med njihovimi poprečnimi višinami, premeri in vitkostjo ni značilnih razločkov. Črni bor s tega področja torej v mladosti dokaj dobro prenaša zasenčitev od krošenj starejših osebkov črnega bora.

4. Na naravno obnovo gozdov črnega bora močno vpliva klima. Obdobja večje sončne aktivnosti ter manjšega priraščanja so v splošnem bolj sušna in za obnovo teh gozdov neugodna in obratno. Obnova je bila zato pogostejša v obdobjih manjše sončne aktivnosti oziroma večjega priraščanja. Sončna aktivnost močno učinkuje na priraščanje borov:

- med ciklusi z višjimi vrednostmi sončne aktivnosti in priraščanjem črnega bora je asinhrona povezava med obdobji z manjšimi vrednostmi sončne aktivnosti in priraščanjem po sinhrona povezava.

5. Po poškodbah na letnicah starejših borov ugotovljeni požari, ki sovpadajo s časi največje sončne aktivnosti oziroma najmanjšega priraščanja, niso odločilno vplivali na obnovo sestojev raziskovalnega objekta. Po človeku nehote povzročeni požari v bližnji preteklosti pa so močno vplivali na obnovo okoliških gozdov črnega bora.

Zavestno povzročeni talni požari so lahko ob predhodnem poznavanju razvojnih poti vegetacije pomemben dejavnik pri obnavljanju teh gozdov.

6. Rast črnega bora v višino moremo deliti v tri obdobja, ki med rastiščema s plitvo in zelo plitvo skeletno rendzino po trajanju niso značilno različna:

- mladostno obdobje počasnejše rasti traja 6 do 17 let in je dokaj kratko,
- obdobje hitre rasti traja od 48 do 55 let; v njegovem začetnem delu, ko so bori stari od 31 do 34 let, prihaja priraščanje v višino do kulminacije,
- obdobje starostne rasti v višino je najdaljše in od osebka do osebka zelo različno, saj traja 63 pa tudi več kot 200 let. Rastišče nima odločilnega vpliva niti na čas kulminacije priraščanja, niti na čas prenehanja rasti v višino, močno pa vpliva na dosežene končne višine črnega bora:

- bori, ki rastejo na rastišču s sprsteninasto plitvo karbonatno rendzino, imajo v vseh obdobjih rasti večje višine, zato tudi večjo raven in poprečno stopnjo rasti z značilno večjo regresijo kot bori na rastišču z enako zelo plitvo skeletno rendzino.

Na rast v višino močno vpliva tudi neposredno okolje osebkov in drugi nepoznani dejavniki, na kar kažejo primerjave rasti v višino znotraj rastišč:

- na rastišču s sprsteninasto plitvo karbonatno rendzino so višji osebki v primerjavi z nižjimi sprva počasneje rastle, ob koncu obdobja hitre rasti pa

so jih prerastli. Zato imajo višji osebki večjo poprečno stopnjo rasti z značilno večjo progresijo stopnje rasti,

- na rastišču z zelo plitvo skeletno rendzino so bili višji osebki v vseh obdobjih rasti značilno višji, imeli so večjo poprečno stopnjo rasti z značilno regresijo. Drevesa, katerih rast v višino je prenehala kasneje, so dosegla večje višine.

7. Na rast in priraščanje črnega bora v debelino močno učinkujejo klima, rastišče in neposredno okolje, zaradi tega pa je razločevanje rastiških obdobj teže in dokaj nezanesljivo. Črni bor bolje raste in prirašča v debelino na rastišču s sprsteninasto plitvo karbonatno rendzino kot na rastišču z enako zelo plitvo skeletno rendzino:

- do starosti približno 35 let je rast v debelino na obeh rastiščih dokaj izenačena,

- od starosti 35 do 90 let je rast v debelino na rastišču s sprsteninasto plitvo karbonatno rendzino značilno nižja, po tem obdobju naprej pa značilno višja kot na rastišču s sprsteninasto zelo plitvo skeletno rendzino. Bori, ki so imeli večjo raven rasti, so imeli večjo poprečno stopnjo in istočasno tudi večjo regresijo rasti.

8. Dobršen del osebkov starejše populacije črnega bora se je v prvem življenjskem obdobju rasti razvijal v drugačnem okolju kot mlajša populacija. To dokazuje njihov značilno različen potek rasti v višino in debelino. Mlajša populacija je v višino in debelino rastla počasneje od starejše populacije. Rast tistih starejših osebkov črnega bora, ki kažejo v mladosti na zadržanejšje priraščanje v debelino, je dokaj podobna rasti mlajše populacije.

6. RAZPRAVLJANJE O RASTNIH IN RAZVOJNIH ZAKONITOSTIH SESTOJEV ČRNEGA BORA

1. Strokovnih in znanstvenih del, ki bi celovito obravnavala ali bila usmerjena k odkrivanju zakonitosti obnove, rasti in razvoja v preteklosti in sedanjosti, pri nas in drugod ne poznamo.

Primerjave naših ugotovitev z ugotovitvami drugih raziskovalcev bodo zaradi tega le približne. Zlasti še zato, ker je večina njih obravnavala naravne gozdove črnega bora na peridotitskih in serpentinskih rastiščih in manj na dolomitno-apnenčasti podlagi.

Raziskovalci, ki so doslej proučevali zakonitosti obnavljanja sestojev črnega bora (PANOV 1955 : 377, RADOVANOVIĆ 1958: 503-10), PANOV, TERZIĆ 1961:

24, DRINIĆ 1963: 255, BOJADŽIĆ 1969: 150, TOMANIĆ 1975; 13, in drugi) so si edini v spoznanju, da je njihova slaba in pomanjkljiva naravna obnova, eden izmed najbolj perečih dejavnikov pri gospodarjenju z njimi. Najčešči vzrok za tako stanje pripisujejo predvsem dosedanjemu gospodarjenju (TOMANIĆ 1975; 13) in drugim biotskim in abiotskim dejavnikom (BOJADŽIĆ 1969: 150).

Naša raziskava o naravnem obnavljanju teh gozdov v preteklosti podpira te več ali manj splošne ugotovitve navedenih raziskovalcev, hkrati pa osvetljuje problem obnavljanja še z drugega zornega kora; bojazen pred slabšo oziroma pomanjkljivo obnovo prej kot ^{ne}izvira iz okolnosti, da smo do sedaj slabo poznali njihov naravni razvoj. Gozdovi črnega bora so ekosistemi, kjer prihaja do sovpadanja ugodnih bioekoloških dejavnikov, potrebnih za njihovo naravno obnovo, dokaj redko. V našem primeru približno vsakih sto let. Zato ni naključje, da zgledujoč se na obnovo v drugih gozdnih ekosistemih in naše nestrpnosti, prihajamo do prehitrih zaključkov o izostajanju njihove naravne obnove. Sestoji črnega bora niso nastali v enem, temveč v več stoletjih in so po nastanku izrazito skupinsko in posamično raznodobni. Ti naši izsledki, ki jih deloma podpirajo tudi TOMANIĆEVI (1970 : 181), so v nasprotju z izsledki RADOVANOVIĆA (1958: 504), ki meni, da je njihova raznodobnost le navidezna.

Naša nadaljnja proučevanja naravne obnove teh gozdov v daljnji in bližnji preteklosti s pomočjo dendrokronologije, takih raziskav pri nas ni, kažejo na dokajšnjo odvisnost med klimatskimi dejavniki in obnovo sestojev. Obnova je bila pogostejša v času najmanjših vrednosti sončne aktivnosti in večjega priraščanja, to je v bolj vlažnih obdobjih. Da so bila nasprotno obdobja večje sončne aktivnosti in manjšega priraščanja resnično sušna, več ali manj potrjuje pojavljanje požarov v preteklosti; ti v dveh primerih padajo v čas največje sončne aktivnosti oziroma v čas najmanjšega priraščanja. Četudi niso imeli odločilnega vpliva na obnovo sestojev raziskovalnega objekta, pa vendar kažejo, da so v sestojih črnega bora naraven in občasen pojav.

Po človeku nehote povzročeni talni požari v preteklih nekaj desetletjih pa so močno vplivali na obnovo okoliških sestojev. Ti kažejo, da jih moremo ob poprejšnjem poznavanju razvojnih poti vegetacije na požariščih, s pridom izkoristiti pri obnovi in širjenju črnega bora. Na njihov pomen pri širjenju črnega bora je opozoril tudi ANIĆ (1957 : 492).

2. Več pozornosti je bilo posvečeno odkrivanju zakonitosti naravne obnove v sedanosti. Proučevanje sedanje obnove na peridotitskih in serpentinskih rastiščih so pokazala, da so hladne nebesne lege in z njo pogojena večja vlažnost

rastišča eden izmed dejavnikov, ki vplivajo na večjo gostoto vznika črnega bora (BOJADŽIĆ 1969: 164, TOMANIĆ 1975).

Naša raziskava, ki povsem podpira izsledke navedenih avtorjev, kaže celo bolj podrobno, da večja vlažnost, pogojena s hladnejšo nebesno lego ne vpliva samo na večjo gostoto vznika, temveč tudi na gostoto starejšega mladja v celoti.

Talne razmere imajo značilen vpliv le na gostoto vznika.

Navedene naše ugotovitve so našle potrditev tudi v raziskavi dinamike zmanjševanja gostote osebkov po starostnih razredih.

Ta kaže obenem, da je selekcija najmočnejša v fazi vznika in mlajšega mladja ter močnejša na rastišču s plitvo karbonatno rendzino in hladnih mikroreliefnih legah kot na enaki zelo plitvi skeletni rendzini in toplih mikroreliefnih legah. To dokazuje hitrejšo zmanjševanje gostote osebkov in značilne razlike v gostoti vznika in mlajšega mladja v obeh primerjanih rastiščih in legah. S staranjem mladja razlike v gostoti izginejo, kar dokazujejo neznačilne razlike v gostoti pri starejšem mladju.

Vzrok za hitrejšo izločanje osebkov na rastišču z relativno globljimi tlemi in hladnih mikroreliefnih legah moremo najverjetneje pripisati večji konkurenci v koreninskem prostoru ter manj ugodnim svetlobnim razmeram. Te so na rastišču z zelo plitvo skeletno rendzino ugodnejše, konkurenca v koreninskem prostoru pa je zaradi manjše gostote osebkov in zeliščne plasti, manjša.

Četudi je ocena gostote mladja v naši raziskavi resnično le približna, kaže, da je znatno nižja kot v gospodarskih gozdovih; največja pri nas ugotovljena gostota osebkov je približno 3krat manjša od poprečne, ki jo je ugotovil TOMANIĆ (1975: 16) in približno polovico manjša od tiste, ki jo je z zelo velikim vzorcem določil BOJADŽIĆ (1975: 317). Močno pa se približuje gostoti pri naravnem širjenju črnega bora na našem Krasu (ŽGAJNAR 1973: 217), to je v povsem drugačnih ekoloških razmerah.

3. Dokaj verjetno je, da je vlažnost v celotnosti talnih razmer dejavnik, ki vpliva tudi na nadaljnji razvoj mladja. Gošče, ki se pojavljajo mozaično na manjših, do 1 ara velikih površinah, ki so odprte ali pod zastorom starejšega drevja, se zato razvijejo le na relativno globljih tleh. Na plitvejših skeletnih tleh ne prihaja do njihovega nastanka. Tod se razvijejo redke, po starosti, višini in debelini drevesc dokaj raznolike skupinice, brez izrazite večslojnosti. Enaka opažanja navajata tudi ANIĆ (1957: 595) in ŠAFAR (1963: 272), četudi jih naravnost ne pripisujeta večji ali manjši vlažnosti, temveč talnim razmeram v celoti.

Da ima pri tem vlažnost resnično znaten pomen, govori še ena okolnost: pod skupinicami dreves, ki grade danes zgornji sloj gošč, je prišlo pogosteje do novega vznika kot na novih površinah. Srednji in spodnji sloj, ki sta 8 oziroma 16 let mlajša, izhajata iz kasnejših obnovitev. Zato domnevam, da zastor zgornjega sloja gošč učinkuje na vznik in njegovo gostoto podobno kot hladne mikroreliefne lege.

Razvoj gošč pod zastorom matičnega drevja, razvoj srednjega in spodnjega sloja, statistično neznačilni razloški med parametri obeh ekoloških tipov gošč, kažejo še na pomembno biološko lastnost črnega bora, da v mladosti prenaša zasenčenje. Ta ugotovitev več ali manj podpira izsledke in opažanja številnih raziskovalcev (PIŠKORIĆ 1951: 344, PANOV 1953: 378, ANIĆ 1967: 495, ŠAFAR 1963: 158). TOMANIĆ (1968: 158-159), ki je sicer enakega mnenja, pa pravilno opozarja na previdnost pred daljšim zadrževanjem črnega bora pod zastorom, vendar tega časovno ni omejil. Raziskava rasti v višino med zastrtimi in nezastrtimi goščami na našem Krasu (ČEHOVIN 1968: 19-23), kaže celo na znatne razlike med njimi.

Naše ugotovitve sicer kažejo, da na povprečno 30 letna drevesca iz zgornjega sloja gošč še ni opazen zaviralni učinek zasenčenja matičnega sestoja v fazi staranja. Te ugotovitve pa moramo upoštevati z določeno previdnostjo, kajti bolj verjetno je, da je počasnejša začetna rast nekaterih starejših borov, ki so zrastle v povsem normalna drevesa, bolj posledica večje utesnjenosti in močne naravne selekcije, iz katere so izšli le najvitalnejši osebki kot pa zastrtosti v mladosti. Vsekakor pa je določeno zadrževanje rasti črnega bora v mladosti umestno. Drugi naši izsledki kažejo, da so ti naravno selekcionirani bori na relativno globljih tleh s počasnejšo mladostno rastjo, dosegli ob koncu rasti tudi večje višine.

4. Poznano je, da so številni raziskovalci pri nas in drugod, prišli z analizami rasti posamičnih dreves do pomembnih bioloških lastnosti drevesnih vrst. Take raziskave, zlasti rast in priraščanje v debelino nam omogočajo, da ocenimo pogoje za rast v katerih so se razvijali osebki tekom več stoletij.

Pokazalo se je, da so med dejavniki, ki dokaj močno učinkujejo na rast borov v višino in debelino, zlasti pomembni rastišče, neposredno okolje in klima.

Vpliv poslednje omenjenega dejavnika se najboljše odraža na priraščanju črnega bora v debelino. To dokazujejo negativne in značilno negativne korelacijske odvisnosti med cikli z višjimi vrednostmi sončne aktivnosti in manjšega priraščanja in obratno. V času ciklusov z manjšimi vrednostmi sončne aktivnosti

pa pozitivne in značilno pozitivne korelacijske odvisnosti med priraščanjem in sončno aktivnostjo. Podobnih raziskav pri nas ni, obstoje pa številna dela drugod, ki obravnavajo enake odvisnosti pri drugih drevesnih vrstah. Ugotovljeno je, da so odvisnosti med sončno aktivnostjo in priraščanjem dokaj različne, vse zavisi od dejavnika, ki je v minimumu.

Rastišče in neposredno okolje učinkujeta na rast vzajemno in vsak po svoje. Vpliv prvega dejavnika, o katerem govore številna dela (DRINIČ 1963, PAVLIČ 1966, TOMANIČ 1970 in drugi), se odraža posebej na doseženih višinah in premerih dreves. Ne samo trajanje posamičnih rastnih obdobjih ta dejavnik ne učinkuje.

Pokazalo se je, da rast v debelino poteka v izrazitejših ciklikih, medtem ko so ti pri rasti v višino manj izraziti. Dveh kulminacij priraščanja v višino, ki jih navaja TOMANIČ (1970 : 125), naša raziskava ni odkrila v nobenem primeru. Večkratne kulminacije priraščanja v debelino, ki jih omenja tudi imenovani raziskovalec, so pogostejše, še posebej na rodovitnejšem rastišču.

Primerjava rasti in priraščanja borov v višino in debelino z bori na peridotitskih in serpentinskih področjih (TOMANIČ 1970), ni odkrila bistvenih razločkov v trendih rasti in priraščanja. Kaže pa na nekatere različne in zanimive podrobnosti. Časovni interval v katerem prihaja do kulminacije priraščanja v višino je dokaj izenačen. Opaža pa se, da v našem primeru prihaja na manj rodovitnem rastišču nekoliko prej do kulminacije, medtem ko je pri borih na peridotitih in serpentinih prav obratno. Ugotovljene poprečne kot tudi maksimalne višine naših dominantnih borov so nekoliko večje od tistih na peridotitih in serpentinih.

Posebnost, ki ji doslej v literaturi ni bila posvečena večja pozornost, je prenehanje rasti borov v višino. Na prenehanje rasti, ki se konča pri zelo različnih starostih dreves, ne učinkujeta niti rastišče niti poznejša ali zgodnejša kulminacija. Odkrivanje vzrokov, ki učinkujejo na zaključek rasti v višino in za katere domnevam, da so najbrž povsem fiziološke narave, bi bilo treba v bodoče posvetiti večjo pozornost. Pokazalo se je namreč, da so bori s poznejšim zaključkom rasti v višino, dosegli tudi večje višine.

Razen tega je utogovljeno pri naših borih tudi velika variabilnost pri vseh rastnih elementih. Kulminacija priraščanja v debelino na primer, ki je bila ugotovljena za primerjane bore v starosti 20 do 30 let, naša raziskava ni povsem potrdila niti ovrгла prav zaradi velike raznolikosti tega rastnega ele-

menta. Še večjo raznolikost kažeta rast in priraščanje temeljnice. Posledica velike variabilnosti, ki se je na splošno pokazala pri rasti v debelino in že omenjene povezave med priraščanjem v debelino in klimo, je težje in dokaj nezanesljivo tudi razločevanje rastnih obdobj.

Vzrok za močno raznolikost posamičnih rastnih elementov med rastiščema kot tudi znotraj njih, moremo pripisati neposrednemu okolju. Učinkovanje tega dejavnika se posebej zrcali v zelo različnih cikličnih komponentah, ki jih prikazujejo profili dinamike za posamična drevesa.

Primerjave dinamike med skupinami skupaj rastočih dreves, ki glede na svojo starost vsaka za sebe predočuje dejansko manjšo populacijo ter med starejšimi bori v celoti in med mlajšo populacijo borov, pa kažejo tudi na populacijsko raznolikost. Velika individualna in populacijska raznolikost rasti borov na dolomitno-apnenčasti podlagi opozarja na pomembno biološko lastnost črnega bora, ki more bistveno vplivati na gojenje te vrste v bodoče.

5. Mnenja o dosedanjem načinu gojenja te vrste se med seboj dokaj razlikujejo. Medtem ko starejši pisci (SALICETI 1926 in drugi, citirano po TOMANIČU 1970) priporočajo prebiralno gospodarjenje, se mlajši, zlasti nekateri bolgarski pisci (DENEV, GEORGIJEV 1962, NEDJALKOV 1963 in drugi, citirano po TOMANIČU 1970), zavzemajo za oplodno gospodarjenje.

Domači raziskovalci, PANOV, TERZIĆ (1061), RADOVANOVIĆ (1958) in drugi ugotavljajo, da prebiralno gospodarjenje ne ustreza biološkim lastnostim črnega bora. DRINIĆ (1963: 255-257) ugotavlja, da pri gospodarjenju s sestoji črnega bora ne ustreza niti sestojno gospodarjenje na velikih površinah niti klasično prebiranje. Predlaga tako skupinsko prebiranje, ki ima značilnosti skupinsko postopnega gospodarjenja.

Novejša dela (BOJADŽIĆ 1969, TOMANIĆ 1970 : 29-30), odklanjajo prebiranje ter priporočajo takozvano umirjeno sestojno gospodarjenje (TOMANIĆ 1970: 192) z diferenciranim načinom obnove, kjer bi se v začetni fazi uporabile vse oblike sečnje.

Na temelju spoznanj celotnega dela, upoštevajoč zlasti naravni razvoj črnega bora v preteklosti, njegovo dolgo življenjsko dobo, mozaično prepletanje posamičnih faz na manjših površinah, veliko raznolikost v rasti in razvoju posamičnih borov, veliko populacijsko rastno raznolikost moremo ugotoviti, da bi najboljše ustrezal rastišču in njegovim biološkim lastnostim obrat sproščene tehnike gojenja gozdov (MLINŠEK 1968).

Le na tak način bo mogoče trajno zagotoviti obnovo in obstoj sestojev črnega bora, na kar ne nazadnje kažejo tudi dokaj različna mnenja o dosedanjem načinu gospodarjenja s to vrsto.

1755	22	86	10	0	54.5	1822	22	82	12	10	0	54.5	
1756	22	76	12	0	54.5	1823	22	51	17	11	2	50.0	
1757	22	76	14	1	63.5	1824	22	45	16	5	0	77.3	
1758	22	70	10	1	45.5	1825	22	45	12	0	1	54.5	
1759	22	70	13	1	59.1	1826	22	56	4	18	0	41.8	
1760	22	86	14	8	63.5	1827	22	50	13	4	1	59.1	
1761	22	82	14	7	63.5	1828	22	41	18	4	0	81.8	
1762	22	73	13	9	59.1	1829	22	47	18	12	2	54.5	
1763	22	60	18	3	81.4	1830	22	43	15	7	0	68.2	
1764	22	73	6	16	72.7	1831	22	54	6	15	1	77.3	
1765	22	89	5	16	12.7	1832	22	60	6	15	1	68.2	
1766	22	87	13	8	59.1	1833	22	43	10	14	2	45.5	
1767	22	81	16	4	72.7	1834	22	47	16	14	2	46.4	
1768	22	71	15	7	68.2	1835	22	49	19	3	3	45.5	
1769	22	70	14	0	63.5	1836	22	48	9	10	3	54.5	
1770	22	85	8	0	63.5	1837	22	45	12	17	3	54.5	
1771	22	84	16	0	72.7	1838	22	59	17	4	0	77.3	
1772	22	86	12	0	54.5	1839	22	36	14	0	0	63.5	
1773	22	73	15	7	68.2	1840	22	44	4	16	2	72.7	
1774	22	73	14	7	63.5	1841	22	52	4	16	1	72.7	
1775	22	68	14	7	63.5	1842	22	52	4	16	1	00.1	
1776	22	70	10	17	54.5	1843	22	61	15	7	0	68.2	
1777	22	71	12	0	54.5	1844	22	55	15	7	0	68.2	
1778	22	74	14	13	59.1	1845	22	53	12	0	1	54.5	
1779	22	65	15	5	68.2	1846	22	47	11	11	0	50.0	
1780	22	65	14	14	63.5	1847	22	44	17	12	3	54.5	
1781	22	66	12	0	54.5	1848	22	50	15	7	0	48.2	
1782	22	63	14	4	63.5	1849	22	46	15	9	12	0	59.1
1783	22	62	14	0	59.1	1850	22	46	9	12	0	77.3	
1784	22	59	14	4	81.8	1851	22	53	5	17	0	45.5	
1785	22	56	7	13	63.5	1852	22	50	10	10	2	45.5	
1786	22	74	12	13	63.5	1853	22	43	16	5	1	72.7	
1787	22	71	14	4	63.5	1854	22	52	17	15	0	68.2	
1788	22	72	0	13	59.1	1855	22	56	8	12	2	54.5	
1789	22	75	0	13	59.1	1856	22	57	11	11	5	50.0	
1790	22	74	9	13	59.1	1857	22	49	15	7	0	68.2	
1791	22	82	6	14	72.7	1858	22	54	6	15	1	48.2	
1792	22	82	9	12	59.1	1859	22	50	12	9	1	54.5	
1793	22	86	12	0	72.7	1860	22	50	12	9	1	63.4	
1794	22	73	16	1	63.5	1861	22	51	14	7	4	72.7	
1795	22	82	14	0	63.5	1862	22	56	14	4	3	51.1	
1796	22	80	12	0	77.3	1863	22	57	10	11	1	54.5	
1797	22	76	17	0	77.3	1864	22	53	15	0	0	63.5	
1798	22	73	14	0	63.5	1865	22	43	15	0	0	77.3	
1799	22	73	14	1	72.7	1866	22	45	4	18	2	59.1	
1800	22	75	11	2	63.5	1867	22	40	7	12	2	48.2	
1801	22	74	13	9	68.2	1868	22	35	15	7	0	72.7	
1802	22	65	15	6	54.5	1869	22	39	16	5	1	77.3	
1803	22	84	3	18	63.5	1870	22	51	3	18	1	41.4	
1804	22	83	3	12	54.5	1871	22	52	10	12	0	54.5	
1805	22	76	17	5	77.3	1872	22	52	19	0	0	54.5	
1806	22	67	17	5	77.3	1873	22	52	19	0	0	86.4	
1807	22	48	22	0	100.0	1874	22	31	16	3	0	99.9	
1808	22	45	13	7	59.1	1875	22	31	16	3	0	99.9	
1809	22	51	17	2	64.2	1876	22	45	4	15	1	68.2	
1810	22	57	8	12	63.5	1877	22	40	10	12	0	54.5	
1811	22	61	15	0	64.2	1878	22	40	15	6	1	48.2	
1812	22	61	10	12	0	1879	22	44	10	12	0	54.5	
1813	22	64	16	0	72.7	1880	22	35	17	15	0	77.3	
1814	22	64	17	1	63.5	1881	22	30	6	16	0	72.7	
1815	22	66	12	7	54.5	1882	22	54	5	17	0	77.3	
1816	22	66	15	6	68.2	1883	22	63	4	18	0	00.0	
1817	22	66	12	0	63.5	1884	22	68	8	13	1	69.1	
1818	22	61	15	0	68.2	1885	22	68	8	13	1	77.3	
1819	22	65	15	4	68.2	1886	22	68	10	16	2	45.5	
1820	22	61	13	2	59.1	1887	22	57	12	7	3	54.5	
1821	22	60	13	0	48.4	1888	22	77	12	10	0	54.5	

1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
54.5	50.0	77.3	99.0	72.7	54.5	68.2	64.2	95.5	59.1	81.4	99.9	99.9	95.0	50.0	68.2	63.6	59.1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	11	17	16	19	12	13	15	13	12	14	13	15	11	14	13	13	13
73	68	49	41	37	51	54	60	88	90	103	105	88	79	63	65	59	53
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
73	68	49	41	37	51	54	60	88	90	103	105	88	79	63	65	59	53
12	11	17	16	19	12	13	15	13	12	14	13	15	11	14	13	13	13
73	68	49	41	37	51	54	60	88	90	103	105	88	79	63	65	59	53
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924
59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942
59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22

TABELA POPAZDELITVE ZHARILIVIM LETNIC
 PO TREMNJ RASII I I PO STOPNJA IVEGANJA

RASTIŠE AR		KRMİ BOR		SVAHIKO	
TREMN	0.1 %	TREMN	0.1 %	TREMN	0.1 %
N	%	N	%	N	%
277	4.2	459	6.8	747	11.3
265	4.0	472	7.1	667	10.1
542	8.2	922	13.9	1414	21.3
277	4.2	459	6.8	747	11.3
265	4.0	472	7.1	667	10.1
542	8.2	922	13.9	1414	21.3

REGENERATION, GROWTH AND DEVELOPMENT OF NATURAL STANDS OF
AUSTRIAN PINE (Pinus nigra Arnold) ON DOLOMITE-LIMESTONE SITES
OF WESTERN BOSNIA

S u m m a r y

Introduction and Research Problem

Austrian Pine has naturally spread to its autochthonous sites as well as to more mesophytic broadleaf tree species sites, to which it spread following larger fires or other natural calamities. It was also artificially spread by man. The afforestation of drier sites with this species represents one of the major successes of foresters. Despite rather extensive knowledge of this species, a better understanding of its life cycle and development needs to be gained. This should help in its further spreading and the further enrichment of hardwood sites /stands/ with this species. Very little attention has been paid to this question to date. Therefore the intentions of this study are twofold:

1. To study the natural regeneration of autochthonous Austrian Pine stands,
2. To study the laws of growth in individual periods of its life cycle and development.

Research Site

The research site was chosen in the Bugojno-Kupres area in Western Bosnia. This area contains relatively old stands which are of interest because they have not been influenced by man /either with silvicultural or other measures/ to any larger extent. It lies in a region where the influences of the continental and mediterranean climates meet, on the steep slopes of the Duboka

gorge at an altitude of 730 to 950 meters above sea level. The geological-petrographical base is middle-triassic dolomites with limestone inclusions, on which soils of rendzina type developed. With respect to stand-development stages, the stage of decay is prevailing. It was estimated that this stage covers 80 to 90 percent of the area, with the initial and optimal stages covering 1 and 10-20 percent respectively. The stands are unevenaged and have a steplike structure. The standing stock varies between 340 and 460 m³ per hectare, with a tree density between 150 and 240 trees per hectare.

Research Methods

The study was based on random selection and felling of 31 Austrian Pine trees whose ages ranged from 150 to 384 years. The trees were taken from two dominant sites. Stem analysis was carried out on these trees and the ages of 28 additional stumps were determined. In addition, the special pattern of all 59 trees was mapped. This was used to determine the temporal and special course of regeneration as well as growth of the old pine population.

Regeneration, development and growth of the younger pine population was also studied. The density of young-growth was determined on randomly selected plots with respect to microrelief positions (warm-cool sites) and the two dominant sites. In addition, density, age, height, diameter and form was determined for individuals in thickets. Fourteen smaller thicket plots were chosen in open areas as well as under cover of older trees.

The relationship between general climatic conditions and regeneration periods of both younger and older pine populations was determined using dendrochronological analysis of 30 trees and its comparison with mean growth curves, sun spot numbers and pine seed germination. Forest fires and their influence on stand

regeneration were determined on the basis of characteristic tree ring injuries.

The comparison of height and diameter growth between the two dominant sites and also between the young and old tree populations was done using two way analysis of variance techniques.

CONCLUSIONS

1. Microrelief has a great influence on the density of natural Austrian pine regeneration. Density of germination is significantly greater in cool microrelief localities than in warm ones. Site influences the density of germination but not the density of older young-growth. The density of germination on shallow calcareous rendzina sites is significantly greater than on sites with similar but very shallow skeleton soils.
2. Regeneration of Austrian pine forests does not occur in spurts but is rather gradual. Regeneration on larger areas occurs over longer time intervals, in our case approximately every 100 years. Partial regeneration is more common and a rather regular occurrence.
3. Austrian pine thickets appear and develop in smaller openings as well as under cover of older trees only on sites with shallow calcareous mull rendzina soils. Thickets do not appear on similar sites with very shallow skeleton soils. Thickets consist of three layers of different ages: As a rule, the upper layer consists of the oldest individuals while the middle and lower layers are considerably younger and originate from later regeneration periods. Thickets develop rather uniformly whether in smaller openings or under cover of older trees. There is no significant difference between their average heights, diameters and form. Thus Austrian pine of this region tolerates shadowing by older trees rather well in its early years.

4. Climate strongly influences natural Austrian pine regeneration. In general, periods of strong solar activity and lower increments are dryer and less favourable for the regeneration of these forests and vice versa. Thus regeneration was more frequent in periods of lower solar activity and greater increment growth.

Solar activity greatly influences Austrian pine tree growth: There is an asynchronous relationship between higher values of solar activity and increment growth of Austrian pine and a synchronous one between periods of lower solar activity and increment growth.

5. Forest fires, which were dated by means of tree ring injury analysis in older trees, coincide with the periods of highest solar activity and lowest increment growth. They did not significantly influence the regeneration of stands on the research plots. Forest fires caused unintentionally by man in the recent past have greatly influenced regeneration in surrounding Austrian pine stands. With consideration given to prior knowledge of vegetation development, controlled burning could be an important factor in the regeneration of these forests.

6. Height growth of Austrian pine can be divided into three periods which do not vary significantly in duration between sites with shallow and very shallow rendzina:

- Early period of slow growth, which is rather short, lasting 6-17 years,
- Period of rapid growth, lasting from 48 to 55 years. The height growth reaches its maximum in the early part of this period, when the trees are 31-34 years old.
- Period of senescent height growth, which is the longest. It varies from tree to tree and lasts from 63 to more than 200 years.

Site does not decisively influence either the time of maximum height growth or the time of its culmination. However it strongly influences final heights attained.

- Pine trees growing on sites with shallow calcareous mull rendzina reached greater heights in all growth periods and thus a higher level of growth and a higher average growth rate with a significantly greater recession than pine trees on sites with similar, very shallow skeleton rendzina.

Height growth is also strongly influenced by the immediate surroundings of individual trees and other unknown factors. This is indicated by comparisons of height growth within sites:

- On sites with shallow calcareous mull rendzina the higher trees in the end started out with lower growth rates than the finally lower trees. These rates then accelerate such that by the end of the period of rapid growth the higher trees have outgrown the lower trees. As a result the higher trees have a higher average growth rate with a significantly greater acceleration of growth rate.

- Higher trees on sites with very shallow skeleton rendzina were significantly higher in all height growth periods. They had a higher average rate of growth with a significant recession of height growth. Trees whose height growth ended later attained greater heights.

7. Diameter increment growth of Austrian pine is greatly influenced by climate, site and immediate surroundings. Thus the determination of growth periods is more difficult and rather unreliable. The diameter increment growth of Austrian pines from sites with shallow calcareous mull rendzina was greater than that of sites with similar very shallow rendzina:

- Diameter growth is almost equal up to approximately 35 years,
- Between the ages of 35 and 90 years, diameter growth is significantly lower on sites with shallow calcareous mull rendzina rich in organic matter. Thereafter it is significantly greater than the growth of trees on sites with similar, very shallow rendzina. Trees with a higher growth level had a greater average rate of growth and also a greater growth recession.

8. A great deal of the trees belonging to the older population had their early growth and development in an environment different from that of the younger population. This is shown by their significantly different course of height and diameter growth. The younger generation grew at a slower rate in both height and diameter than did the older one. Older Austrian pine trees which showed more moderate growth in their early period rather closely resemble the growth of the younger generation.

L I T E R A T U R A :

- ANIĆ, M., (1957): Crni bor u sjevernom Velebitu. Glasnik za šumske pokuse 13: 461-505, Zagreb.
- ASHBY, W.C., FRITTS, H.C., (1972): Tree Growth, Air Pollution, and Climate Near La Porte, Ind. Bulletin of the American Meteorological Society, 53, 3: 246-251.
- BITVINSKAS, T.T., (1974): Dendroklimateškijske isledovanija. Leningrad.
- BLEJEC, M., (1969): Statistične metode v gozdarstvu in lesarstvu. Ljubljana.
- BLEJEC, M., (1972): Kompleksna analiza variance za socialno-ekonomske pojave. Inštitut za ekonomska raziskovanja. Ljubljana.
- BLEJEC, M., (1973): Statistične metode za ekonomiste. Univerza v Ljubljani. Druga predelana in razširjena izdaja. Ljubljana
- BOJADŽIĆ, N., (1969): Prirodno obnavljanje čistih sastojina crnog bora u gospodarskoj edinici "Turija". Magistrsko delo.
- BORMANN, F.N., (1965): Changes in the Growth Pattern of White Pine Trees Undergoing Suppression. Ecology 46, 3: 269-277.
- BROWN, A.A., DAVIS, K.P., (1973): Forest Fire Control and Use. Mc Graw-Hill Series in Forest Resources, ed.2.
- CEDILNIK, A., (1976): Rastne funkcije, ms.
- ČEHOVIN, S., (1968): Razvoj in morfološke značilnosti mladostnih razvojnih faz črnega bora na Krasu. Strokovni izdelek, Ljubljana, ms.
- ČIRIĆ, M., (1965): Zemljišta u šumama crnog bora u Bosni i njihova proizvodna vrijednost. Narodni šumar 11-12: 390-396. Sarajevo.
- DELORME, A., (1972): Dendrochronologische Untersuchungen an Eichen des südlichen Weser- und Leineberglandes. Diss., Göttingen.
- DELORME, A., (1973): Über die Bildung von Jahrringbreitenmittelkurven als Grundlage für dendrochronologische Datierung. Forstwiss. Cbl. 92, 6: 335-342.
- DRINIĆ, P., (1963): Taksacione osnove za gazdovanje šumama crnog bora u Bosni. Disertacija. Radovi šumarskog fakulteta u Sarajevu, 8: 149-298, Sarajevo.
- ECKSTEIN, D., (1969): Entwicklung und Anwendung der Dendrochronologie zur Alterbestimmung der Siedlung Halthabu. Diss., Hamburg.
- ECKSTEIN, D., BAUCH, J., (1969): Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Sicherheit. Forstwiss. Cbl. 88, 4: 230-250.
- FRITTS, H.C., (1965): Tree-ring Evidence for Climatic Changes in Western North America. Monthly Weather Review, 93, 421-443.
- FRITTS, H.C., (1971): Dendroclimatology and Dendroecology. Quaternary Research, 1, 4: 419-449.
- FRITTS, H.C., SMITH, D.G., STOKES, M.A., (1965 a): The Biological Model for Paleoclimatic Interpretation of Mesa Verde Tree-ring Series. American Antiquity, 31, 2, 2: 101-121.
- FRITTS, H.C., et al., (1965 b): The Variability of Ring Characteristic Within Trees as Shown by a Reanalysis of Four Ponderosa Pine. Tree-Ring Bull., 27, 1-2: 3-18.
- FRITTS, H.C., SMITH, D.G., CARDIS, J.W., BUDELSKY, C.A., (1965 c): Tree-ring Characteristics Along Vegetation Gradient in Northern Arizona. Ecology, 46, 4: 393-401.
- FUKAREK, P., (1958): Beitrag zur Kenntnis der systematischen Stellung, Gliederung und der rezenten Verbreitung der Schwarzkiefer. Arb.Fak.Landw.Forstwesens Sarajevo, 3/3: 3-92, Sarajevo.
- FUKAREK, P., (1970): Južnoevropske prašume i visokoplaninska flora i vegetacija istočno-alpsko-dinarskog prostora. Posebno izdanje Akad.nauka i umj.BiH, 15: 173-262, Sarajevo.
- FUKAREK, P., (1971): Šume borova na jugoslavenskom kršu. Simpozij o zaštiti prirode u našem kršu. s.145-162, Zagreb.
- GRILC, J., (1971): Waldbauliche Untersuchungen in Fichten-Dickungen an der Nordabdachung der Schweizer Alpen. Prom.Nr. 4659, Bühler Buchdruck, Zürich.
- HAŠEK, J., (1972): Die Sonnenaktivität und kritische Perioden in Wachstum der Fichte und Tanne. Acta Universitatis Agriculturae (Brno), Series C, (Facultas silviculturae), 41, 3-4: 295-311.
- HORVAT, I., (1956): Zanimljiv nalaz samonikle borove šume pod Obručem. Biol.glas.Hrvat.prirodosl.društva 9: 43-47, Zagreb.

- HORVAT, I., (1958): Prilog poznavanju borovih i smrekovih šuma Male Kapele. Šumarski list, 82: 225-250, Zagreb.
- HORVAT, I., (1959): Sistematski odnosi termofilnih hrastovih i borovih šuma Jugoistočne Evrope. Biol.glas.12: 1-40, Zagreb.
- HORVAT, I., (1962): Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Prirodosl.istraživanja, knjiga 30, Acta biologica 2: 112, Zagreb.
- JOVANOVIČ, S., (1955): O najvažnijem ekološkom činiocu za crni bor na Zlatiboru. Šumarstvo, 7-8: 508-510, Beograd.
- LEIBUNDGUT, H., (1959): Über Zweck und Methodik der Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw., 3: 111-124.
- LEIBUNDGUT, H., (1966): Die Waldpflege. Verlag Paul Haupt. Bern.
- LOVELIUS, N.V., (1972): Kolebanja prirasta drevesnih rastenij v 11-letnem ciklu solnečnoj aktivnosti. Bot.ž., 57, 1: 64-68.
- Mc BRIDE, J.R., LAVEN, R.D., (1976): Scars As an Indicator of Fire Frequency in the San Bernardino Mountains, California. Jour.of Forestry, 74.7: 439-442.
- MIROV, N.T., (1967): The Genus Pinus, New York.
- MLINŠEK, D., (1968): Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. Ljubljana.
- PANOV, A., (1955): Šume crnog bora i problem njihove obnove. Narod.šum.9, 0-10: 368-389, Sarajevo.
- PANOV, A., TERZIĆ, D., (1961): Osiguranje nove sastojine crnog bora preduslov je i za racionalno korišćenje stare sastojine. Narod.šum. 1-2: 19-30, Sarajevo.
- PANOV, A., (1959): Obezbedjenje opstanka i razvitka podmladka crnog bora u šumama NR BiH. Narod. šum. 5-6: Sarajevo.
- PAVLIĆ, J., (1966): Prirast stabla u zavisnosti od veličine krošnje i od njegovog položaja u sastojini. Disertacija. Radovi šum.fak.Sarajevo, 10, 4: 81-82, Sarajevo.
- PIŠKORIĆ, O., (1951): O crnom boru i borovini. Narod.šum., 11-12: 344-348, Sarajevo.
- RADOVANOVIĆ, Ž., (1958): Obnova sastojina crnog bora o području "Donja Krivaja". Narod.šum.12, 7-9: 503-510, Sarajevo.
- RITTER-STUDNIČKA, H., (1956): Flora i vegetacija na dolomitima Bosne i Hercegovine. Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu, 9, 1-2: 73-117, Sarajevo.
- RITTER-STUDNIČKA, H., (1967): Reliktgesellschaften auf Dolomittböden in Bosnien und der Herzegovina. Vegetatio, 15,3: 190-212.
- SCHÜTZ, J.P., (1969): Etude des phenomenes de la croissance en hauteur et en diametre du sapin (Abies alba Mill.) et de l'epicea (Picea abies Karst.) dans deux peuplements jardines et une foret vierge. Diss. Zürich.
- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G., (1967): Statistical methods, Yowa.
- STEFANOVIĆ, V., (1958): Zajednica bijelog bora (Pinetum silvestris dinaricum prov.) i neke njene karakteristike na području zapadne Bosne. Polj.šum.fak., Radovi 3, Sarajevo.
- STEFANOVIĆ, V., (1960): Tipovi šuma bijelog bora na području krečnjaka istočne Bosne. Naučno društvo NR BiH, knj.4, Sarajevo.
- STEFANOVIĆ, V., (1969): Borove šume na dolomitu zapadne Bosne bugojanskokupreškog područja, šum.1.93, 36-49, Zagreb.
- ŠAFAR, J., (1963): Uzgajanje šuma, Zagreb.
- THOMASIIUS, H., (1962): Untersuchungen über systematische Fehler bei der Ermittlung des Höhenwachstums und Höhenzuwachses von Einzelbäumen. Archiv.f.Forstwes., 11,2: 137-167.
- TOMANIĆ, L., (1970): Struktura, razvitak i produktivnost prirodnih sastojina crnog bora na Kopaoniku, Disertacija, Beograd.
- TOMANIĆ, L., (1975): Istraživanje problema obnavljanja šuma crnog bora na Goču. Šumarstvo, 11-12: 13-22, Bg.
- TOMAŽIČ, G., (1940): Asocijacije borovih gozdov v Sloveniji. Bazilinski borovi gozdi. Razprave matem.-prir. razreda Akad.znanosti in umetnosti v Ljubljani 1: 77-120, Ljubljana.
- VIDAKOVIĆ, M., (1955): Značenje anatomske grade iglica kot svojta crnog bora u Jugoslaviji. Šum.1., 7-8, Zagreb.
- VIDAKOVIĆ, M., (1957): Oblici crnog bora u Jugoslaviji na temelju anatomije iglica. Glas.za šum.pokuse 13: 111-240, Zagreb.
- ŽGAJNAR, A., (1973): Širjenje črnega bora (Pinus nigra var.austriaca Arnold) na Krasu. Zb.gozdarstva in lesarstva, 11, 2: 199-234, Ljubljana.
- WAGENER, W.W., (1961): Past Fire Incidence in Sierra Nevada Forests. Jour.of Forestry, 59, 10: 739-748.