

GDK 174.7 *Abies alba* Mill. : 561.24 : 48 : (497.12 * 05 / 06)

Prispelo / Arrived: 13. 1. 1997

Sprejeto / Accepted: 20. 2. 1997

PRIRASTNA DEPRESIJA PRI JELKI V DINARSKEM FITOGEOGRAFSKEM OBMOČJU MED LETI 1960 IN 1995

Tom LEVANIČ*

Izvleček

V Dinarskem fitogeografskem območju smo na 6 raziskovalnih objektih preučili pojav prirastne depresije pri jelki v obdobju 1960-1995. Vzorčili smo v transektih dolžine 400-600 m. Skupaj smo analizirali 365 jelk različnih stopenj prizadetosti. Ugotovili smo, da se je prirastna depresija začela leta 1960 in da je prirastek upadal do leta 1986, nato pa se je začel povečevati. Povečevanje širine branike in pozitiven odziv jelke na izboljšanje ravnih pogojev sta močno odvisna od ravnosti dreves. Tako so se na izboljšanje najbolj odzvale navidezno neprizadete jelke, medtem ko pri prizadetih jelkah izrazitega izboljšanja ni. Pri močno prizadetih jelkah pa se propadanje nadaljuje. Izkazalo se je, da so najbolj prizadeti tisti objekti, ki ležijo bližje urbanih središč, in manj tisti, ki so od njih bolj oddaljeni.

Ključne besede: *Abies alba*, jelka, dendrokronologija, Slovenija, dinarsko fitogeografsko območje, propadanje gozda, onesnaževanje

GROWTH DEPRESSION OF THE SILVER FIR (*Abies alba* Mill.) IN THE DINARIC PHYTOGEOGRAPHIC REGION BETWEEN 1960 - 1995

Abstract

Six research plots in Dinaric phytogeographic region were chosen to enable the analysis of the growth depression of the silver fir (*Abies alba* Mill.) from 1960-1995. Sampling was done in 400-600 m long transects. Altogether 365 trees of various health condition were analysed. It was established that growth depression started in year 1960 and reached its lowest point in 1986. Thereafter the increment slowly started to increase. Increment increase and positive reaction of silver fir strongly depend on individual silver fir vitality. The unaffected silver firs have positively reacted with increment increase, while heavily affected continue with increment decline showing no improvement at all. Intermediately affected silver firs have evidenced only moderate increment recovery. It was also observed that the research objects in the vicinity of urban centers (Ravnik, Javornik and Mokrec) exhibited higher increment decrease than the distant ones (Glažuta, Mašun and Škocjan).

Key words: *Abies alba*, silver fir, dendrochronology, Slovenia, Dinaric phytogeographic region, forest decline, pollution

* Asist., dr., dipl. inž. gozd., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

KAZALO

1	UVOD / INTRODUCTION	139
1.1	CILJ RAZISKAVE / <i>RESEARCH OBJECTIVES</i>	140
2	OBJEKT RAZISKAVE / RESEARCH OBJECT	140
2.1	RAZISKOVALNE PLOSKVE / <i>RESEARCH PLOTS</i>	140
3	MATERIAL IN METODA / MATERIAL AND METHOD	143
3.1	TESTNA DREVESA / <i>TEST TREES</i>	143
3.2	ODVZEM VZORCEV / <i>SAMPLING</i>	144
3.3	LABORATORIJSKA PRIPRAVA VZORCEV ZA MERITVE / LABORATORY PREPARATION OF SAMPLES AND MEASUREMENT.....	144
3.4	RAČUNALNIŠKA OBDELAVA VZORCEV / <i>COMPUTER PROCESSING</i> OF SAMPLES.....	144
4	REZULTATI / RESULTS	145
4.1	DENDROKRONOLOŠKA PRIMERJAVA LOKALNIH KRONOLOGIJ RAZLIČNO PRIZADETIH JELK / <i>DENDROCHRONOLOGICAL</i> <i>COMPARISON AS TO LOCAL CHRONOLOGIES OF DIFFERENTLY</i> <i>AFFECTED SILVER FIRS</i>	145
4.2	PRIMERJAVA LOKALNIH KRONOLOGIJ RAZLIČNO PRIZADETIH DREVES PO PLOSKVAH / <i>A COMPARISON OF LOCAL</i> <i>CHRONOLOGIES OF DIFFERENTLY AFFECTED SILVER FIRS BY</i> <i>RESEARCH PLOTS</i>	149
4.3	PRIMERJAVA MED LOKALNIMI KRONOLOGIJAMI RAZLIČNO PRIZADETIH JELK / <i>A COMPARISON OF LOCAL CHRONOLOGIES OF</i> <i>DIFFERENTLY AFFECTED SILVER FIRS</i>	154
5	RAZPRAVA / DISCUSSION	157
6	POVZETEK	159
7	SUMMARY	160
8	VIRI / REFERENCES	162
9	ZAHVALA / ACKNOWLEDGEMENTS	164

1 UVOD

Jelka (*Abies alba* Mill.) je v Sloveniji ena najpomembnejših drevesnih vrst. Njeno naravno rastišče so jelovo-bukovi gozdovi dinarskega fitogeografskega območja, kjer skupaj z bukvijo (*Fagus sylvatica* L.) in smreko (*Picea abies* Karst.) oblikuje naravne, visokodonosne gozdove.

V zadnjem stoletju poročajo, da se v jelovih sestojih opazno zmanjšuje vitalnost jelk. Tako Kordiš (1993) piše, da so načrtovalci pri reviziji načrta za gospodarsko enoto Idrija I. za obdobje 1910-1919 opazili "omembe vreden pojav hiranja in sušenja starejših jelovih dreves". Tudi v gozdnogospodarskem načrtu za gospodarsko enoto Ravnik prvi povojni načrtovalci v letih 1945-1955 opažajo večji obseg sušenja jelke v enoti (KERMAVNAR 1992).

Obdobje občasnega spremljanja propadanja gozdov se konča leta 1960, ko se prične sistematično spremljati poškodovanost gozdov v okviru rednega gozdnogospodarskega načrtovanja in s spremljanjem t.i. imisijske klasike (= ožigi listov v bližini hujših polutantov)(BOGATAJ, osebna komunikacija). Največjo pozornost raziskovalcev pa v tem obdobju zbuja predvsem propadanje jelke (BRINAR 1964, MLINŠEK 1964). Mlinšek leta 1964 objavi prvo uradno statistiko propadanja jelke v Sloveniji in med drugim zaključí, da je potrebno iskati vzroke za sušenje jelke predvsem v neustreznih rastiščih in nepravilnem gojenju jelke.

Leta 1986 Šolar (ŠOLAR 1986) na podlagi velikoprostorske nacionalne inventure iz leta 1985 ugotovi, da je kar 100.000 ha gozdov poškodovanih. Uvedba sistematičnega velikoprostorskega spremljanja stanja gozdov je omogočila dober vpogled v dejansko stanje slovenskega gozda, hkrati pa se je zabrisala preglednost zdravstvenega stanja posameznih drevesnih vrst. Tako je npr. delež jelke, zajete v 4x4 km mreži, le 6,72%, čeprav je njen dejanski delež bistveno višji (LEVANIČ 1990). Imamo torej dober pregled nad celoto in slab nad podrobnostjo. Istega leta Torelli ugotavlja (TORELLI *et al.* 1986), da je upad prirastka pri jelki tesno povezan z mikrorastiščnimi dejavniki, med katerimi izpostavlja skalovitost in oddaljenost od gozdnih prometnic.

Zato smo se v naši študiji odločili, da bomo preučili droben detajl iz obširne problematike propadanja gozda, in sicer pojav izrazite prirastne depresije pri jelki med leti 1960 in 1995 v dinarskem fitogeografskem območju.

1.1 CILJ RAZISKAVE

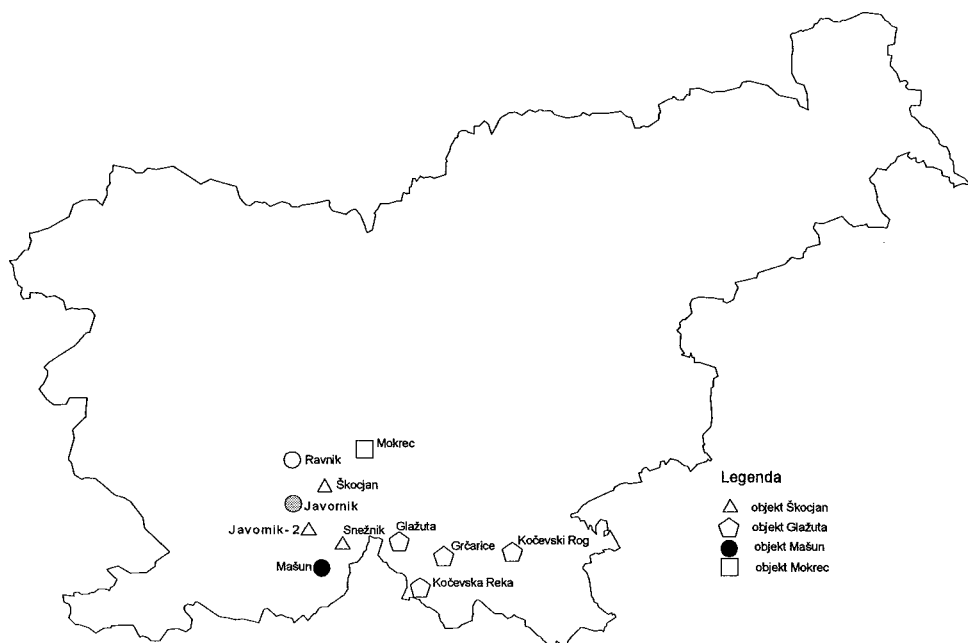
Cilj raziskave je bil preučiti prirastni odziv različno prizadetih jelk v dinarskem fitogeografskem območju v obdobju 1960 - 1995. Raziskava je bila zastavljena tako, da so bile mogoče primerjave med različno prizadetimi drevesi znotraj raziskovalnega objekta in med objekti. Želeli smo preučiti predvsem:

- začetek in konec depresije,
- trajanje in njeno najnižjo točko,
- kakšne so razlike med rastišči in skupinami različno prizadetih dreves in
- poiskati možne razlage za ponoven vzpon prirastka v sredini osemdesetih let.

2 OBJEKT RAZISKAVE

2.1 RAZISKOVALNE PLOSKVE

Dendrokronološke raziskave jelke smo opravili v dinarskem fitogeografskem območju, ki se razprostira južno od Ljubljane v trikotniku Ljubljana - Postojna - Ilirska Bistrica in Ljubljana - Ribnica - Kočevje - Novo mesto. Delno ali v celoti ga pokrivajo tri območne enote Zavoda za gozdove Slovenije - OE Ljubljana, OE Kočevje in Postojna in se med seboj glede na zgodovino gospodarjenja z dinarskim jelovo-bukovim gozdom precej razlikujejo. Na sliki 1 so v karti Slovenije vrisane vse raziskovalne ploskve. Ploskve smo po geografski pripadnosti združili v skupine in jih v vseh nadaljnjih analizah obravnavali skupaj. Ploskve Ravnik, Mokrec in Javornik obravnavamo vsako posebej.



Slika 1: Lokacija raziskovalnih ploskev. Z različnimi geometrijskimi liki so označene ploskve, ki smo jih v nadaljnjih obdelavah obravnavali kot eno skupino. Neobarvani krogi so samostojni raziskovalni objekti.

Picture 1: Location of the research plots. Research plots which were analyzed together on the basis of geographic similarity are marked with different figures. Blank figures are independent research plots.

Po geološko-petrografskih značilnostih so preučevane ploskve razmeroma homogene. Na vseh prevladuje apnenčasta matična podlaga z različno globokimi rjavimi tlemi. Sintaksonomsko sodijo vsi obravnavani sestoji v asociacijo Abieti-Fagetum dinaricum, ki se naprej deli v številne subasociacije. Preglednica 1 podaja osnovne podatke o raziskovalnih ploskvah.

Preglednica 1: Osnovni podatki o raziskovalnih ploskvah.

Table 1: Basic data about the sample plots.

Ime projekta <i>Name of research object</i>	Št. ploskev <i>No. of plots</i>	Št. dreves <i>No. of trees</i>	GG <i>Forest enterprise</i>	GGE <i>Forest district</i>	Odd Odsek <i>Forest management unit</i>	Azimet (v °) <i>Exposition</i>	Dolžina transeкта <i>Length of the transect</i>
RAVNIK	1	40		Ravnik	13,14,17,18,19,20,21,22,24,25,26,28 in 29	Transekt dolžine 7,5 km <i>(Transects length of 7,5 km)</i>	
JAVORNIK	1	16	Postojna	Javornik	7a	175°	350 m
MOKREC	4	13	Ljubljana	Mokrec	38	200°	270 m
		13		Mokrec	44	krožen transekt <i>(circular transect)</i>	
		13		Mokrec	33	170°	400 m
MAŠUN	6	15	Postojna	Mašun	17b	240°	200 m
		15		Mašun	17b	30°	400 m
		15		Mašun	15d,e	330°	600 m
		15		Mašun	16b	315°	850 m
		15		Mašun	6e	360°	80 m
		15		Mašun	6e	60°	350 m
		15		Mašun	5d	305°	500 m
		15		Mašun	3b	205°	400 m
GLAŽUTA	2	15	Kočevje	Glažuta	123	20°	600 m
		15		Glažuta	107	230°	400 m
	2	15		Grčarice	160	290°	300 m
		15		Grčarice	154	325°	500 m
	2	15		Ravne	6+8	100°	650 m
		15		Gotenica	91	120°	600 m
	2	15		Rog	20b	180°	550 m
		15		Rog	53a	155°	700 m
ŠKOCJAN	4	15	Postojna	Javornik	23	180°	800-850 m
		15		Javornik	45	krožen transekt <i>(circular transect)</i>	
		15		Snežnik	12b+2b	160°	900 m
		15		Škocjan	3h	krožen transekt <i>(circular transect)</i>	

3 MATERIAL IN METODA

3.1 TESTNA DREVESA

V raziskavo smo vključili odrasla jelova drevesa s primerljivim cenotskim statusom (vladajoča ali sovladajoča po Kraftu) iz sestojev v fazi debeljaka. Vsa drevesa so bila brez vidnih mehanskih poškodb na deblu. Posebej smo zabeležili pojav epikormskih vej (sekundarna krošnja). V analizi smo upoštevali drevesa vseh stopenj osutosti, razen sušic. Prizadetost vseh dreves smo ocenili vizualno po modificirani Bosshardovi lestvici (BOSSHARD 1986). Glede na stopnjo prizadetosti smo vsa drevesa razdelili v tri skupine (preglednica 2).

Da bi bil vzorec v okviru ploskve čimbolj reprezentativen, smo vzorčili v transektih. Na vsakih 20-25 m smo izbrali drevo, najbližje transektu. Drevo smo izbrali, če je ustrezalo omenjenim kriterijem. Dolžina transekta je bila med 400 in 600 m.

Preglednica 2: Modificirana Bosshardova lestvica za ocenjevanje zdravstvenega stanja dreves.

Table 2: *Slightly modified Bosshard's scale for visual assesment of health condition.*

Ocena Score	Opis ocene Description
1	Navidezno zdravo drevo, osutost krošnje do 25% <i>Visually healthy tree, needle loss below 25%</i>
2	Intermediarno drevo, osutost krošnje 26-75% <i>Intermediate tree, needle loss between 26% and 75%</i>
3	Močno prizadeto drevo, osutost krošnje nad 75% <i>Heavily affected tree, needle loss greater than or equal to 75%</i>
4	Sušica (ni upoštevana v raziskavi) <i>Dead tree (not included into research)</i>

Poleg zdravstvenega stanja in cenotskega statusa smo drevesom ocenili še utesnjenost krošnje po četrtinah in izmerili premer. Pri ocenjevanju utesnjenosti krošnje smo upoštevali tudi morebitne sveže panje v bližini analiziranih dreves.

Pojav takih panjev smo zabeležili in približno ocenili njihovo starost. Pojav panjev v bližini dreves nam je pomagal pojasniti morebitna močnejša nihanja prirastka v zadnjih 10-30 letih.

3.2 ODVZEM VZORCEV

Izvrteke, debeline 5 mm, smo odvzeli v prsni višini drevesa (1.30 m) s prirastoslovnim svedrom znamke SUUNTO, dolžine 350 in 400 mm in zunanjim premerom 12 mm. Vrtali smo vedno do stržena, z dveh nasprotnih strani, vzporedno s padnico.

Vzorec smo takoj po odvzemu zalepili v lesen nosilec z utorom, opremili s 15 mestno šifro in shranili. Na nekaterih raziskovalnih ploskvah smo imeli možnost dobiti kolute. Kolute debeline 5-7 cm smo vzeli na višini 5,10 m ali 4,10 m, jih opremili s šiframi in shranili.

3.3 LABORATORIJSKA PRIPRAVA VZORCEV ZA MERITVE

Na terenu odvzete in v lesene nosilce zalepljene izvrtke smo pred nadaljnjimi obdelavami posušili do zračne suhosti. Posušene izvrtke smo površinsko obdelali z ročnim vibracijskim brusilnikom in brusnimi papirji granulacije P180, P400 in P800.

Površinsko osušene kolute je bilo potrebno najprej grobo izravnati s tračno žago in poravnati s poravnalnikom. Površine za meritve smo pred merjenjem še dodatno obrusili po postopku, kot je opisan za pripravo izvrtkov.

3.4 RAČUNALNIŠKA OBDELAVA VZORCEV

Površinsko ustrezno pripravljene vzorce smo z natančnostjo 1/100 mm izmerili na merilni mizici LINTAB (proizvajalec Rinn, Nemčija), ki je povezana z osebnim računalnikom, na katerem teče program TSAP/x (Rinn 1989). S programom

TSAP/x podatke grafično in numerično preverjamo, navzkrižno primerjamo (sinhroniziramo) in analiziramo z različnimi matematično-statističnimi metodami.

Nadzor točnosti meritev je potekal neposredno na računalniškem zaslonu, in sicer tako, da smo krivulje premikali levo in desno po zaslonu in iskali najboljše prekrivanje. Pri tem nam je delo olajšalo dejstvo, da smo poznali leto odvzema vzorcev.

Preverjena zaporedja širin branik smo s pomočjo računalnika in programa TSAP/x primerjali med seboj in iskali sinhrono lego. Sinhronizacija je postopek, s katerim ugotovimo leto nastanka branike. Za sinhrono velja tista lega, kjer je t-vrednost po Baillie-Pilcherju (BAILLIE / PILCHER 1973) največja in kjer se hkrati obe primerjani krivulji tudi vizualno dobro ujemata.

Problem s sinhronizacijo zaporedij širin branik je nastopil pri močno prizadetih in prizadetih drevesih zaradi izpada branik, ki jih je bilo potrebno identificirati z lokalno kronologijo zdravih dreves. Iskanje manjkajočih branik je postopek, za katerega potrebujemo dobro pokrito lokalno kronologijo. S pomočjo lokalne kronologije lahko poiščemo, kje na primerjanem zaporedju širin branik pride do zamikov v primerjavi z lokalno kronologijo. S premikanjem zaporedja širin branik ob lokalni kronologiji lahko že na zaslonu ugotovimo, ali je na določenem mestu prišlo do izpada branike ali ne. Če je izpad bil, v zaporedje širin branik vrinemo branike z vrednostjo 1 in ji pripišemo kratek komentar. Vrinjene vrednosti pri nadaljnjih numeričnih analizah ne upoštevamo.

4 REZULTATI

4.1 DENDROKRONOLOŠKA PRIMERJAVA LOKALNIH KRONOLOGIJ RAZLIČNO PRIZADETIH JELK

Z navzkrižnimi primerjavami med kronologijami različno prizadetih jelk (preglednica 3) smo ugotovili, da se podobnost med kronologijami znotraj raziskovalne ploskve v splošnem zmanjšuje s povečevanjem stopnje prizadetosti

drevesa. Mejne vrednosti za koeficient t so pri 4.0, za koeficient časovne skladnosti pa 70%.

Primerjava statističnih kazalcev za posamezne stopnje prizadetosti med ploskvami je pokazala, da so si lokalne kronologije za prizadete jelke med seboj tako podobne, kot so si podobne lokalne kronologije neprizadetih jelk, ali drugače povedano, če ni podobnosti med lokalnimi kronologijami zdravih dreves, je ni tudi med lokalnimi kronologijami prizadetih in močno prizadetih dreves.

Rezultat navzkrižnih primerjav med lokalnimi kronologijami po skupinah prizadetosti na Ravniku je še posebej zanimiv, ker kljub dobri vizualni podobnosti med kronologijami nismo dobili statistično značilnih parametrov.

Preglednica 3: Primerjava statističnih kazalcev med lokalnimi kronologijami različno prizadetih dreves po raziskovalnih objektih. V preglednici so pod diagonalo t -vrednosti po Baillie-Pilcherju, nad pa koeficienti časovne skladnosti (Gleichläufigkeit).

Table 3: A comparison of two statistical coefficients between local chronologies of differently affected silver firs by research object. Beneath the diagonal there are t -values after Baillie-Pilcher, above the "Gleichläufigkeit" values expressed as a percentage.

Glazuta

Mokrec

	Neprizadet. <i>Unaffected</i>	Prizadet. <i>Affected</i>	Močno priz. <i>Heavily affected</i>		Neprizadet. <i>Unaffected</i>	Prizadet. <i>Affected</i>	Močno priz. <i>Heavily affected</i>
Neprizadet. <i>Unaffected</i>		74,9	79,5	Neprizadet. <i>Unaffected</i>		90,6	81,9
Prizadet. <i>Affected</i>	5,9		74,3	Prizadet. <i>Affected</i>	13,4		81,8
Močno priz. <i>Heavily affected</i>	15,4	8,6		Močno priz. <i>Heavily affected</i>	13,6	11,3	

Mašun

	Nep prizadet. <i>Unaffected</i>	Prizadet. <i>Affected</i>	Močno priz. <i>Heavily affected</i>
Nep prizadet. <i>Unaffected</i>		78,1	74,2
Prizadet. <i>Affected</i>	6,9		80,5
Močno priz. <i>Heavily affected</i>	5,2	11,2	

Škocjan

	Nep prizadet. <i>Unaffected</i>	Prizadet. <i>Affected</i>	Močno priz. <i>Heavily affected</i>
Nep prizadet. <i>Unaffected</i>		87,0	74,3
Prizadet. <i>Affected</i>	33,7		71,6
Močno priz. <i>Heavily affected</i>	9,3	5,9	

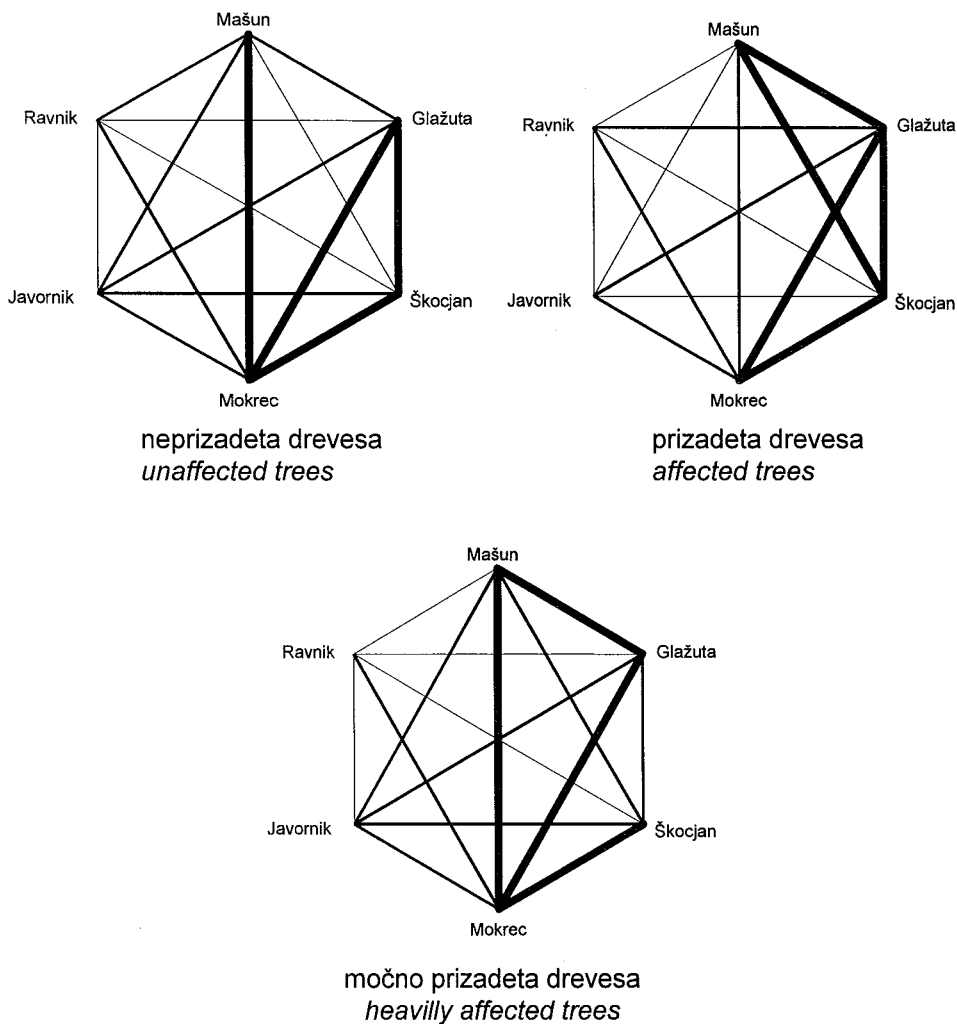
Javornik

	Nep prizadet. <i>Unaffected</i>	Prizadet. <i>Affected</i>	Močno priz. <i>Heavily affected</i>
Nep prizadet. <i>Unaffected</i>		60,4	66,2
Prizadet. <i>Affected</i>	6,8		77,8
Močno priz. <i>Heavily affected</i>	7,6	10,7	

Ravnik

	Nep prizadet. <i>Unaffected</i>	Prizadet. <i>Affected</i>	Močno priz. <i>Heavily affected</i>
Nep prizadet. <i>Unaffected</i>		67,5	67,2
Prizadet. <i>Affected</i>	2,5		61,0
Močno priz. <i>Heavily affected</i>	1,8	2,7	

Primerjava t-vrednosti po Baillie-Pilcherju pokaže, da so lokalne kronologije prizadetih in močno prizadetih dreves med seboj primerljive (slika 2). Ugotavljamo tudi, da je kvaliteta kronologij prizadetih in neprizadetih dreves enakovredna lokalni kronologiji neprizadetih dreves, saj je delež t-vrednosti večjih od 4,0 pri neprizadetih in močno prizadetih drevesih enak (73%). Iz podrobnejše analize slike lahko tudi razberemo, da so si najbolj podobne lokalne kronologije Mašun, Glažuta, Škocjan in Mokrec in to ne glede na stopnjo prizadetosti jelk.



Slika 2: Primerjava t -vrednosti po Baillie-Pilcherju med raziskovalnimi ploskvami glede na različno prizadetost dreves. Najtanjše črte pomenijo slabo primerljivost in t_{BP} do 4.0, srednje debele črte pomenijo dobro primerljivost s t_{BP} 4.1 do 8.0, najdebelejše črte pomenijo zelo podobne kronologije s t_{BP} nad 8.1.

Picture 2: A comparison of t -values after Baillie-Picher of differently affected silver firs between research objects. Thin lines mark loose relationship below 4.0, medium thick lines correspond to values between 4.1 and 8.0 while bold lines mark relationship higher than 8.1.

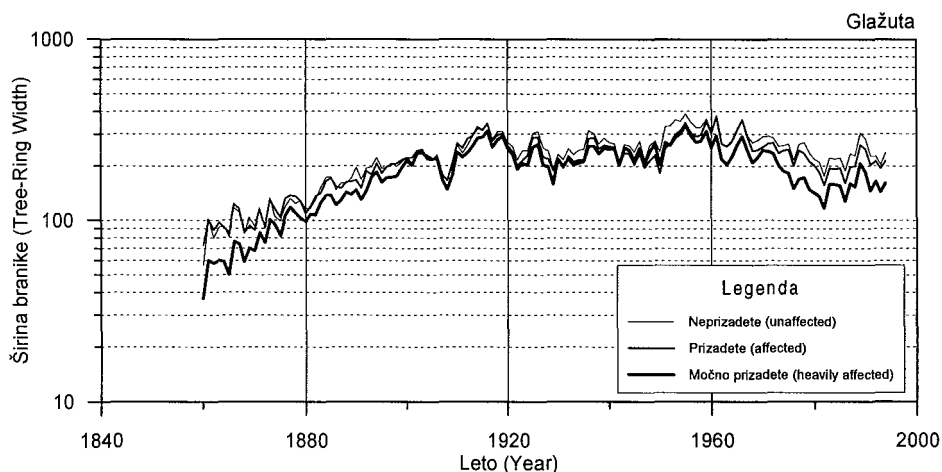
4.2 PRIMERJAVA LOKALNIH KRONOLOGIJ RAZLIČNO PRIZADETIH DREVES PO PLOSKVAH

Analiza širin branik in dolgoročnih nihanj v lokalnih kronologijah za posamezne stopnje prizadetosti jelk kaže, da je bilo obdobje 1960-67 na vseh raziskovalnih objektih odločilno za začetek propadanja jelke. V letih 1960-1964 je na vseh ploskvah močno upadel prirastek s kratkim skokom navzgor do leta 1966. Leta 1967 ponovno pride do močnega upada prirastka in takrat se začne prva izrazita diferenciacija znotraj jelove populacije. Del preučevane populacije so bile verjetno bolj vitalne jelke ali pa tiste na kakorkoli ugodnejšem rastišču, ki so bile sposobne preživeti obdobje prirastne depresije od leta 1967 do 1986. Drugi del populacije je na slabšanje ravnih pogojev reagiral z močnim zmanjšanjem prirastka in številnimi izpadi branik. Mnogo jelk je v tem obdobju propadlo, vendar o njih, žal, nimamo podatkov. Naše ugotovitve veljajo torej le za jelke, ki so obdobje prirastne depresije preživele.

Močna suša v letu 1976 je povzročila drugo diferenciacijo v jelovi populaciji. Pri neprizadetih jelkah je prirastek rahlo upadel, vendar do bistvene spremembe prirastka ni prišlo. Prizadete jelke so se odzvale na dva načina: (1) z rahlim upadom že tako nizkega prirastka in (2) z močnim upadom priraščanja in v skrajnem primeru z odmrtnjem. Ko se je obdobje prirastne depresije okoli leta 1986 prevesilo v drugo polovico in se je prirastek začel povečevati, je nastopila tretja, zadnja diferenciacija jelove populacije. Navidezno neprizadeti del jelove populacije se je odzval s povečanjem debelinskega prirastka, srednje prizadeti del je bil sposoben reagirati na ugodnejše razmere in je do neke mere povečal prirastek, ki pa je bil še vedno bistveno nižji kot pred nastopom depresije. Najmanj vitalni del pa se na pozitivne spremembe ni odzval in upadanje prirastka se nadaljuje.

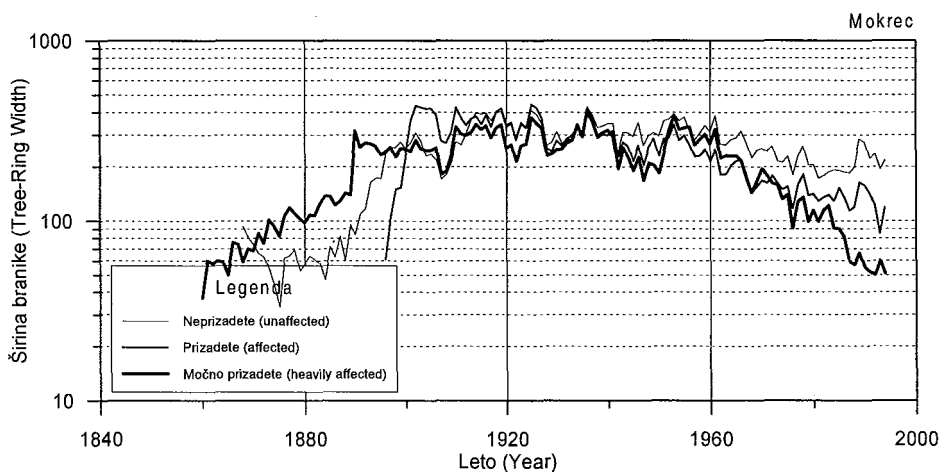
Na grafikonih 1-6 lahko tudi vidimo, da v jelovi populaciji ni prišlo do diferenciacije samo v obdobju depresije, ampak so se razlike v ravnosti kazale že pred njo. Tako smo ločili tri skupine glede na ritem rasti v preteklosti. V prvo skupino spadajo jelke, ki so v mladosti dobro rasle in so imele v mladosti široke branike, v zadnjih 40 letih pa je prišlo do močnega upada prirastka. V drugo skupino spadajo jelke, ki so bile v mladosti dolgo zastrte in so obdobje depresije dobro prestale. V tretjo skupino jelk pa štejemo tiste, ki niso nikoli dobro rasle in so verjetno zaradi človekovega poseganja v gozd uspele preživeti. Skoraj po pravilu

so pripadale skupini jelk, ki so obdobje depresije slabo preživele in se niso bile več sposobne odzvati na izboljšanje rastnih razmer v zadnjih letih.



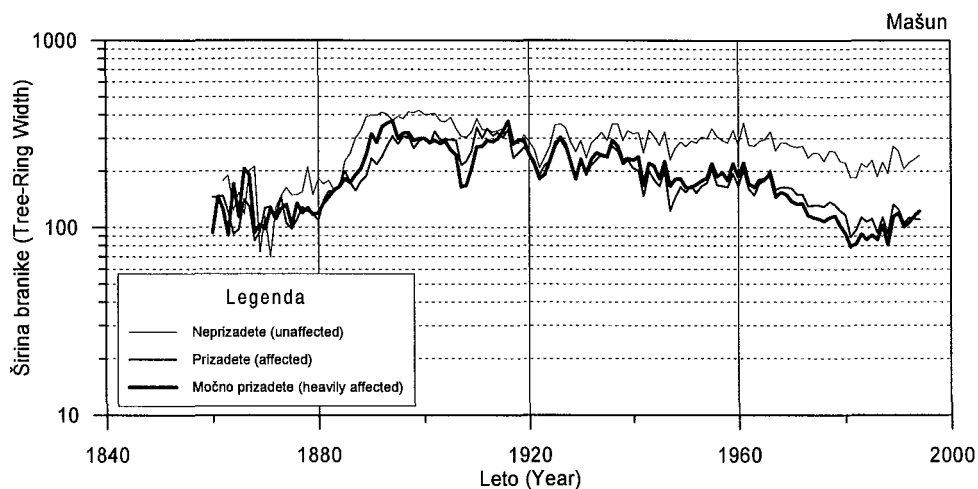
Grafikon 1: Primerjava lokalnih kronologij različno prizadetih jelk v Glažuti.

Figure 1: A comparison of local chronologies of differently affected silver firs in Glažuta.



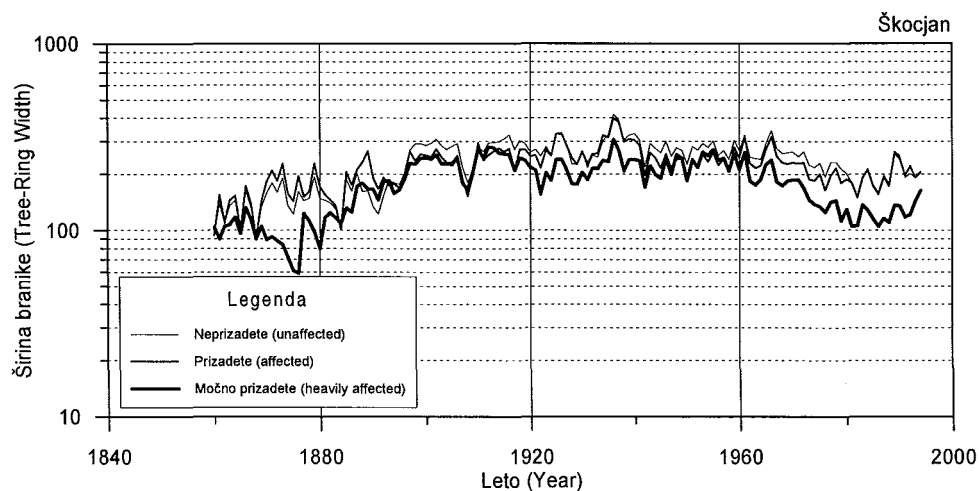
Grafikon 2: Primerjava lokalnih kronologij različno prizadetih jelk na Mokrecu.

Figure 2: A comparison of local chronologies of differently affected silver firs on the Mokrec.



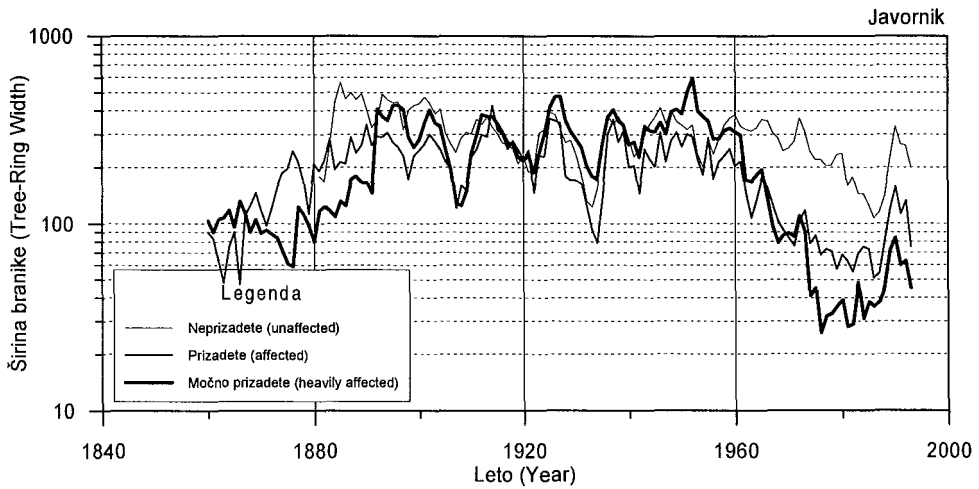
Grafikon 3 Primerjava lokalnih kronologij različno prizadetih jelk na Mašunu.

Figure 3: A comparison of local chronologies of differently affected silver firs on the Mašun.



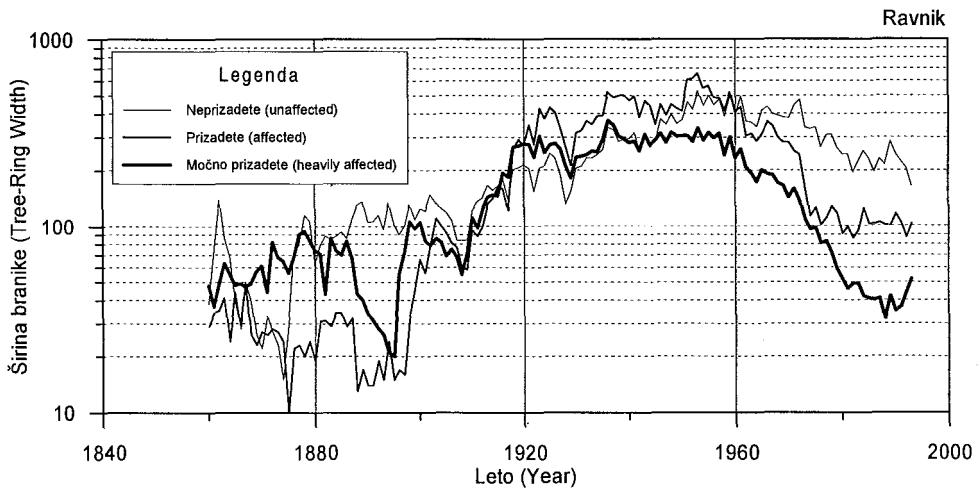
Grafikon 4: Primerjava lokalnih kronologij različno prizadetih jelk v Škocjanu.

Figure 4: A comparison of local chronologies of differently affected silver firs in Škocjan.



Grafikon 5: Primerjava lokalnih kronologij različno prizadetih jelk na Javorniku.

Figure 5: A comparison of local chronologies of differently affected silver firs on the Javornik.



Grafikon 6: Primerjava lokalnih kronologij različno prizadetih jelk na Ravniku.

Figure 6: A comparison of local chronologies of differently affected silver firs on the Ravnik.

Na osnovi garfikonov 1-6 lahko tudi ugotovimo, da prihaja med rastišči znatne razlike v pogledu zmanjšanja prirastka. Najbolj prizadete so jelke na raziskovalnih objektih Ravnik, Javornik in Mokrec. Na teh raziskovalnih objektih vidimo velika nihanja v širini branike tudi pred nastopom depresije. Povezujemo jih prekomernim izsekavanjem v preteklosti, saj vsi trije raziskovalni objekti ležijo v bližini večjih urbanih središč in so relativno lahko dostopni. Manjša prirastna nihanja opazujemo na raziskovalnih objektih, kot je npr. Glažuta, ki so bili zaradi težje dostopnosti v preteklosti manj intenzivno gospodarjeni.

Primerjava prirastnih ritmov v lokalnih kronologijah med raziskovalnimi objekti je pokazala, da so bila nihanja prirastka najvišja na Javorniku in Ravniku - torej v sestojih, ki so blizu urbanih središč in so jih zaradi tega močneje izkoriščali. Na obeh objektih so bila vidna močna nihanja prirastka že pred letom 1960. Na Javorniku in Ravniku opazimo močna in izrazita nihanja prirastka okoli leta 1915 in 1925, vendar zanje ne poznamo vzrokov. Po letu 1960 na obeh objektih prirastek močno upade in je v primerjavi z vsemi ostalimi objekti veliko bolj izrazit.

Raziskovalni objekt Mokrec je glede na stopnjo prizadetosti in izrazitost prirastne depresije nekje vmes med Javornikom in Ravnikom ter Mašunom, Glažuto in Škocjanom. Na Mokrecu je bil prirastek v sestojih pred letom 1900 v porastu, nato pa je nihal med 2 in 5 mm letno. Po letu 1940 močneje zaniha navzdol, potem pa po letu 1960 močno upade, hkrati pa pride tudi do izrazite diferenciacije znotraj populacije.

Nihanje prirastnih ritmov na Mašunu, Glažuti in v Škocjanu je manj izrazito kot na prej opisanih raziskovalnih objektih. Na Glažuti je prirastna depresija najmanj izrazita in tudi razlike med neprizadetimi in močno prizadetimi jelkami so precej majhne.

Na Mašunu je prirastek v primerjavi z vsemi ostalimi raziskovalnimi objekti počasi upadal že od leta 1920. Takrat se je jelova populacija razdelila na dve skupini jelk - boljše in slabše rastoče. Dobro rastoče so raven prirastka ohranile bolj ali manj nespremenjeno vse do danes, medtem ko je prirastek pri slabše rastočih počasi upadal. Na Mašunu prirastna depresija nikoli ni bila izrazita.

V Škocjanu so jelke vse do leta 1960 bolj ali manj nemoteno rasle. Po 1960 pa je prišlo do večjih sprememb v sicer dokaj enakomernem priraščanju. Populacija se je ločila na tri dele, od katerih sta se dva (neprizadete in prizadete) kasneje spet združila. Prirastna depresija je na tem objektu sicer vidna, ni pa izrazita.

4.3 PRIMERJAVA MED LOKALNIMI KRONOLOGIJAMI RAZLIČNO PRIZADETIH JELK

Za področje dinarskega fitogeografskega območja nas je tudi zanimalo, kako se je prirastna depresija kazala na različnih raziskovalnih objektih in pri različno prizadetih jelkah (grafikoni 7-9).

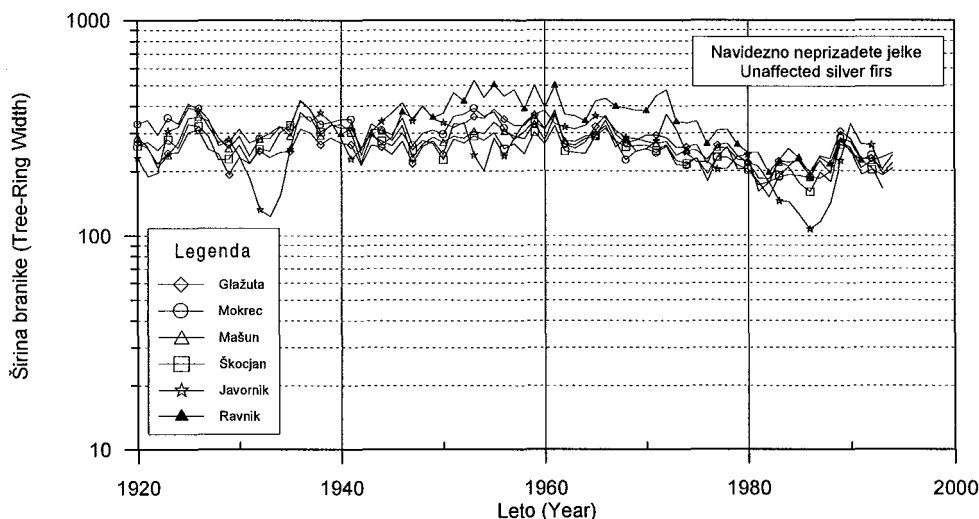
Na grafikonih vidimo, da je prirastna depresija pri navidezno neprizadetih jelkah na enih objektih bolj, na drugih pa manj izrazita. Posebej izrazita prirastna depresija je vidna na Javorniku in Ravniku. Na Ravniku opazamo, da je prirastek iz nadpovprečnega padel na povprečnega, na Javorniku pa je iz povprečnega padel na podpovprečnega. Na ostalih raziskovalnih objektih je prišlo do manj izrazitih sprememb v primerjavi z obdobji poprej, vendar pa imajo vse spremembe z negativni trend, ki je trajal približno do leta 1986, ko so se začele širind branik na vseh raziskovalnih objektih povečevati.

Analiza lokalnih kronologij pri prizadetih jelkah je pokazala predvsem dve značilnosti. Prva je nekoliko močnejše upadanje širine branike kot pri navidezno neprizadetih jelkah, druga pa veliko večji razpon v širini branik med posameznimi kronologijami. Če so bile širine branik v lokalnih kronologijah pri navidezno neprizadetih jelkah primerljive in z dokaj umirjenimi nihanji, so širine branik pri prizadetih jelkah v posameznih letih razpršene v dokaj širokem pasu. Glede na variabilnost širine branike znotraj razreda prizadetih jelk to hkrati tudi pomeni, da vizualna ocena deleža izgubljenega listnega aparata v tem razredu ne daje dovolj zanesljive ocene.

Izrazitega povečanja širine branike pri prizadetih jelkah praviloma nismo opazili,

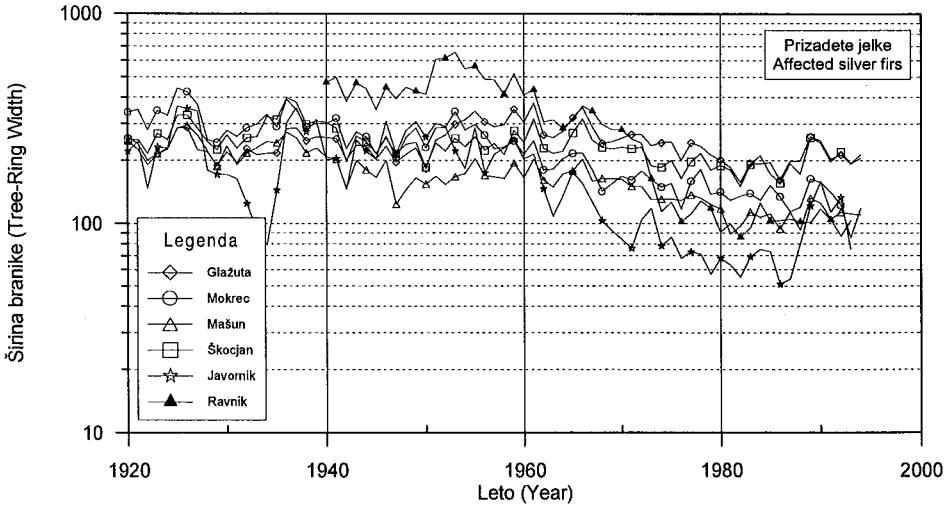
prenehalo pa je upadanje z rahlim izboljšanjem na raziskovalnih objektih - Glažuta, Škocjan in Mokrec.

V razredu močno prizadetih jelk smo ugotovili, da je prišlo po letu 1960 do močnega in izrazitega upada širine branike, kar se z nekaj izjemami, nadaljuje še danes. Najbolj izrazit je upad prirastka na Javorniku, kjer so drevesa do leta 1960 dobro priraščala, po tem letu pa je prirastek začel močno upadati in je danes med najnižjimi glede na druge raziskovalne objekte. Med najbolj prizadete objekte spada tudi raziskovalni objekt Ravnik, kjer je prirastek podobno upadel kot na Javorniku. Najmanjši upad prirastka smo zabeležili na raziskovalnem objektu Glažuta, kjer je razlika med širino branike navidezno neprizadetih, prizadetih in močno prizadetih jelk majhna (glej grafikon 1), prirastna depresija pa je zaznavna samo pri močno prizadetih jelkah.



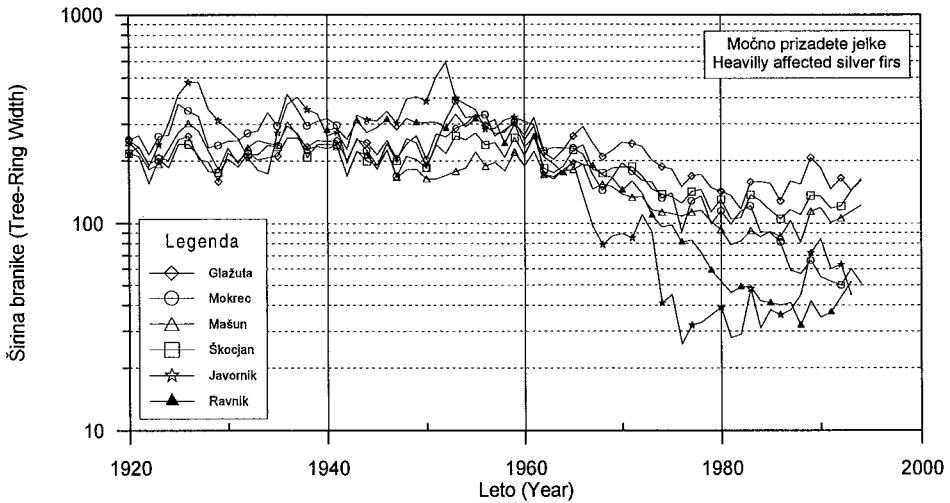
Grafikon 7: Primerjava lokalnih kronologij navidezno neprizadetih jelk med raziskovalnimi objekti v obdobju 1940-1995.

Figure 7: A comparison of local chronologies of unaffected silver firs between research objects in the period 1940-1995.



Grafikon 8: Primerjava lokalnih kronologij prizadetih jelk med raziskovalnimi objekti v obdobju 1940-1995.

Figure 8: A comparison of local chronologies of affected silver firs between research objects in the period 1940-1995.



Grafikon 9: Primerjava lokalnih kronologij močno prizadetih jelk med raziskovalnimi objekti v obdobju 1940-1995.

Figure 9: A comparison of local chronologies of heavily affected silver firs between research objects in the period 1940-1995.

5 RAZPRAVA

Analiza trendov lokalnih kronologij za različne stopnje poškodovanosti jelke na vseh analiziranih ploskvah v dinarski fitogeografski regiji je pokazala, da je v zadnjih 50 letih prišlo do velikih sprememb v ravnem ritmu analiziranih dreves. Pojav prirastne depresije v 60. letih in izboljšanja prirastka v 80. letih lahko opazujemo pri jelki v vsej Evropi. Pri iskanju vzrokov za tako močan upad prirastka jelke ne moremo mimo dejstva, da je splet zaporednih neugodnih higrotermičnih dejavnikov povzročil močno prirastno depresijo in diferenciacijo v jelovi populaciji. Kljub temu pa se zdi, da vzrok za prirastno depresijo ni samo v spletu neugodnih vremenskih razmer, ampak tudi v onesnaževanju ozračja in neprimernem gospodarjenju z gozdom. Domnevamo, da gre za sinergistično delovanje neugodnih dejavnikov - klime, onesnaževanja okolja in neustreznega gospodarjenja z gozdom. Svojo domnevo utemeljujemo na spoznanju, da je v zadnjih 100 letih sicer večkrat prišlo do podobnih močnih suš npr. leta 1917, 1928 in 1942, pa se kljub temu prirastna depresija ni pojavila.

Pri vseh dosedanjih analizah smo opazovali predvsem tisti del jelove populacije, ki je preživel obdobje prirastne depresije. Pri tem pa skoraj redno pozabljamo na odmrli del jelove populacije. O visoki mortaliteti poročajo na raziskovalnih ploskvah Bistra in Ravnik, kjer je v obdobju 1988-1994, ko ponekod poročajo o izboljšanju jelke, propadlo 25 oz. 17% testnih dreves (TORELLI / ČUFAR 1995). Poleg visoke mortalitete dreves na obeh raziskovalnih ploskvah to hkrati tudi pomeni, da s posekom slučajnih pripadkov odstranjujemo odmrli del populacije in umetno izboljšujemo sliko propadanja jelke.

V tujini se srečujejo s podobnimi trendi priraščanja jelke in ostalih drevesnih vrst, zato je zanimiv kratek pregled možnih vzrokov za povečevanje prirastka v zadnjih dveh desetletjih. V študiji European Forest Institute (EFI) iz leta 1996 ugotavljajo (SPIECKER *et al.* 1996), da je v vsej Evropi pri različnih drevesnih vrstah prišlo v 70. letih do prirastne depresije in naraščanja prirastka v 80. letih (glej npr. BADEAU *et al.* 1996; KOTAR 1996; PRETZSCH 1996; SCHNEIDER / HARTMANN 1996).

Na osnovi študije EFI so postavili dve teoriji povečanja prirastka v zadnjih

desetletjih. Prva hipoteza temelji na spremembah v rabi krajine in načinih gospodarjenja z gozdom. Raba gozda v kmetijske namene (steljarjenje, nabiranje zelišč, vejevja...) je povzročila osiromašenje gozdnih rastišč in s tem padec naravne rodovitnosti. Zaradi opuščanja takšnih oblik rabe gozda in zmanjševanja kmetijskih površin so se tudi posegi v gozd zmanjšali, zato naj bi se postopno izboljševala naravna rodovitnost rastišč.

Tudi gozdnogojitvena praksa lahko z različnimi gozdnogojitvenimi ukrepi poveča prirastek drevja. Po nekaterih teorijah naj bi se produktivnost mladih sestojev povečala tudi na račun vse večje uporabe gnojil v mladih sestojih, vendar ta teorija v Sloveniji ne drži. Povečevanje pestrosti rastlinskih vrst v gozdu ima nujno tudi pozitiven vpliv na kvaliteto gozdne zemlje in njeno sposobnost za zadrževanje hranil in vode.

Druga hipoteza razlaga povečanje prirastka s klimatskimi motnjami in povečevanjem količine depozitov iz atmosfere v tla. V zadnjih letih poskušajo povečanje prirastka, ki traja od sredine 80. let, pojasniti tudi z naraščanjem količine CO₂ in NO_x v ozračju, vendar jasnih rezultatov o vplivu teh kemičnih spojin še ni. V Pirenejih opažajo povečanje prirastka pri minimalnih količinah dušikovih spojin v zraku, drugod ugotavljajo, da je prirastek večji prav zaradi dušikovih spojin.

Ogljikov dioksid ima v procesu fotosinteze pomembno vlogo. Stimulira fotosintezo, zmanjšuje dihanje, lajša vodni in svetlobni stres drevja. Ali ima povečana količina ogljikovega dioksida pozitiven vpliv na povečanje prirastka, je težko reči, saj je čisti vpliv CO₂ na rast dreves težko zaznaven, hkrati pa ga modificirajo še različni dejavniki okolja.

Številne študije, ki so raziskovale vpliv CO₂ in NO_x na rast drevja, niso dale jasnih odgovorov na to pomembno vprašanje.

Zaradi opisanih dejstev je možno, da se je prirastek izboljšal tudi zaradi povečanih emisij dušikovih oksidov in ogljikovega dioksida v ozračje in tla. Ta teorija še ni docela preverjena, zato jo je potrebno še natančno preveriti in interpretirati močna nihanja prirastka tudi v tej luči.

6 POVZETEK

Namen študije je bil preučiti prirastno depresijo pri jelki v dinarskem fitogeografskem območju v obdobju 1960-1995. V Evropi in Sloveniji so v začetku 60-ih let začeli gozdarji opazovati pospešeno hiranje jelke, ki je najnižjo točko doseglo med leti 1976 in 1986. Po tem letu sta se začela debelinski in višinski prirastek jelk počasi povečevati. Tak trend lahko opazujemo še danes. Namen raziskave je bil primerjati lokalne kronologije različno prizadetih jelk z različnih raziskovalnih objektov v dinarskem fitogeografskem območju. Cilji raziskave so bili naslednji:

- analiza začetka, trajanja in konca prirastne depresije
- identifikacija najnižje točke prirastne depresije
- analiza razlik med različnimi raziskovalnimi objekti in različnimi stopnjami prizadetosti dreves
- iskanje možnih odgovorov za povečevanje prirastka v poznih 80. in 90. letih.

Raziskovalne ploskve smo izbrali v dinarskem fitogeografskem območju, ki pripada trem območnim enotam zavoda za gozdove Slovenije - Kočevju, Ljubljani in Postojni. Skupaj smo analizirali 25 raziskovalnih ploskev s po najmanj 15 drevesi. Raziskovalne ploskve smo glede na geografsko pripadnost združili v 6 raziskovalnih objektov, ki so bili osnova za vsa nadaljnja vrednotenja.

Jelke v analizi so bila odrasla drevesa s primerljivim cenotskim statusom. Sintaksonomsko so vse raziskovalne ploskve pripadale jelovemu bukovju (*Abieti-Fagetum dinaricum*). Vsa analizirana drevesa so bila brez vidnih poškodb debla. Osutost krošnje smo ocenili po rahlo modificirani Bosshardovi lestvici. V analizi nismo upoštevali sušic. Drevesom smo izmerili premer, utesnjenost krošnje, ocenili njihov socialni položaj in velikost sekundarne krošnje. Sveže panje v bližini analiziranih dreves smo posebej zabeležili.

Vzorčenje je potekalo v transketih povprečne dolžine 400-600 m. Na vsakih 20-25 m smo izbrali eno drevo. Skupaj smo analizirali 365 dreves.

Dendrokronološka primerjava lokalnih kronologij različno prizadetih jelk je pokazala, da prizadetost ne vpliva na primerljivost med kronologijami, ali drugače povedano, če so med seboj podobne kronologije zdravih jelk, so take tudi kronologije prizadetih in močno prizadetih jelk.

Analiza rastnih trendov v lokalnih kronologijah različno prizadetih jelk po ploskvah je pokazala, da je v začetku 60. let nastopila močna prirastna depresija, ki je dosegla svoje najnižje območje med 1976 in 1986. Že znotraj tega obdobja lahko opazujemo rahlo povečevanje debelinskega prirastka, do bolj izrazitega povečanja pa pride šele po letu 1986. Podoben trend so opazili tudi v drugih evropskih državah. Ker je bil pojav dokaj nepričakovan, je postal predmet številnih raziskav doma in v tujini.

Odziv jelke na navidezno izboljšanje rastnih razmer je povečan prirastek. Povečevanje je najbolj vidno pri navidezno neprizadetih jelkah, nekaj manj pri prizadetih jelkah, medtem ko močno prizadete jelke še naprej hirajo in umirajo. Ugotovili smo tudi, da so raziskovalni objekti, ki so bližje urbanim središčem (Ravniki, Javorniki in Mokrec) kazali večjo prirastno depresijo kot tisti, ki so od njih bolj oddaljeni (Glažuta, Mašun in Škocjan).

7 SUMMARY

The purpose of the present study was to investigate increment depression of the silver fir in the Dinaric phytogeographic region in the period 1960-1995. In Slovenia as well as in Europe heavy growth depression could be observed in the 60's and increment recovery after 1976. The aim of the study was to compare local chronologies of differently affected silver firs from different research objects in Dinaric phytogeographic region. Therefore the following has to be done:

- to study the beginning, duration and end of growth depression
- to identify growth depression's lowest point,

- to analyse the differences between forest sites and groups of differently affected silver firs and
- to find possible answers for increment recovery in the late 80s and 90s.

The research plots were located in the Dinaric phytogeographical region, which belongs to three forest districts: the Kočevje, Ljubljana, and Postojna district. 25 research plots in total with at least 15 trees per plot were chosen; these were then joined into 6 research objects following geographical similarity. The research objects represented the basis for all investigations.

The trees were mature silver fir trees with a comparable coenotic status. All forest stands belonged to the same type of mixed silver fir-beech forests (*Abieti-Fagetum dinaricum*). As to their ecological similarity and silvicultural treatment the forest sites were comparable. All trees were without visible mechanical damages; the occurrence of epicormic branches was specially observed and noted. All trees, except dead and clearly dying ones, were analysed. Tree health was established by visual assessment of needle loss according to a slightly modified four-point scale as per Bosshard. The breast height diameter was measured and the oppression of the crown was determined. The occurrence of stumps in the vicinity and their approximate year of felling was also observed in order to help us explain possible abrupt growth changes.

Sampling was done along the transects, every 20-25 meters one tree was chosen. The average length of the transect was between 400 and 600m. In total 365 trees were sampled.

A comparison of local chronologies of differently affected silver firs showed that tree health had only a moderate influence on the comparability between local chronologies, or in other words, if there is no similarity between silver fir local chronologies of the healthy trees, there is neither any similarity between those of heavily affected ones.

The analysis of tree-ring width trends has shown that at the beginning of the 60s there was a heavy growth depression with the lowest period between 1976 and 1986. After that year the increment slowly increased. The same trend has been observed in many European countries and has therefore been the subject of intensive research work. Increment increase and positive reaction of silver fir strongly depend on individual silver fir vitality. Unaffected silver firs positively react with increment increase, while heavily affected ones continue with increment decline showing no improvement at all. Intermediately affected silver firs show only moderate increment recovery. A comparison between research objects evidences significant differences between them. The research objects in the vicinity of urban centers (Ravnik, Javornik and Mokrec) exhibit higher increment decrease than the distant ones (Glažuta, Mašun and Škocjan).

8 VIRI

- BADEAU, V. / BECKER, M. / BERT, D. / DUPUEY, J. L. / LEBOURGEOIS, F. / PICARD, J. F., 1996. Long-Term Growth Trends of Trees: Ten Years of Dendrochronological Studies in France.- V: Growth Trends in European Forests (Studies from 12 Countries). Spiecker, H. / Mieliäinen, K. / Köhl, M. / Skovsgaard, J. P., Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, s. 167-181.
- BAILLIE, M. G. L. / PILCHER, J. R., 1973. A simple cross-dating programme for tree-ring research.- *Tree-Ring Bulletin*, 33, s. 7-14.
- BOSSHARD, W., 1986. Kronenbilder.- Birmensdorf, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 72 s.
- BRINAR, M., 1964. Življenska kriza jelke na slovenskem ozemlju v zvezi s klimatičnimi fluktuacijami.- Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo SR Slovenije, 48 s.
- KERMAVNAR, A., 1992. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Ravnik (1991-2000).- Ljubljana, Sektor za urejanje gozdov pri GG Ljubljana.
- KOTAR, M., 1996. Volume and Height Growth of Fully Stocked Mature Beech

- Stands in Slovenia During the Past Three Decades.- V: Growth Trends in European Forests (Studies from 12 Countries). Spiecker, H. / Mieliäinen, K. / Köhl, M. / Skovsgaard, J. P. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, s. 291-328.
- LEVANIČ, T., 1990. Ocena zgradbe in stanja slovenskih gozdov na podlagi popisa propadanja gozdov v letu 1987.- Diplomaska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 94 s.
- MLINŠEK, D., 1964. Sušenje jelke v Sloveniji - prvi izsledki.- Gozdarski Vestnik, 22, s. 145 -158.
- PRETZSCH, H., 1996. Growth Trends of Forests in Southern Germany.- V: Growth Trends in European Forests (Studies from 12 Countries). Spiecker, H. / Mieliäinen, K. / Köhl, M. / Skovsgaard, J. P., Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, s. 107-131.
- RINN, F., 1989. TSAP - Time Series Analysis Programme, Version 2.3. Reference Manual.- Heidelberg, Frank Rinn Distribution, 187 s.
- SCHNEIDER, O. / HARTMANN, P., 1996. Growth Trends of Trees. Regional study on Norway Spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in the Swiss Jura.- V: Growth Trends in European Forests (Studies from 12 Countries). Spiecker, H. / Mieliäinen, K. / Köhl, M. / Skovsgaard, J. P., Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, s. 184-217.
- SPIECKER, H./ MIELIÄINEN, K./ KÖHL, M. / SKOVSGAARD, J. P., Eds., 1996. Growth Trends in European Forests (Studies from 12 Countries).- Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 372 s.
- ŠOLAR, M., 1986. Onesnaženje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji.- Maribor, ZDIT gozdarstva in lesarstva Slovenije, s. 21-44.
- TORELLI, N. / ČUFAR, K., 1995. Investigations of the response of the silver fir to air-pollution and mechanical injuries in Slovenia.- V: Ecology and Silviculture of European Silver Fir, IUFRO WP S1.01 - 08, Altensteig, Germany, s. 316-326.
- TORELLI, N./ ČUFAR, K. / ROBIČ, D., 1986. Some xylotomical, physiological and silvicultural aspects of silver fir dieback in Slovenia (NW Yugoslavia).- IAWA Bulletin, 7, 4, s. 343-350.

9 ZAHVALA

Raziskave je financiralo ministrstvo za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, terensko pomoč pa je omogočil Zavod za gozdove Republike Slovenije, OE Ljubljana, Postojna in Kočevje. Zahvaljujem se tudi prof. dr. Niku Torelliju, prof. dr. Marijanu Kotarju in prof. dr. Katarini Čufar z Univerze v Ljubljani ter prof. dr. Dietru Ecksteinu z Univerze v Hamburgu za vsestransko pomoč pri nastajanju obširne raziskave propadanja jelke v Dinarskem fitogeografskem območju, katere del je predstavljen v tem Zborniku.