

**VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER
NA DEBELINSKI PRIRASTEK DREVES
(na primeru treh pokrajinskih tipov v Sloveniji)**

**THE INFLUENCE OF PRECIPITATIONS AND
TEMPERATURE CONDITIONS ON TREES' RADIAL
INCREMENT**

**(Analysed on the Case of Three Landscape's Types in
Slovenia)**

DARKO OGRIN

Izvleček

UDK 630*52 : 551.581.22(497.12)

Vpliv padavinskih in temperaturnih razmer na debelinski prirastek dreves (na primeru treh pokrajinskih tipov v Sloveniji)

V razpravi so opisani rezultati raziskave, ki smo jo opravili z uporabo dendroklimatološke metode na treh pokrajinskih tipih v Sloveniji. Odnos med širino letnic (debelinskim prirastkom dreves) in klimo smo raziskovali na sedmih drevesnih vrstah: na črnih borih (*Pinus nigra*) in gradnih (*Quercus petraea*) v submediteranski Sloveniji; dobih (*Quercus robur*), smrekah (*Picea abies*) in rdečih borih (*Pinus silvestris*) na prodnih terasah osrednje Slovenije ter na smrekah in macesnih (*Larix europaea*) na lokacijah ob zgornji gozdni meji.

Abstract

UDK 630*52 : 551.581.22(497.12)

The Influence of Precipitations and Temperature Conditions on Trees' Radial Increment (Analysed on the Case of Three Landscape's Types in Slovenia)

The essay deals with the results of a research which were obtained by the use of the dendroclimatological method in three landscape's types in Slovenia. The relation between the ring-width (the trees' radial increment) and the climate was analysed on seven tree species: black pine (*Pinus nigra*) and durmast oak (*Quercus petraea*) in Submediterranean Slovenia; common oak (*Quercus robur*), common spruce (*Picea abies*) and scots pine (*Pinus silvestris*) in the gravelly terraces of central Slovenia; and common spruce, as well as european larch (*Larix europaea*) in sampling areas at the upper treeline.

Naslov - Adress

mag. Darko Ogrin
Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta
Aškerčeva 12
61000 Ljubljana, Slovenija

K A Z A L O

1. UVOD	111
1.1. METODOLOGIJA	112
2. SUBMEDITERANSKA SLOVENIJA	112
2.1. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC ČRNIH BOROV	113
2.1.1. Oris posameznih lokacij	113
2.1.2. Rezultati korelacijske analize	115
2.1.2.1. Bržanija	116
2.1.2.2. Socerb	117
2.1.2.3. Petrinje	118
2.1.2.4. Lipa - Komen	119
2.1.3. Vpliv padavinskih in temperaturnih razmer na širino letnic črnih borov - zaključki	121
2.2. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC HRASTOV GRADNOV	124
2.2.1. Oris posameznih lokacij	124
2.2.2. Rezultati korelacijske analize	125
2.2.2.1. Brdo	125
2.2.2.2. Plasa	127
2.2.2.3. Topolovec	127
2.2.3. Vpliv padavinskih in temperaturnih razmer na širino letnic hrastov gradnov - zaključki	127
3. PRODNE TERASE OSREDNJE SLOVENIJE	131
3.1. Oris posameznih lokacij	131
3.2. Rezultati korelacijske analize	133
3.2.1. Kleče	133
3.2.2. Repnje (Rdeči bori)	134
3.2.3. Repnje (smreke)	137
4. ZGORNJA GOZDNA MEJA	138
4.1. Oris posameznih lokacij	139
4.2. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC SMREK	142
4.2.1. Rezultati korelacijske analize - lokacije iz osrednjega in zahodnega dela slovenskega gorskega sveta	142
4.2.1.1. Krvavec	142
4.2.1.2. Komna	143

4.2.1.3. Vršič	144
4.2.1.4. Zaključki	145
4.2.2. Vpliv padavinskih in temperaturnih razmer na širino letnic smrek z Uršlje gore (V. Karavanke)	147
4.2.2.1. Uršlja gora 1 (n.v. 1660 m)	147
4.2.2.2. Uršlja gora 2 (n.v. 1430 m)	150
4.3. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC MACESNOV	151
4.3.1. Krvavec	151
4.3.2. Vršič	153
5. POVZETEK	156
VIRI IN LITERATURA	157
SUMMARY	159

1. UVOD

Geografske in druge literature, ki razlaga odnose med klimo in rastjo dreves v Sloveniji, ni veliko. Še najbolj so raziskane razmere ob zgornji gozdni meji (F. Lovrenčak, 1975; 1977; 1987; I. Gams, 1977; M. Plesnik, 1971). S pomočjo dendroklimatološke metode smo vpliv temperaturnih in padavinskih razmer na debelinski prirast črnih borov iz submediteranske Slovenije proučevali v letu 1989 (D. Ogrin). Tudi v tej razpravi nismo mogli zajeti celotne palete odnosov med klimo in debelinskim prirastkom dreves v pokrajinsko tako pestri deželi kot je Slovenija. Omejili smo se na prikaz odnosov med širino letnic in padavinskimi ter temperaturnimi razmerami v treh pokrajinskih tipih Slovenije:

1. v submediteranski Sloveniji,
2. na prodnih terasah v osrednji Sloveniji in
3. v predelih ob zgornji gozdni meji.

Izbor naštetih pokrajinskih tipov je narekovala metodologija raziskovanja. Uporabljena dendroklimatološka metoda priporoča, da raziskujemo tam, kjer pričakujemo tesna in jasna razmerja med širino letnic in klimatskimi razmerami.

Glede na rezultate študij, ki so bile opravljene v podobnih pokrajinskih tipih drugod po svetu, npr. v Sredozemlju (A. Aloui, 1978; A. Berger - J. Guiot - L. Mathieu in ostali, 1979; F. Seue, 1973) in v predelih ob zgornji gozdni meji (V. C. LaMarche - C. W. Stockton, 1974; F. Schweingruber in drugi, 1979; O. Haikkinen, 1985; K. J. Hansen - Bristow in drugi, 1988) smo predvidevali, da so drevesa, ki rastejo v pogojih submediteranske klime, primerna za študij sušnosti. Podobno je z drevesi na gozdnih terasah osrednje Slovenije, medtem ko naj bi rast ob zgornji gozdni meji uravnavale predvsem toplotne razmere.

Za uspešno dokončanje raziskave je bila izrednega pomena pomoč, ki so mi jo v obliki nasvetov, oziroma v obliki vzorcev za analizo nudili: mentor dr. Ivan Gams in somentor dr. Franc Lovrenčak z Oddelka za geografijo FF, dr. Marjan Kotar in mag. Vladimir Puhek z gozdarskega oddelka BF, ing. Toman iz GG Bled, ing. Janez Kunečnik iz GG Kočevje, ing. Alojz Zega in ing. France Prelec iz Zavoda za pogozdovanje in melioracijo Krasa iz Sežane in ing. Maks Dolinšek iz gozdarstva Slovenj Gradec. Vsem se za prijaznost najlepše zahvaljujem.

1.1. METODOLOGIJA

Temeljni principi in postopki dendroklimatološke metode so prikazani v delih H. C. Frittsa (1971; 1976) in M. K. Hughesa - P. M. Kellyja - J. R. Pilcherja (1982). V slovenskem jeziku je kratek pregled le-teh, ki so bili uporabljeni tudi v tem delu, pripravil D. Ogrin (1989 a), zato tu le definiramo uporabljene termine pri posameznih metodoloških postopkih.

Izbor rastiščnih tipov in lokacij vzorčenja. Izbiramo take rastiščne tipe in lokacije vzorčenja znotraj njih, kjer predvidevamo tesne in jasne odnose med klimo in prirastkom. Rastiščni tip pojmuje kot del pokrajinske sfere, kjer so si klimatski in ostali pogoji za rast podobni (npr: pas ob zgornji gozdni meji v Sloveniji). Lokacija vzorčenja pa je ožje območje znotraj rastiščnega tipa, kjer so pogoji še bolj homogeni (npr: prisojno pobočje Krvavca v višinah med 1500 in 1700 m).

Izbor drevesnih vrst in dreves za vzorčenje. Izbiramo prostorsko dovolj razširjene drevesne vrste, ki tvorijo dobro vidne letnice. Vzorce jemljemo na drevesih, ki rastejo bolj na samem, so brez vidnih poškodb in na katera ni močnejše vplival človek s svojimi aktivnostmi.

Vzorčenje in merjenje širine letnic. Izvrtke smo jemali s pomočjo gozdarskega prirastnega svedra, v manjši meri smo analizirali tudi drevesne kolobarje. Širino letnic merimo na 1/100 mm natančno.

Sestavljanje kronologij. Izmerjenim širinam letnic smo pripisali leta, v katerih so nastale.

Križno datiranje. Ker imajo drevesa, ki rastejo v podobnih rastiščnih (klimatskih) pogojih podoben potek priraščanja, nam primerjava kronologij znotraj lokacij vzorčenja v posameznih rastiščnih tipih omogoča odkrivanje napak pri sestavljanju kronologij, morebitnih lažnih in manjkajočih letnic, kakor tudi odkrivanje kronologij, ki po načinu priraščanja bistveno odstopajo od ostalih. Primerjavo med posameznimi kronologijami smo opravili s pomočjo grafičnega prikaza kronologij.

Standardizacija. S tem postopkom smo odpravili vpliv neklimatskih faktorjev na prirast - predvsem biološki trend rasti. S pomočjo glajenja kronologij širin drevesnih letnic (uporabili smo metodo drsečih sredin) smo določili biološki trend rasti in nato izračunavali indekse za posamezna leta med vrednostmi za biološki potek rasti in izmerjenimi širinami letnic. Na ta način smo dobili standardizirano časovno serijo prirastnih indeksov, osvobojeno trenda.

Odkrivanje zvez med klimo in širino letnic. Ker odnosi med prirastkom in klimo niso funkcijski ampak statistični, smo povezave med širino letnic in klimatskimi parametri ugotavljali s pomočjo računanja korelacijskih koeficientov (r).

2. SUBMEDITERANSKA SLOVENIJA

S pojmom "submediteranska Slovenija" označujemo v razpravi klimatsko regijo, ki ima svoje značilnosti in se zato loči od ostalih klima-

tskih regij v Sloveniji. Po G a m s u (1972) sodijo k submediteranski Sloveniji: obrežna prisojna pobočja v zaščitni legi pred burjo nad Tržaškim zalivom, Slovenska Istra, Vipavsko - goriški klimatski rajon, Kras, Brkini in ostalo hribovje do n.v. 600 m (700 m) ter rajon spodnje Soške doline do Kobarida. Od ostale Slovenije se ta regija loči po bolj sončnih poletjih (oblačnost pod 5,6), po tem, da nad 48% padavin pade v obdobju od oktobra do marca in da je temperaturna amplituda v nižinah manjša od 20°C. Klimatske razlike znotraj regije ustvarjata oddaljenost od morja (v zaledju se zrak ponoči in pozimi bolj ohlaja) in nadmorska višina. Z višino se povečujejo padavine in znižujejo temperature. Ena od značilnosti submediteranskega podnebja je tudi ta, da v poletnem času nastopi do dvomesečno sušno obdobje, ki je na kraškem svetu še potencirano zaradi kamninske zgradbe.

Zaradi pogoste zastopanosti in dobro vidnih letnic smo za analizo izbrali **črni bor** (*Pinus nigra*) in **hrast graden** (*Quercus petraea*). Odločili smo se za sedem lokacij: štiri s črnim borom (Bržanija, Socerb, Petrinje in Lipa-Komen) ter tri s hrastom (Brdo, Plasa in Topolovec). Socerb, Petrinje in Lipa-Komen so s kraškega sveta, Bržanija pa s fliša. S Socerba, Petrinj in Bržanije smo dobili po deset izvrtkov z vsake lokacije, iz Lipe in Komna pa po dva kolobarja črnega bora. Skupno smo iz "submediterana" obdelali 24 vzorcev črnega bora.

Vzorcev hrastovih dreves je zaradi načina pridobivanja vzorcev le osem. Ker so prirastni svedri, ki smo jih imeli na razpolago, namenjeni vrtnanju v mehke lesove, smo bili pri hrastu vezani na posek dreves in analizo kolobarjev. Izbor lokacij je bolj naključen. Vzorci so s trenutnih posekov. Kljub temu pa nam je uspelo zagotoviti lokacijo s krasa (Plasa) in s fliša (Brdo in Topolovec).

2.1. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC ČRNIH BOROV

2.1.1. ORIS POSAMEZNIH LOKACIJ

Bržanija

Lokacijo Bržanija smo poimenovali po pokrajini, ki se spušča izpod kraškega roba (Stene) v dolino Rižane oz. Osapske reke. Tu smo na približno 10°-16° strmem, prisojnem, lapornatem pobočju pri vasi Bezovica (n.v. 210 m) izbrali za analizo 10 dreves črnega bora. Nasad črnega bora, iz katerega smo izbirali vzorce, je nastal na nekdanjem erozijskem žarišču, ki so ga pogozdili pred 90 leti. Nad lapornato osnovo se je v omenjenem času nabrala 5-10 cm debela plast slabo preperelih iglic - prave prsti tu ni. Drevesa, iz katerih smo dobili izvrtke, so bila stara okoli 60 let in so dosegla višino 10 - 15 m. Kronologija za to lokacijo je dolga 50 let (od 1938. do do 1988. leta).

Socerb

Lokacija Socerb je na Podgorsko-socerbskem krasu, ob socerb-skem gradu, na nadmorski višini 390 m. Vzorce smo vzeli iz črnih borov, ki rastejo posamično ali v manjših skupinah tik ob robu planote. Tla so plitva. Deset meritev v obsegu drevesnih korenin je pokazalo, da se je na apnenčasti osnovi razvila 9 do 13 cm globoka, ilovnato glinena, nesklenjena rendzina. Drevesa ob socerb-skem gradu so enako visoka kot v Bržaniji, stara pa 50 do 60 let. Kronologija širin letnic je dolga 38 let (od 1950. do 1988. leta).

Petrinje

V podobnih rastiščnih razmerah kakor črni bori iz Socerba, rastejo tudi črni bori na lokaciji Petrinje, ki leži nekoliko višje (410 m) in je pomaknjena bolj v notranjost planote. Petrinjski bori so starejši (60 - 70 let) in višji (15 - 18 m) od socerb-skih. Kronologijo letnic za to lokacijo smo sestavili za obdobje 1946 - 1988, to je za 42 let.

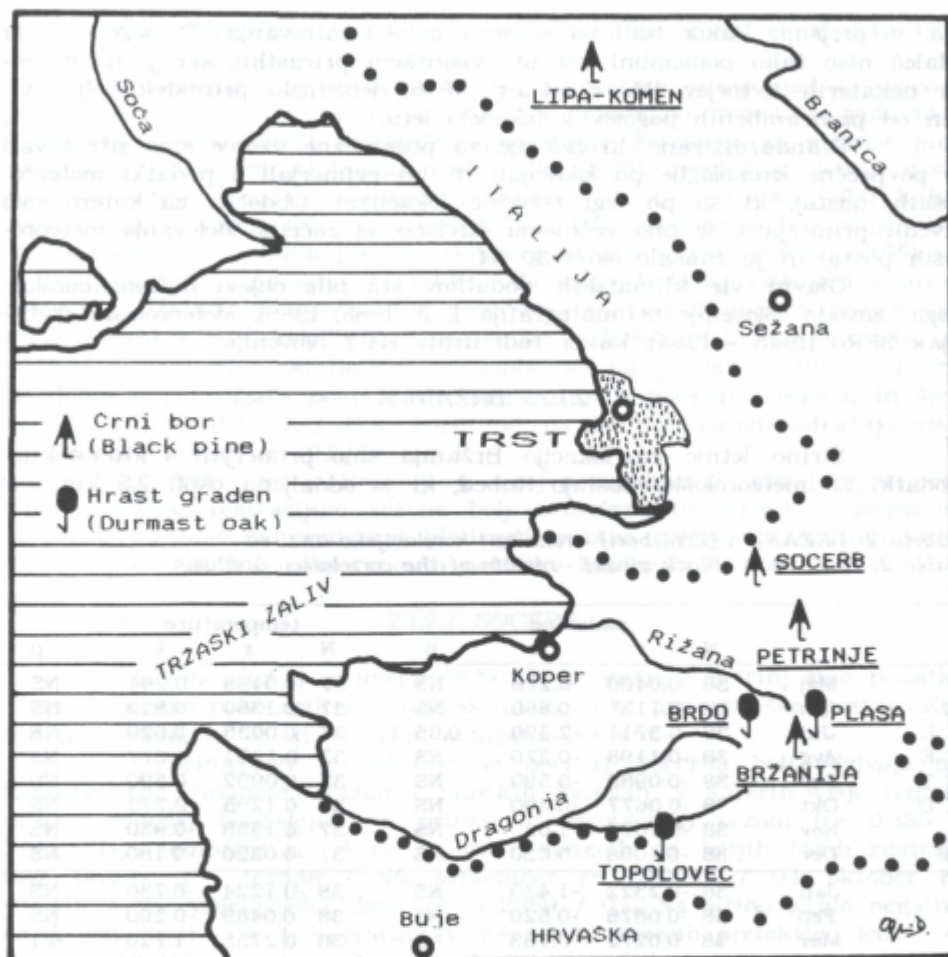
Lipa - Komen

Na lokacijah Bržanija, Socerb in Petrinje smo analizirali izvrtke. Iz okolice Lipe in Komna na Krasu pa smo dobili po dva kolobarja črne bora. Kolobarja iz okolice Komna sta iz borovih dreves, ki so rasla na JV pobočju hriba, na nadmorski višini okoli 315 m. Po podatkih Zavoda za pogozdovanje in melioracijo Krasa iz Sežane so se tu na apnenčasti podlagi razvila rjava pokarbonatna tla. Kolobarja sta iz umetno zasajenega sestoja, starega okoli 85 let.

Kolobarja iz okolice Lipe sta z JV pobočja Trstelja, v nadmorski višini okoli 560 m. Matična osnova je tudi tu apnenec, na njej pa se je razvila rendzina. Črna bora iz Lipe sta nekoliko mlajša od sosednjih iz Komna. Mlajši ima 55, starejši pa nekaj nad 60 let. Iz vseh štirih kolobarjev smo sestavili povprečno kronologijo, dolgo 38 let.

Tabela 1: Pregled podatkov o lokacijah vzorčenja
Table 1: Review of data on sampling areas

Lokacija	Nadmorska višina	Leža	Naklon površja	Matična podlaga	Tip prsti	Globina prsti	Tekstura	Grobi pesek	Melj	Glina	Drobni pesek
Bržanija	210 m	JZ pobočje	10-16°	laper	-	-	-	-	-	-	-
Socerb	390 m	planota	0°	apnenec	rendzina	9-13 cm	ilovnata glina	6.04%	21.7%	44.5%	27.76%
Petrinje	410 m	planota	0°	apnenec	rendzina	4-14 cm	ilovnata glina	6.03%	21.3%	29.6%	43.70%
Lipa	560 m	JV pobočje	-	apnenec	rendzina	-	-	-	-	-	-
Komen	315 m	JV pobočje	-	apnenec	rjava pokarbonatna	-	-	-	-	-	-



Sl. 1: Submediteranska Slovenija - položaj lokacij vzorčenja
 Fig. 1: Submediterranean Slovenia - sampling areas position

2.1.2. REZULTATI KORELACIJSKE ANALIZE

Odnose med padavinskimi in temperaturnimi razmerami ter širino letnic prikazujejo koeficienti korelacije (r). Širino letnic smo primerjali s podatki o temperaturah in padavinah v 18 mesečnem obdobju: od maja v pretekli vegetacijski sezoni do oktobra tekoče sezone, ko se rast v glavnem zaključí. Primerjavo smo opravili po mesecih in letnih časih, za vegetacijsko sezono (obdobje od aprila do vključno septembra) in po letih.

Za proučevanje vpliva klimatskih razmer v pretekli vegetacijski sezoni in v dobi mirovanja neposredno po njej smo se odločili zato, ker je debelinski prirastek v tekoči sezoni odvisen tudi od pogojev prirašča-

nja v prejšnji, kakor tudi od samega poteka mirovanja. Ti pogoji pa še zdaleč niso tako pomembni kot pri višinskem prirastku, ker je po mnenju nekaterih avtorjev (M. Kotar, 1986) debelinski prirastek bolj odvisen od prehrabnih pogojev v tekočem letu.

Standardizirane kronologije za posamezne vzorce smo združevali v povprečne kronologije po lokacijah in jih primerjali s podatki meteoroloških postaj, ki so po legi sorodne lokacijam. Obdobje, za katero smo izvedli primerjavo, je bilo večinoma odvisno od začetka delovanja meteoroloških postaj in je znašalo okoli 30 let.

Glavni vir klimatskih podatkov sta bila objavi hidrometeorološkega zavoda Slovenije (Klimatografija I, II, 1988, 1989), Meteorološki godišnjak SFRJ (1945 - 1984), kakor tudi arhiv HMZ Slovenije.

2.1.2.1. BRŽANIJA

Širino letnic za lokacijo Bržanija smo primerjali s klimatskimi podatki za meteorološko postajo Kubed, ki je oddaljena okoli 2,5 km, leži

Tabela 2: BRŽANIJA (Črnti bori) - rezultati korelacijske analize
Table 2: BRŽANIJA (Black pines) - results of the correlation analysis

		padavine			p	temperature			p
		N	r	t		N	r	t	
P	Maj	38	0.0460	0.276	NS	37	0.0498	0.294	NS
R	Jun	38	-0.1137	-0.680	NS	37	-0.1380	-0.820	NS
E L	Jul	38	-0.3711	-2.390	0.05	37	0.0035	0.020	NS
T E	Avg	38	-0.1198	-0.270	NS	37	0.1791	1.077	NS
E T	Sep	38	-0.0989	-0.590	NS	37	0.0992	0.590	NS
K O	Okt	38	-0.0677	-0.400	NS	37	0.1295	0.772	NS
L	Nov	38	-0.1677	-1.020	NS	37	-0.1558	-0.930	NS
O	Dec	38	-0.1058	-0.630	NS	37	-0.0320	-0.180	NS
	Jan	38	-0.2322	-1.430	NS	38	-0.1224	-0.730	NS
	Feb	38	-0.0876	-0.520	NS	38	-0.0489	-0.290	NS
T	Mar	38	0.0272	0.163	NS	38	0.2755	1.720	0.1
E L	Apr	38	-0.2619	-1.620	NS	38	-0.2794	-1.74	0.1
K E	Maj	38	0.0893	0.538	NS	38	-0.0969	-0.580	NS
O T	Jun	38	0.3314	2.107	0.05	38	0.1508	0.915	NS
Č O	Jul	38	0.1468	0.890	NS	38	-0.0528	-0.310	NS
E	Avg	38	0.1281	0.775	NS	38	-0.3694	-2.380	0.01
	Sep	38	0.3235	2.051	0.05	38	0.1565	0.951	NS
	Okt	38	0.0826	0.497	NS	38	-0.2219	-1.360	NS
Zima		29	-0.0953	-0.490	NS	29	0.0783	0.408	NS
Pomlad		30	-0.0065	-0.200	NS	30	0.0523	0.277	NS
Poletje		30	0.3044	1.691	0.1	30	-0.2443	-1.330	NS
Jesen		30	0.1398	0.747	NS	30	0.0371	-0.190	NS
Veg.doba		51	0.3777	2.855	0.01	30	-0.1122	-0.670	NS
Leto		38	0.1914	1.170	NS	30	0.0407	-0.240	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

pa nekoliko višje (262 m). Kubed ima kvalitetne meritve od leta 1925 dalje.

Korelacijska analiza kaže, da na širino letnic najbolj vplivajo padavinske razmere v rastni sezoni. Pri primerjavi mesečnih padavin s širino letnic smo dobili statistično pomembne korelacije za meseca junij ($r=0,3314 / 0,05$) in september ($r=0,3235 / 0,05$). Pregled po letnih časih pa nam izdvoji pomen večje količine padavin poleti ($r=0,3044 / 0,1$), kakor tudi v celotni vegetacijski dobi ($r=0,3777 / 0,01$). Negativno pa deluje višja količina padavin v juliju prejšnje vegetacijske sezone ($r= -0,3711 / 0,05$).

Splošna ugotovitev bi lahko bila, da v Bržaniji višje temperature delujejo zaviralno na prirast, ker povečujejo sušnost. Negativen pomen višjih temperatur smo zabeležili v aprilu ($r= -0,2794 / 0,1$) in v avgustu ($r= -0,3694 / 0,01$), blizu statistične pomembnosti pa je tudi rezultat, ki smo ga dobili s primerjavo povprečnih temperatur v poletnih mesecih in širino letnic ($r= -0,2443 / NS$). Pozitivno pa se na prirasti odražajo višje temperature marca ($r= 0,2755 / 0,1$).

Za črne bore v Bržaniji je torej pomembno, da sta junij in september tekoče vegetacijske sezone bolj namočena in nekoliko toplejša od povprečja, avgust pa predvsem hladnejši, celotno poletje, kakor tudi vegetacijska doba pa bolj namočena in nekoliko hladnejša.

2.1.2.2. SOCERB

Podobno kot v primeru Bržanije in kasneje Petrinj smo podatke o širini letnic primerjali s klimatskimi podatki meteorološke postaje Kubed (n.v.262m), ki je od Socerba oddaljena 8.5 km.

V primerjavi z Bržanijo se bori iz Socerba bolj odzivajo na temperaturne razmere. Razen v zimskih mesecih, v katerih višje temperature delujejo blagodejno na prirast v vegetacijski sezoni ($r= 0,388 / 0,05$), višje temperature skoraj v vseh mesecih in letnih časih zavirajo rast (avgust $r= -0,2588 / NS$; september $r= -0,2999 / 0,1$; oktober $r= -0,2419 / NS$; vegetacijska doba $r= -0,2969 / 0,1$). Na širino letnic negativno delujejo tudi višje temperature v jesenskih mesecih preteklega leta.

Statistično pomembne korelacijske koeficiente s padavinami smo dobili za mesec julij v prejšnji vegetacijski sezoni ($r= -0,4335 / 0,01$) in marec ($r= -0,4062 / 0,05$). Podobno kot v primeru Bržanije si ne znamo pojasniti negativne korelacije za prejšnji julij. V marcu, v katerem imajo tla še zimsko zalogo vlage, je v fazi prebujanja drevja iz dobe mirovanja in priprav na novo rast pomembnejše toplejše in bolj suho vreme (r za temperature sta za februar in marec blizu 0,20). Višja količina padavin v tem času pa lahko zavira bodoči prirast.

Kljub nepomembnosti ostalih korelacijskih koeficientov glede na t -test lahko po rezultatih sklepamo, da je širina letnic pri črnih borih iz Socerba v obratnem sorazmerju s spomladanskimi padavinami ($r= -0,2727 / NS$) in v premem sorazmerju s padavinami poleti ($r= 0,2473 / NS$), kakor tudi v celotni vegetacijski dobi ($r= 0,2202 / NS$). To, da je vpliv temperatur v obdobju rasti pomembnejši od vpliva padavin, lahko v tem primeru pojasnimo s sušnostjo, ki jo nadpovprečno visoke temperature še stopnjujejo.

Z manjšimi zadržki lahko rečemo, da bodo črni bori s Socerb-ske planote tvorili širše letnice v letih s toplejšo in bolj suho zimo in v letih z bolj suho pomladjo in bolj namočenim poletjem. Celotna vegetacijska doba pa mora biti hladnejša in vlažnejša od povprečja.

Tabela 3: SOCERB (Črni bori) - rezultati korelacijske analize
Table 3: SOCERB (Black pines) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature				
		N	r	t	p	N	r	t	p	
P	Maj	38	-0.2115	-1.290	NS	37	0.2030	1.226	NS	
R	Jun	38	0.0441	0.264	NS	37	-0.0553	-0.320	NS	
E L	Jul	38	-0.4335	-2.880	0.01	37	0.1662	0.997	NS	
T E	Avg	38	-0.2397	-1.480	NS	37	0.0774	0.459	NS	
E T	Sep	38	0.2406	1.487	NS	37	-0.0299	-0.170	NS	
K O	Okt	38	-0.1031	-0.620	NS	37	-0.3613	-2.290	0.05	
L	Nov	38	-0.1629	-1.000	NS	37	-0.2095	-1.26	NS	
O	Dec	38	-0.1654	-1.000	NS	37	-0.1151	-0.680	NS	
		Jan	38	-0.1855	-1.130	NS	38	0.2113	1.297	NS
		Feb	38	0.0160	0.096	NS	38	0.2092	1.284	NS
T	Mar	38	-0.4062	-2.660	0.05	38	0.1936	1.184	NS	
E L	Apr	38	-0.1128	-0.680	NS	38	-0.1602	-0.970	NS	
K E	Maj	38	0.0661	0.397	NS	38	-0.1972	-1.200	NS	
O T	Jun	38	0.1907	1.165	NS	38	-0.0983	-0.590	NS	
Č O	Jul	38	0.0464	0.278	NS	38	0.0813	0.489	NS	
E	Avg	38	0.2198	1.352	NS	38	-0.2588	-1.600	NS	
	Sep	38	0.0962	0.580	NS	38	-0.2999	-1.880	0.1	
	Okt	38	0.1199	0.725	NS	38	-0.2419	-1.490	NS	
Zima		29	-0.1468	-0.770	NS	29	0.3880	2.187	0.05	
Pomlad		30	-0.2727	-1.490	NS	30	-0.0104	-0.050	NS	
Poletje		30	0.2473	1.350	NS	30	-0.0912	-0.480	NS	
Jesen		30	-0.0838	-0.440	NS	30	-0.5173	-3.190	0.01	
Veg.doba		37	0.2202	1.336	NS	38	-0.2969	-1.860	0.1	
Leto		38	-0.1288	-0.770	NS	38	-0.1318	-0.790	NS	

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

2.1.2.3. PETRINJE

Kot v Bržaniji se bori tudi v Petrinjah bolj odzivajo na padavinske razmere. Na rast ugodno vpliva višja količina padavin v jeseni preteklega leta (september $r = 0,2822 / 0,1$; oktober $r = 0,374 / 0,05$; december $r = 0,3619 / 0,05$), kakor tudi v zimskem času ($r = 0,2657 / NS$). Višja količina padavin od povprečja deluje pozitivno na širino letnic tudi v dobi rasti (julij $r = 0,2700 / 0,1$; september $r = 0,3098 / 0,1$; poletje $r = 0,3798 / 0,05$; vegetacijska doba $r = 0,3837 / 0,05$). Spomladanski meseci pa so ugodnejši za prirast, če so bolj suhi (marec $r = -0,2865 / 0,1$; april $r = -0,2802 / 0,1$).

Pomen temperaturnih razmer je manj izrazit. Stimulativno delu-

jejo na prirast višje temperature v obdobjih, ki so dovolj namočena (zima $r = 0,4576 / 0,05$; pomlad $r = 0,3069 / 0,1$), negativno pa se na debelinskem prirastku odražajo višje temperature v času rasti, ko nastopi po-manjkanje vlage (poletje $r = -0,2046 / NS$).

Črni bori iz Petrinj imajo torej ugodnejše pogoje za rast v letih, ki imajo bolj vlažno jesen v pretekli sezoni, bolj vlažno in toplejšo zimo, bolj toplo in suho pomlad ter bolj namočeno in nekoliko hladnejše poletje.

Tabela 4: PETRINJE (Črni bori) - rezultati korelacijske analize
Table 4: PETRINJE (Black pines) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	38	-0.0644	-0.380	NS	37	0.0209	0.124	NS
R	Jun	38	0.2118	1.300	NS	37	0.1431	0.855	NS
E L	Jul	38	-0.0186	-0.110	NS	37	-0.1705	-1.020	NS
T E	Avg	38	0.0165	0.099	NS	37	-0.1800	-1.080	NS
E T	Sep	38	0.2822	1.765	0.1	37	0.0474	0.280	NS
K O	Okt	38	0.3740	2.420	0.05	37	-0.0978	-0.580	NS
L	Nov	38	-0.0604	-0.360	NS	37	-0.2548	-1.550	NS
O	Dec	38	0.3619	2.329	0.05	37	0.1166	0.695	NS
	Jan	38	-0.1642	-0.990	NS	38	0.1106	0.667	NS
	Feb	38	0.0223	0.134	NS	38	0.1118	0.675	NS
T	Mar	38	-0.2865	-1.790	0.1	38	0.4024	2.637	0.05
E L	Apr	38	-0.2802	-1.750	0.1	38	0.0136	0.082	NS
K E	Maj	38	0.1475	0.895	NS	38	-0.0856	-0.510	NS
O T	Jun	38	0.1485	0.901	NS	38	0.1385	0.839	NS
Č O	Jul	38	0.2700	1.682	0.1	38	-0.1326	-0.800	NS
E	Avg	38	0.1886	1.152	NS	38	-0.2525	-1.560	NS
	Sep	38	0.3098	1.955	0.1	38	-0.0118	-0.070	NS
	Okt	38	0.2097	1.286	NS	38	0.0921	0.555	NS
Zima		29	0.2657	1.663	NS	29	0.4576	2.674	0.05
Pomlad		30	-0.2267	-1.230	NS	30	0.3069	1.706	0.1
Poletje		30	0.3798	2.172	0.05	30	-0.2046	-1.100	NS
Jesen		30	0.1948	1.051	NS	30	-0.0657	-0.340	NS
Veg.doba		37	0.3837	2.458	0.05	38	-0.0985	-0.590	NS
Leto		38	0.1304	0.789	NS	38	0.1901	1.161	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

2.1.2.4. LIPA - KOMEN

Podatke o širini letnic za lokacijo Lipa - Komen smo primerjali s padavinskimi in temperaturnimi podatki meteorološke postaje Komen (289 m). Padavine so v Komnu pričeli meriti leta 1951, temperature pa leta 1955.

V Lipi - Komnu vplivajo padavine močnejše na prirast kot na ostalih lokacijah s črnimi bori (r je v povprečju višji in pri vseh statistično pomembnih r -ih pozitiven). Najbolj trdno zvezo smo dobili pri pri-

Tabela 5: LIPA-KOMEN (Črni bori) - rezultati korelacijske analize
 Table 5: LIPA-KOMEN (Black pines) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	37	0.1037	0.617	NS	29	0.2708	1.461	NS
R	Jun	37	-0.0249	-0.140	NS	29	0.0981	0.512	NS
E L	Jul	37	0.1068	0.635	NS	29	-0.3286	-1.800	0.1
T E	Avg	37	0.2296	1.396	NS	29	0.0790	0.412	NS
E T	Sep	37	-0.1709	-1.020	NS	29	-0.2415	-1.290	NS
K O	Okt	37	0.1816	1.093	NS	29	-0.1459	-0.760	NS
L	Nov	37	0.0934	0.555	NS	29	-0.0382	-0.190	NS
O	Dec	37	0.2669	1.638	NS	29	-0.0349	-0.180	NS
Jan		38	0.1969	1.205	NS	30	-0.0502	-0.260	NS
Feb		38	-0.0790	-0.470	NS	30	0.0311	0.165	NS
T	Mar	38	0.2025	1.241	NS	30	0.3508	1.982	0.1
E L	Apr	38	0.1599	0.972	NS	30	0.0464	0.245	NS
K E	Maj	38	0.1018	0.614	NS	30	-0.2854	-1.570	NS
O T	Jun	38	0.1432	0.868	NS	30	-0.0944	-0.500	NS
Č O	Jul	38	0.3254	2.065	0.05	30	-0.3509	-1.980	0.1
E	Avg	38	0.1216	0.735	NS	30	-0.2402	-1.300	NS
	Sep	38	0.3338	2.124	0.05	30	-0.2630	-1.440	NS
	Okt	38	0.0219	0.132	NS	30	-0.2687	-1.470	NS
Zima		29	0.2608	1.404	NS	25	0.2542	1.260	NS
Pomlad		30	0.2578	1.412	NS	26	0.2317	1.167	NS
Poletje		30	0.3690	2.100	0.05	26	-0.3157	-1.62	NS
Jesen		30	0.1787	0.961	NS	26	-0.0121	-0.06	NS
Veg.doba		34	0.4591	3.101	0.01	30	-0.4261	-2.490	0.05
Leto		34	0.5529	3.989	0.01	30	-0.1548	-0.820	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

merjavi širine letnic z letno količino padavin ($r=0,5529 / 0,001$) in s količino padavin v vegetacijski dobi ($r=0,4591 / 0,01$). Za prirast je pomembna nadpovprečna količina padavin poleti ($r=0,369 / 0,05$) in nekoliko manj pozimi ($r=0,2608 / NS$). Pri prejšnjih lokacijah s črnimi bori smo ugotavljali negativen pomen večjih padavin spomladi, v primeru Lipe - Komna pa deluje višja količina padavin spomladi pozitivno na prirast ($r=0,2578 / NS$). Glede na večji pomen padavin v Lipi - Komnu sklepamo, da je tu tudi sušnost večja. In to kljub temu, da pade v Komnu v povprečju okoli 300 mm padavin več kot npr. v Kubedu (Komen 1666 mm, Kubed 1303 mm; 1951-1980).

Odnos med širino letnic in temperaturnimi razmerami je v Lipi - Komnu podoben kot na ostalih lokacijah črnega bora. Izražen je negativen pomen višjih temperatur v obdobju rasti v tekoči in v prejšnji vegetacijski sezoni (vegetacijska doba $r=-0,4261 / 0,05$; poletje $r=-0,3157 / 0,1$; prejšnji julij $r=-0,3286 / 0,1$; prejšnji september $r=-0,2415 / NS$) in pozitiven pomen nekoliko višjih temperatur pozimi ($r=0,2542 / NS$) ter spomladi ($r=0,2317 / NS$), še zlasti marca ($r=0,3508 / 0,1$).

Skratka, črni bori iz okolice Komna in Lipe tvorijo širše letnice v letih, ki so nekoliko mokrotnejša in hladnejša od običajnih, oz. v letih, ki imajo bolj namočeno jesen prejšnjega leta, mokro in toplo zimo ter pomlad in mokro ter nekoliko hladnejše poletje, kakor tudi celotno vegetacijsko dobo.

2.1.3. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC ČRNIH BOROV V SUBMEDITERANSKI SLOVENIJI - zaključki

Odnos med širino letnic in padavinskimi ter temperaturnimi razmerami za vse doslej navedene lokacije (Socerb, Petrinje in Bržanija) skupno, je bil že objavljen (D. Ogrin, 1989). Povprečno kronologijo smo primerjali s podatki meteorološke postaje Kubed. V pričujoči razpravi smo pri izračunu povprečne kronologije izpustili flišno Bržanijo in vključili lokacijo Lipa - Komen s Krasa, pri kateri smo dobili večjo odzivnost na klimatske razmere. Glede padavin in temperatur se obe kombinaciji lokacij bistveno ne razlikujeta, le da je pri drugi, "kraški" varianti, reakcija na klimatske razmere močnejša.

Na vseh lokacijah je reakcija na padavinske in temperaturne razmere podobna. Posebnosti lahko pripišemo lokalnim rastiščnim razmeram in slučajnostim. Da bi katerega od teh "motečih" faktorjev odpravili, smo iz vseh lokacij s Krasa (Socerb, Petrinje, Komen-Lipa) sestavili povprečno kronologijo indeksov širin letnic in jo, po že opisanem postopku, primerjali s padavinskimi in temperaturnimi podatki za meteorološko postajo Komen. V skupni kronologiji je združeno 24 vzorcev črnih borov, dolžina kronologije pa je 38 let (1951-1988).

V dobi mirovanja (pozimi) in na začetku vegetiranja (spomladi) višje temperature od povprečja stimulirajo prirast (zima $r = 0,4970 / 0,05$; pomlad $r = 0,2846 / NS$; marec $r = 0,5544 / 0,01$). Povprečna zimska temperatura je v Komnu $3,4^{\circ}\text{C}$ (1955-1980), spomladanska pa $10,8^{\circ}\text{C}$ (1955-1980), kar je po Frittsu (1976, str. 165) pod optimalno temperaturo za fotosintezo, ki je za drevesne vrste iz zmernege pasu od 15 do 20°C . V ostalih mesecih in letnih časih višje temperature zavirajo prirast. Izrazit je negativen pomen nadpovprečno visokih temperatur poleti ($r = -0,388 / 0,1$) in v vegetacijski dobi ($r = -0,4829 / 0,01$). Povprečne poletne temperature se v Komnu gibljejo okoli $19,8^{\circ}\text{C}$, v vegetacijski dobi pa okoli $16,3^{\circ}\text{C}$ (1955-1980). V tem času povzročajo višje temperature visoko evapotranspiracijo, kar rastline zaradi pomanjkanja talne vlage občutijo kot sušo.

Po D. Plutu (1981), je v Kubedu in na Kozini potencialna evapotranspiracija višja od povprečne količine padavin v juliju in avgustu, v Kopru pa je to obdobje daljše in traja od maja do avgusta. Kot faktor sušnosti pa niso upoštewane talne in kamninske razmere, ki na kraškem svetu sušnost še potencirajo.

Višje temperature v jeseni preteklega leta (september $r = -0,289 / NS$; oktober $r = -0,2976 / NS$; november $r = -0,3535 / 0,1$), so neugodne za prirast. H. C. Fritts (1976, str. 396) razlaga ta pojav na dva načina. Prvič, da višje temperature od normalnih v jeseni lahko podaljšajo rast tkiv, ki porabijo zaloge hrane, namenjene rasti v naslednji pomladi.

Tabela 6: ČRNI BORI IZ SUBMEDITERANSKE SLOVENIJE - rezultati korelacijske analize

Table 6: Black pines from submediterranean Slovenia - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	37	-0.4613	-3.070	0.01	29	0.2468	1.323	NS
R	Jun	37	0.0104	0.061	NS	29	-0.0045	-0.020	NS
E L	Jul	37	0.0601	0.356	NS	29	-0.1294	-0.670	NS
T E	Avg	37	0.0661	0.392	NS	29	0.0113	0.058	NS
E T	Sep	37	-0.1349	-0.800	NS	29	-0.2890	-1.560	NS
K O	Okt	37	0.2509	1.533	NS	29	-0.2976	-1.610	NS
L	Nov	37	0.1030	0.613	NS	29	-0.3535	-1.960	0.1
O	Dec	37	0.2491	1.522	NS	29	0.0838	0.437	NS
	Jan	38	-0.0728	-0.430	NS	30	0.1780	0.957	NS
	Feb	38	0.0141	0.084	NS	30	0.2554	1.398	NS
T	Mar	38	-0.1184	-0.710	NS	30	0.5544	3.525	0.01
E L	Apr	38	-0.0676	-0.400	NS	30	-0.0049	-0.020	NS
K E	Maj	38	0.1532	0.930	NS	30	-0.3671	-2.080	0.05
O T	Jun	38	0.1741	1.060	NS	30	-0.0255	-0.130	NS
Č O	Jul	38	0.2972	1.868	0.1	30	-0.3234	-1.800	0.1
E	Avg	38	-0.0469	-0.280	NS	30	-0.3694	-2.100	0.05
	Sep	38	0.3881	2.526	0.05	30	-0.2342	-1.270	NS
	Okt	38	0.2241	1.380	NS	30	-0.3143	-1.750	0.1
Zima		29	0.2177	1.159	NS	25	0.4970	2.747	0.05
Pomlad		30	-0.0675	-0.350	NS	26	0.2846	1.454	NS
Poletje		30	0.3225	1.803	0.1	26	-0.3880	-2.060	0.1
Jesen		30	0.1941	1.047	NS	26	-0.2841	-1.450	NS
Veg.doba		38	0.3713	2.399	0.05	30	-0.4829	-2.910	0.01
Leto		38	0.3413	2.179	0.05	30	0.0257	0.136	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

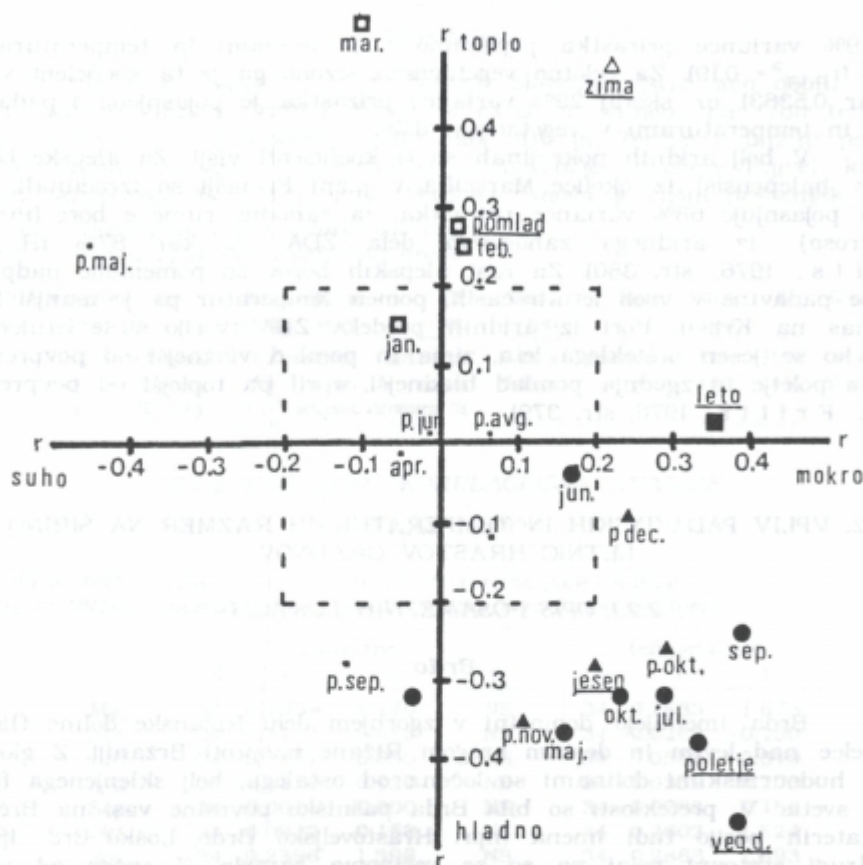
t - t-test

p - nivo pomembnosti

In drugič, višje temperature v jeseni odložijo pripravo lesa na zimo. To poveča občutljivost tkiv na poškodbe zaradi mraza in negativno učinkuje na prirastek v naslednji rastni sezoni.

Pri vplivu padavinskih razmer je slika bolj enostavna. Ob strani puščamo statistično pomemben korelacijski koeficient za maj v pretekli sezoni ($r = -0,4613 / 0,01$). Vsi ostali statistično pomembni koeficienti so pozitivni in se nanašajo na padavinske razmere v vegetacijski dobi (julij $r = 0,2972 / 0,1$; september $r = 0,3881 / 0,05$; poletje $r = 0,3225 / 0,1$; vegetacijska doba $r = 0,3713 / 0,05$). Statistično pomemben je tudi r za letno vsoto padavin ($r = 0,3413 / 0,05$), kar pomeni, da črni bori s Krasa v letih z nadpovprečno količino padavin (v obdobju 1951-1980 je povprečje za Komen 1666 mm) tvorijo tudi širše letnice. Isto lahko trdimo tudi za padavine poleti in v celotni vegetacijski dobi.

Potreba po višji količini padavin na Krasu ni toliko povezana z nizkimi količinami padavin, saj jih je v Komnu več kot 1500 mm letno;



Slika 2: Submediteranska Slovenija - odzivna funkcija za črne bore (*Pinus nigra*)
 Fig. 2: Submediterranean Slovenia - response function for black pines (*Pinus nigra*)

v vegetacijski dobi čez 800 mm, poletje pa je za jesenjo s 412 mm padavin (1951-1980) drugi najbolj namočen letni čas. Ta potreba je bolj povezana s kraškim značajem površja in tanko odejo prsti, ki zadrži le malo vlage. Mala retenzijska sposobnost prsti in relativno visoke temperature poleti (povprečje 1955-1980 je 19,8°C) sušnost še potencirajo, zaradi česar rastline doživijo v rastni sezoni večkrat "sušni stres".

"Odzivna funkcija" (slika 2), ki prikazuje odvisnost širine letnic od obeh opazovanih klimatskih elementov, priča, da so za bore s Krasa za prirast ugodna leta, v katerih je jesen prejšnjega leta nekoliko hladnejša in bolj namočena od običajnih, zima in pomlad pa morata biti predvsem topli. Poletje in celotna vegetacijska sezona pa morata biti hladnejša in bolj namočena od povprečja.

Da bi dobili skupen vpliv padavinskih in temperaturnih razmer na širino letnic poleti oz. v celotni vegetacijski sezoni, smo izračunali koeficiente multiple korelacije. Za poletje znaša 0,437. To pomeni, da lah-

ko 19% variance prirastka pojasnimo s padavinami in temperaturami poleti ($r_{0,12}^2 = 0,19$). Za celotno vegetacijsko sezono pa je ta koeficient večji (kar 0,5363), oz. skoraj 29% variance prirastka je pojasnjeno s padavinami in temperaturami v vegetacijski dobi.

V bolj aridnih pokrajinah so ti koeficienti višji. Za alepske bore (*Pinus halepensis*) iz okolice Marseilla v južni Franciji so izračunali, da klima pojasnjuje 68% variance prirastka, za zahodne rumene bore (*Pinus ponderosa*) iz aridnega zahodnega dela ZDA pa kar 87% (H. C. Fritts, 1976, str. 380). Za rast alepskih borov so pomembne nadpovprečne padavine v vseh letnih časih, pomen temperatur pa je manjši kot pri nas na Krasu. Bori iz aridnih predelov ZDA tvorijo širše letnice v letih, ko so jesen preteklega leta, zima in pomlad vlažnejši od povprečja, ko sta poletje in zgodnja pomlad hladnejši, april pa toplejši od povprečja (H. C. Fritts, 1976, str. 379).

2.2. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC HRASTOV GRADNOV

2.2.1. OPIS POSAMEZNIH LOKACIJ

Brdo

Brda imenujejo domačini v zgornjem delu Rižanske doline flišne osamelce nad levim in desnim bregom Rižane nasproti Bržaniji. Z globokimi hudourniškim dolinami so ločena od ostalega, bolj sklenjenega flišnega sveta. V preteklosti so bila Brda pašniške površine vasi na Bregu, po katerih nosijo tudi imena (npr. Hrastoveljsko Brdo, Loško Brdo ipd.). Po drugi svetovni vojni pa so se večinoma zarasla. Z enega od njih, Bezoviškega brda (n.v. 260 m), smo dobili 5 kolobarjev hrasta gradna (*Quercus petraea*).

Karbonatna rendzina je po D. Stepančiču (1974) na strmih pobočjih Brd zaradi paše v preteklosti in erozije nesklenjena. Pogosto moli na površje proti preperevanju bolj odporni flišni peščenjak. Na temenih Brd je profil prsti globlji (na Bezoviškem Brdu smo namerili od 17 do 33 cm). Prst na Bezoviškem Brdu je meljasta ilovica.

Gradni z vrha Brda so ob poseku dosegli starost 35–40 let. Iz njih smo sestavili 34 let (1955 – 1988) dolgo kronologijo indeksov širin letnic.

Plasa

Lokacija Plasa se nahaja na Podgorskem krasu, nad prvim sistemom apnenčastih stopenj nad Rižansko dolino. Dobili smo dva kolobarja hrasta gradna, ki sta rasla na n.v.320 m, na rahlo nagnjenem, skalovitem pobočju. V žepih med skalami je prst globoka 17 do 30 cm in je precej humusna in glinasta. Ob poseku sta bila hrasta stara 43 let. Tako dolga je tudi kronologija.

Topolovec

Iz vasi Topolovec v notranjosti Slovenske Istre smo dobili 97 let star kolobar hrasta gradna. Hrast je rasel na samem, na robu terasiranega travnika, v nadmorski višini okoli 410 m. Teraso v bližini posekanega hrasta so bile v preteklosti intenzivneje obdelane (njive), kar je kljub zaraščanju še danes vidno. Matična osnova je flišni peščenjak.

Tabela 7: Pregled podatkov o lokacijah vzorčenja

Table 7: Review of data on sampling areas

Lokacija	Nadmorska višina	Lega	Naklon površja	Matična podlaga	Tip prsti	Globina prsti	Tekstura	Grobi pesek	Melj	Glina	Drobni pesek
Brdo	260 m	vrh steмена	0-3°	peščenjak	karb.renzina	17-33 cm	meljasta ilov.	5.45%	51.4%	8.1%	35.05%
Plasa	320 m	JZ pobočje	3-5°	apnenec	renzina	17-30 cm	glina	4.86%	24.4%	59.5%	11.24%
Topolovec	410 m	SZ pobočje	7-10°	peščenjak	antropogena tla	-	-	-	-	-	-

2.2.2. REZULTATI KORELACIJSKE ANALIZE

2.2.2.1. BRDO

Tabela 8: BRDO (Hrast graden) - rezultati korelacijske analize

Table 8: BRDO (Durmast oak) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	34	-0.2039	-1.170	NS	34	0.2833	1.678	0.1
R	Jun	34	-0.1111	-0.630	NS	34	-0.0269	-0.150	NS
E L	Jul	34	-0.1157	-0.650	NS	34	-0.0552	-0.310	NS
T E	Avg	34	-0.0229	-0.120	NS	34	0.0359	0.203	NS
E T	Sep	34	-0.0011	-0.000	NS	34	-0.0283	-0.150	NS
K O	Okt	34	0.0912	0.158	NS	34	0.2602	1.524	NS
L	Nov	34	0.2396	1.396	NS	34	0.2868	1.693	0.1
O	Dec	34	0.4088	2.534	0.05	34	-0.0730	-0.410	NS
	Jan	34	0.2177	1.262	NS	34	-0.0139	-0.070	NS
	Feb	34	-0.0978	-0.550	NS	34	-0.1648	-0.940	NS
T	Mar	34	0.1286	0.733	NS	34	0.2138	1.238	NS
E L	Apr	34	-0.1255	-0.710	NS	34	0.2756	1.622	NS
K E	Maj	34	0.3077	1.829	0.1	34	-0.0634	-0.350	NS
O T	Jun	34	0.0824	0.467	NS	34	-0.0281	-0.150	NS
Č O	Jul	34	0.1854	1.067	NS	34	0.0049	-0.020	NS
E	Avg	34	0.2631	1.543	NS	34	-0.1275	-0.720	NS
	Sep	34	-0.0703	-0.390	NS	34	-0.0015	-0.000	NS
	Okt	34	-0.0879	-0.490	NS	34	-0.0735	-0.410	NS
Zima		26	0.2688	1.367	NS	26	-0.0970	-0.470	NS
Pomlad		26	0.2894	1.481	NS	26	0.2893	1.481	NS
Poletje		26	0.3604	1.892	0.1	26	-0.1624	-0.800	NS
Jesen		26	-0.0958	-0.470	NS	26	0.1776	0.884	NS
Veg.doba		34	0.2384	1.389	NS	26	0.0050	0.028	NS
Leto		34	0.1964	1.133	NS	26	0.0742	0.421	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

Širine letnic za Brdo smo primerjali s podatki meteorološke postaje Kubed, ki je oddaljena slabih 300 m in leži približno enako visoko (262 m). Debelinski prirast hrastov z Brda ima podobne odnose s klimo kot črni bori iz Bržanije. Le trdnost povezav je nekoliko šibkejša. Pomembna je višja količina padavin v jeseni prejšnjega leta (november $r=0,2396$ / NS; december $r=0,4088$ / 0,05). Pomembne so tudi nadpovprečne padavine v maju ($r=0,3077$ / 0,1), v celotni pomladi ($r=0,2894$ / NS) in pozimi ($r=0,2688$ / NS). Izstopajo tudi nadpovprečne padavine poleti ($r=0,3604$ / 0,1).

Temperaturne razmere nimajo tako pomembne vloge. Statistično pomembni korelacijski koeficienti so za maj in november v pretekli vegetacijski sezoni (maj $r=0,2833$ / 0,1; november $r=0,2868$ / 0,1). Blizu statistične pomembnosti so tudi koeficienti za temperature za oktober v pretekli sezoni ($r=0,2602$ / NS). Višje temperature v teh mesecih, kakor tudi spomladi, (marec $r=0,2138$ / NS; april $r=0,2756$ / NS; celotna pomlad $r=0,2893$ / 0,1) delujejo stimulatивно na prirast.

Tabela 9: PLASA (Hrast graden) - rezultati korelacijske analize
Table 9: PLASA (Durmast oak) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	38	-0.1777	-1.080	NS	37	0.1565	0.937	NS
R	Jun	38	0.1908	1.166	NS	37	-0.0593	-0.350	NS
E L	Jul	38	-0.0588	-0.350	NS	37	-0.0107	-0.060	NS
T E	Avg	38	-0.1843	-1.120	NS	37	0.1625	0.974	NS
E T	Sep	38	-0.0054	-0.030	NS	37	0.0086	0.051	NS
K O	Okt	38	0.3148	1.990	0.1	37	-0.2112	-1.270	NS
L	Nov	38	0.0457	0.274	NS	37	-0.0737	-0.430	NS
O	Dec	38	0.2021	1.238	NS	37	-0.2360	-1.430	NS
	Jan	38	-0.1148	-0.690	NS	38	0.1972	1.207	NS
	Feb	38	-0.1389	-0.840	NS	38	0.0117	0.070	NS
T	Mar	38	0.0261	0.156	NS	38	0.4191	2.769	0.01
E L	Apr	38	-0.1965	-1.200	NS	38	-0.0352	-0.210	NS
K E	Maj	38	0.3330	2.118	0.05	38	-0.2875	-1.800	0.1
O T	Jun	38	0.0701	0.422	NS	38	0.1310	0.793	NS
Č O	Jul	38	0.3050	1.921	0.1	38	-0.0247	-0.140	NS
E	Avg	38	0.2469	1.529	NS	38	-0.2135	-1.130	NS
	Sep	38	0.2161	1.328	NS	38	-0.1585	-0.960	NS
	Okt	38	0.0948	0.571	NS	38	-0.1759	-1.070	NS
Zima		29	0.1417	0.744	NS	29	0.1659	0.874	NS
Pomlad		30	0.1937	1.045	NS	30	0.1368	0.731	NS
Poletje		30	0.3755	2.144	0.05	30	-0.0307	-0.160	NS
Jesen		30	-0.1413	-0.750	NS	30	-0.2571	-1.400	NS
Veg.doba		37	0.4209	2.745	0.01	38	-0.1931	-1.180	NS
Leto		38	0.1701	1.035	NS	38	0.0459	0.275	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

Za hraste z Brd so za prirast ugodnejša leta, v katerih je jesen prejšnjega leta namočena in topla, enako tudi pomlad. Zima in poletje pa morata biti predvsem bolj vlažni.

2.2.2.2. PLASA

Kraška Plasa je klimatsko bolj "občutljiva" lokacija kot flišno Brdo. Korelacijski koeficienti so višji. Tudi tu so pozitivne višje padavine v jeseni preteklega leta, zlasti oktobra ($r = 0,3148 / 0,1$), še posebej pa v vegetacijski dobi (maj $r = 0,333 / 0,05$; julij $r = 0,305 / 0,1$; avgust $r = 0,2469 / NS$; september $r = 0,2161 / NS$; poletje $r = 0,3755 / 0,05$; vegetacijska doba $r = 0,4209 / 0,01$, kar kaže na to, da gradni s Krasa bolj trpijo na pomanjkanju vode kakor gradni s fliša.

Pri primerjavi širine letnic in temperatur smo izračunali statistično pomembne korelacije samo za marec ($r = 0,4191 / 0,01$) in maj ($r = -0,2875 / 0,1$). Blizu pomembnosti so še korelacijski koeficienti za pretekli oktober ($r = -0,2112 / NS$), pretekli december ($r = -0,236 / NS$) in avgust ($r = -0,2135 / NS$). Razen spomladi višje temperature povečujejo sušnost.

Gradni s Plase imajo širše letnice v letih, ko je jesen v pretekli sezoni vlažnejša in hladnejša od povprečja, ko je poletje bolj namočeno in ko je celotna vegetacijska doba nadpovprečno namočena in podpovprečno topla.

2.2.2.3. TOPOLOVEC

Topolovško kronologijo indeksov širin letnic smo primerjali s podatki meteorološke postaje Kubeč. Statistično pomembnih korelacijskih koeficientov je za Topolovec manj kot za Brdo in Plaso. Padavine so v pozitivni korelaciji za avgust ($r = 0,3029 / 0,1$), za poletje ($r = 0,3371 / 0,1$) in celo vegetacijsko dobo ($r = 0,4466 / 0,01$). Negativne korelacije so za zimske temperature (februar $r = -0,337 / 0,05$; zima $r = -0,4396 / 0,05$), pozitivne pa za april ($r = 0,2801 / 0,1$). Pomembne so torej podpovprečno hladne zime in nadpovprečno namočena poletja, kakor tudi višje količine padavin v vegetacijski dobi.

2.2.3. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC HRASTOV GRADNOV - zaključki

Da bi prišli do bolj splošnih zaključkov o odnosih med klimo in širino letnic pri gradnih iz submediteranske Slovenije, smo izračunali povprečno kronologijo indeksov širin drevesnih letnic za vse tri lokacije skupaj. Skupna kronologija je dolga 31 let (1955 - 1985); primerjali smo jo s podatki meteorološke postaje Kubeč.

Rezultati kažejo na podobno odzivnost kakor pri črnih borih, le da je pri hrastih odzivnost na padavinske razmere močnejša. Nadpovprečna količina padavin deluje v vseh letnih časih stimulatивно na prirast. Če vpliv padavin rangiramo po pomembnosti, potem so za prirast naj-

Tabela 10: *TOPOLOVEC (Hrast graden) - rezultati korelacijske analize*
 Table 10: *TOPOLOVEC (Durmast oak) - results of the correlation analysis*

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	36	0.2291	1.372	NS	34	-0.0211	-0.110	NS
R	Jun	36	0.1168	0.686	NS	34	0.0972	0.552	NS
E L	Jul	36	0.1123	0.659	NS	34	0.2356	1.371	NS
T E	Avg	36	0.1705	1.009	NS	34	0.1050	0.597	NS
E T	Sep	36	0.1695	1.003	NS	34	0.0393	0.223	NS
K O	Okt	36	0.1423	0.838	NS	34	-0.0126	-0.070	NS
L	Nov	36	0.0845	0.494	NS	34	0.1475	0.843	NS
O	Dec	36	0.0434	0.253	NS	34	0.0536	0.303	NS
	Jan	36	0.0229	0.133	NS	35	-0.1243	-0.710	NS
	Feb	36	-0.0906	-0.530	NS	35	-0.3370	-2.050	0.05
T	Mar	36	-0.1530	-0.900	NS	35	-0.1435	-0.830	NS
E L	Apr	36	0.1038	0.609	NS	35	0.2801	1.676	0.1
K E	Maj	36	0.1479	0.872	NS	35	0.0157	0.090	NS
O T	Jun	36	0.1883	1.118	NS	35	-0.0035	-0.010	NS
Č O	Jul	36	0.1701	1.007	NS	35	0.0971	0.560	NS
E	Avg	36	0.3029	1.853	0.1	35	-0.0858	-0.490	NS
	Sep	36	0.2124	1.267	NS	35	0.0401	0.230	NS
	Okt	36	-0.1165	-0.680	NS	35	0.0948	0.547	NS
Zima		29	-0.0167	-0.080	NS	29	-0.4396	-2.540	0.05
Pomlad		30	-0.0082	-0.040	NS	30	0.0563	0.298	NS
Poletje		30	0.3371	1.895	0.1	30	0.0655	0.347	NS
Jesen		30	0.1234	0.658	NS	30	0.1015	0.540	NS
Veg.doba		35	0.4466	2.867	0.01	35	0.1129	0.653	NS
Leto		36	0.1570	0.927	NS	35	-0.1174	-0.670	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

pomembnejše padavine v vegetacijski dobi ($r = 0,6654 / 0,001$), znotraj nje pa višja količina padavin v poletnih mesecih (poletje $r = 0,5592 / 0,01$; julij $r = 0,3372 / 0,1$; avgust $r = 0,5002 / 0,01$; september $r = 0,2893 / NS$). Podobno kot za bore je pomembno, da je nadpovprečno namočena tudi jesen preteklega leta (oktober $r = 0,3193 / 0,1$; november $r = 0,2207 / NS$; december $r = 0,2956 / 0,1$). Blizu statistične pomembnosti sta tudi korelacijska koeficienta za padavine spomladi ($r = 0,2549 / NS$) in za celoletno vsoto padavin ($r = 0,2898 / NS$).

Zveza med padavinami in širino letnic je tudi v tem primeru premosorazmerna. Nadpovprečna količina padavin (v Kubeđu pade letno okoli 1300 mm padavin, od tega v vegetacijski dobi okoli 660 mm, poleti okoli 340 mm, v jeseni pa okoli 370 mm - 1951-1980), pomeni višjo talno vlažnost, kar zmanjšuje "sušni stres", ki v letih s podpovprečno količino padavin omejuje fiziološke procese, ki vplivajo na rast (H. C. F r i t t s, 1976, str. 397).

V primerjavi z bori igrajo pri hrastih temperaturne razmere manj pomembno vlogo. Še najpomembnejše so temperaturne razmere po-

Tabela 11: HRASTI IZ SUBMEDITERANSKE SLOVENIJE - rezultati korelacijske analize

Table 11: DURMAST OAKS FROM SUBMEDITERRANEAN SLOVENIA - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	31	-0.0148	-0.070	NS	31	0.2170	1.197	NS
R	Jun	31	0.1200	0.651	NS	31	-0.0196	-0.100	NS
E L	Jul	31	-0.0513	-0.270	NS	31	0.1726	0.943	NS
T E	Avg	31	0.0326	0.175	NS	31	0.1864	1.021	NS
E T	Sep	31	0.0801	0.432	NS	31	0.0457	0.246	NS
K O	Okt	31	0.3193	1.814	0.1	31	0.0603	0.325	NS
L	Nov	31	0.2207	1.218	NS	31	0.1976	1.085	NS
O	Dec	31	0.2956	1.666	0.1	31	-0.1466	-0.790	NS
	Jan	31	0.0236	0.127	NS	31	0.0629	0.339	NS
	Feb	31	-0.1637	-0.890	NS	31	-0.3371	-1.920	0.1
T	Mar	31	-0.0043	-0.020	NS	31	0.2739	1.5434	NS
E L	Apr	31	-0.0669	-0.360	NS	31	0.2865	1.610	NS
K E	Maj	31	0.4497	2.711	0.05	31	-0.1401	-0.760	NS
O T	Jun	31	0.1721	0.941	NS	31	0.0576	0.310	NS
Č O	Jul	31	0.3372	1.928	0.1	31	0.0641	0.346	NS
E	Avg	31	0.5002	3.111	0.01	31	-0.2752	-1.540	NS
	Sep	31	0.2893	1.627	NS	31	-0.0787	-0.420	NS
	Okt	31	-0.1168	-0.630	NS	31	-0.1071	-0.570	NS
Zima		26	0.1397	0.691	NS	26	-0.3030	-1.550	NS
Pomlad		26	0.2549	1.291	NS	26	0.2485	1.256	NS
Poletje		26	0.5592	3.305	0.01	26	-0.0817	-0.400	NS
Jesen		26	0.0262	0.128	NS	26	0.0665	0.326	NS
Veg.doba		31	0.6654	4.801	0.001	31	-0.0169	-0.090	NS
Leto		31	0.2898	1.631	NS	31	-0.0134	-0.070	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

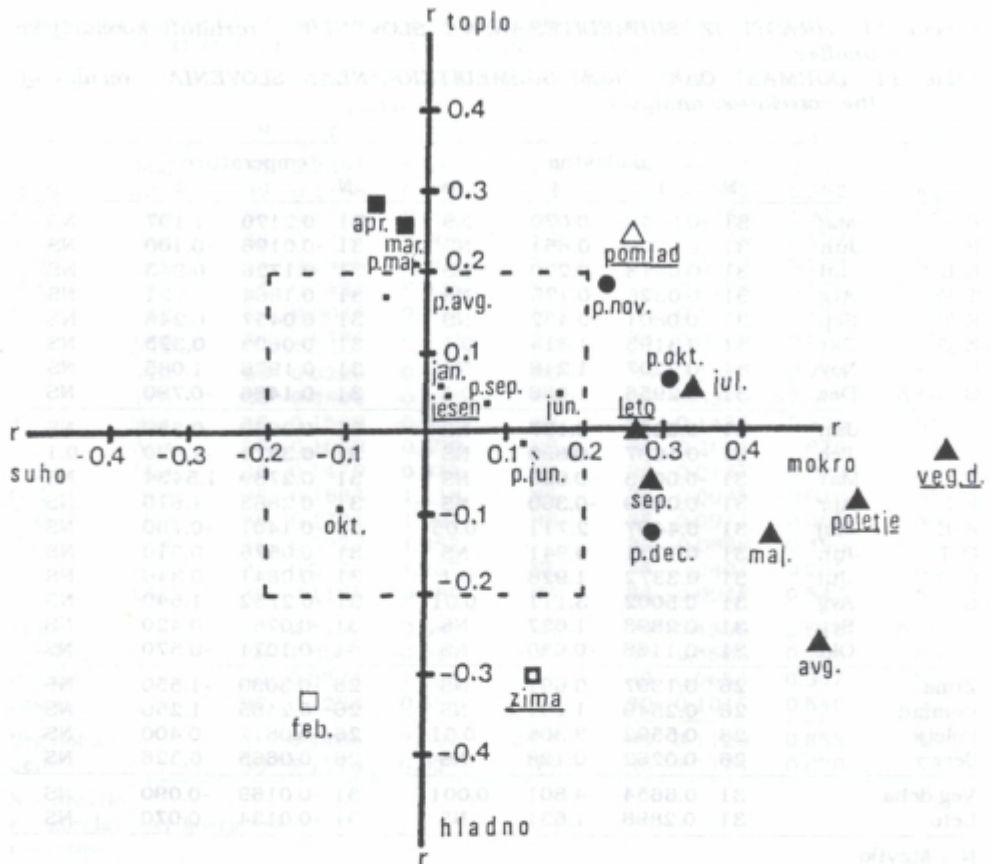
t - t-test

p - nivo pomembnosti

zimi. Višje temperature v tem letnem času, zlasti pa februarja, vplivajo negativno na prirast (zima $r = -0,303$ / NS; februar $r = -0,3371$ / 0,1). To je v nasprotju z borji, pri katerih imajo višje zimske temperature poziti-ven učinek na prirast v rastni sezoni.

Ena od možnih razlag za ta pojav je, da je zima v Koprskem primorju eden od letnih časov, v katerem pade najmanj padavin (v Kube-
du je za pomladjo z 292 mm padavin, drugi najbolj sušen letni čas z 295 mm, poleti jih je npr. 337 mm. Februar pa je bil z 79 mm padavin v obdobju 1951 - 1989 sploh najbolj sušen mesec. Višje temperature v tem letnem času potemtakem povečujejo evapotranspiracijo, kar ob pomanjka-
nju talne vlage vodi k "sušnemu stresu". Po drugi razlagi H.C. F r i t t s a (1976, str. 396) pa lahko višje temperature neposredno vplivajo na povečano respiracijo, ki povzroči, da rastlina že v zimskem času porabi del zaloga hrane, kar se kasneje odraža v zmanjšanem prirastku.

Blizu statistične pomembnosti so korelacijski koeficienti za tem-



Slika 3: Submediteranska Slovenija - odzivna funkcija za hraste gradne (*Quercus petraea*)

Fig. 3: Submediterranean Slovenia - response function for durmast oaks (*Quercus petraea*)

perature spomladi (marec $r = 0,2739$ / NS; april $r = 0,2865$ / NS; pomlad $r = 0,2485$ / NS). Nadpovprečno topla pomlad pomeni večji debelinski prirastek (širše letnice), ker se zaradi višjih temperatur prej začne vegetacijska doba. Tridesetletno spomladansko temperaturno povprečje je v Kubeđu $10,6^{\circ}\text{C}$, marčevsko $6,4^{\circ}\text{C}$, aprilsko pa $10,5^{\circ}\text{C}$, torej pod 15°C , ki jih H.C. Fritts (1976, str. 170) postavlja kot spodnjo optimalno mejo za fotosintezo.

Nadpovprečno toplo poletje pri hrastih nima izrazitega negativnega pomena. Še najbližje statistični pomembnosti je korelacijski koeficient za avgustovske temperature ($r = -0,2752$ / NS).

Na podlagi vzorca osmih sklepamo, da so za prirast hrastov v Slovenski Istri pomembne predvsem padavinske razmere. Višja količina padavin pomeni večji prirastek. Še posebej to velja za padavine v vegetacijski dobi, s katerimi lahko pojasnimo kar 44% variance prirastka ($r^2 = 0,4427$).

3. PRODNE TERASE OSREDNJE SLOVENIJE

Lokacije, ki smo jih poimenovali "Prodne terase osrednje Slovenije", niso izbrane po naključju. Talne in kamninske razmere so, glede na pogoje, ki jih nudijo za rast dreves, na nek način podobne tistim na Krasu. Na debelem sloju za vodo dobro prepustnih prodnih nanosov se je razvila tanka odeja prsti, ki je prav tako dobro prepustna. Predvidevali smo, da bodo drevesa, ki rastejo v takih pogojih, reagirala na sušnost (manjšo količino padavin) podobno, kot tista na Krasu, še zlasti v poletnih mesecih, za katere je I. Gams (1986, str. 32) na Ljubljanskem polju ugotovil, da padavine komaj dosegajo potencialno evapotranspiracijo.

B. Uran in M. Živanović (1987, str.411) sta za Ljubljansko polje med Gameljnam in Dolskim ugotovila, da znaša debelina prodnih nanosov 50 do 80 m. Nad prodnimi nanosi, ki so povečini pleistocenski, sta se razvila dva tipa prsti: rendzina in evtrična rjava tla (D. Stepančič - F. Lobnik, 1985, str. 15).

Slabše pogoje za uspevanje vegetacije nudi rendzina, ki je plitvejša od evtričnih rjavih tal (15 - 30 cm) in zelo dobro prepušča vodo. Kljub temu je zelo primerna za poljedelstvo, še zlasti za kulture, ki dobro prenašajo sušo ali dozoriyo še pred nastopom le-te. Gozdna vegetacija se pojavlja le tam, kjer je rendzina najplitvejša (D. Stepančič - F. Lobnik, 1985, str. 15). V primerjavi s Krasom ima Ljubljansko polje tudi manjšo povprečno letno količino padavin (Ljubljana 1395 mm, Komen 1666 mm; 1951 - 1980), zato smo pričakovali, da se bodo drevesa z Ljubljanskega polja in ostalih rastišč s podobnimi razmerami odzivala na sušnost.

Pri raziskovanju smo se omejili na Ljubljansko kotlino. Izbrane lokacije so: Kleče s štirimi hrastovimi kolobarji ter Repnje pri Vodica h z devetimi izvrtki smrek in desetimi izvrtki rdečega bora.

3.1. OPIS POSAMEZNIH LOKACIJ

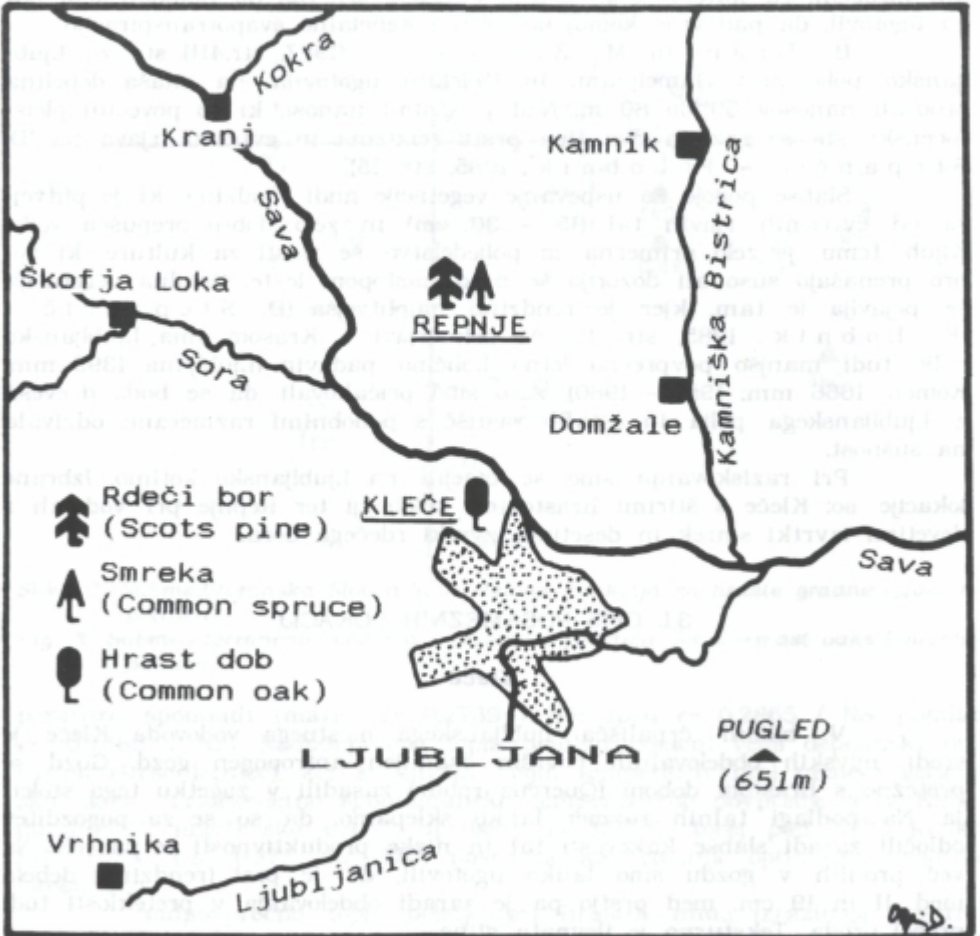
Kleče

V bližini črpališča ljubljanskega mestnega vodovoda Kleče je sredi njivskih obdelovalnih površin osamljen antropogen gozd. Gozd so pretežno s hrastom dobom (*Quercus robur*) zasadili v začetku tega stoletja. Na podlagi talnih razmer lahko sklepamo, da so se za pogozditev odločili zaradi slabše kakovosti tal in nizke produktivnosti te parcele. Na več profilih v gozdu smo lahko ugotovili, da je prst (rendzina) debela med 11 in 19 cm, med prstjo pa je zaradi obdelovanja v preteklosti tudi precej proda. Teksturno je ilovnata glina.

Analizirali smo 5 hrastovih kolobarjev. Enega smo kasneje s postopkom križnega datiranja izločili, ker je kazal premajhno variabilnost v širini letnic in je po sinhronosti priraščanja bistveno odstopal od ostalih. Iz drugih štirih smo sestavili skupno kronologijo, dolgo 69 let (1917 - 1985).

Tabela 12: Pregled podatkov o lokacijah vzorčenja
 Table 12: Review of data on sampling areas

Lokacija	Nadmorska višina	Leg	Naklon površja	Matična podlaga	Tip pesi	Globina prsti	Tekstura	Grobi pesek	Melj	Glina	Drobn pesek
Kleče	300 m	ravnina	0°	prod	rendzina	11-19 cm	ilovnata glina	26.4%	30.4%	25.9%	17.3%
Repnje	340 m	ravnina	0°	prod(glin. sedimenti)	-	25-30 cm	peščena ilovica	9.47%	34.8%	0.36%	55.37%



Slika 4: Prodne terase osrednje Slovenije - položaj lokacij vzorčenja
 Fig. 3: Gravelly terraces in central Slovenia - sampling areas position

Repnje

Predvidevali smo, da tudi rdeči bori (*Pinus silvestris*) in smreke (*Picea abies*) iz umetno zasajenega gozda pri vasi Repnje na Kranjskem polju rastejo v podobnih razmerah, kakor hrasti iz Kleč. Ko smo ugotavljali globino prsti pa smo dognali, da je prst v omenjenem gozdu globlja (25 - 30 cm) in da se ni razvila neposredno nad prodnimi nanosi, ampak na okoli 60 cm debelem sloju glinastih sedimentov, ki so jih vode nanesele iz bližnjega Repenjskega hriba (po geološki karti 1 : 50.000, list Kranj, je Repenjski hrib zgrajen iz glinastega laporja). Prst je tudi teksturno drugačna - peščeno ilovnata.

Deset analiziranih borov je bilo podobnih dimenzij. Visoki so bili od 17 do 20 m, obseg v višini vrhanja se je gibal od 95 do 142 cm, stari pa so bili od 50 do 60 let. Kronologija indeksov širin letnic za to lokacijo je dolga 51 let (1939 - 1989).

Podobnih dimenzij in starosti kot rdeči bori je bilo tudi 10 smrek, na katerih smo naredili izvrtke. Povprečno kronologijo smo sestavili iz devetih, ker smo en vzorec zaradi nesinhronosti v priraščanju z ostalimi odstranili. Dolga pa je 51 let (1939 - 1989).

3.2. REZULTATI KORELACIJSKE ANALIZE

3.2.1. KLEČE

Standardizirano kronologijo indeksov širin letnic smo primerjali s podatki meteorološke postaje Ljubljana za obdobje 1936 - 1985. Rezultati kažejo, da gre za podobno reakcijo na padavinske in temperaturne razmere kot pri hrastih in borih iz submediteranske Slovenije, le da je vpliv obeh klimatskih elementov bolj uravnotežen, še zlasti v poletnem času (poletne padavine $r = 0,3707 / 0,05$; poletne temperature $r = -0,4482 / 0,05$).

Višja količina padavin je stimulativna za rast letnic tudi spomladi (marec $r = 0,2144 / NS$; april $r = 0,2185 / NS$; maj $r = 0,3516 / 0,05$; pomlad $r = 0,5955 / 0,001$), kakor tudi v celotni vegetacijski dobi ($r = 0,2983 / 0,05$). Za prirast je ugodna tudi nadpovprečna letna količina padavin ($r = 0,2335/0,1$). Negativno pa se na širini letnic odraža nadpovprečna količina padavin v zimskih mesecih ($r = -0,3752 / 0,05$).

30-letna povprečja padavin po letnih časih so za Ljubljano naslednja : zima 280 mm, pomlad 316 mm, poletje 407 mm in jesen 387 mm (obdobje 1951-1980). V vegetacijski dobi pa je v istem obdobju padlo povprečno 841 mm padavin, to je približno toliko kot na Krasu (Komen 814 mm).

Temperaturne razmere so se pokazale kot pomemben dejavnik rasti v poletnem času tekoče vegetacijske sezone (junij $r = -0,4228 / 0,01$, julij $r = -0,2657 / 0,1$, poletje $r = -0,4482 / 0,05$).

Nadpovprečne temperature v tem letnem času (poletno temperaturno povprečje je v Ljubljani $18,8^{\circ}\text{C}$ - 1951-1980) delujejo zaviralno na rast letnic. Ta pojav si lahko razlagamo podobno kot pri črnih borih iz

submediteranske Slovenije. Višje temperature poleti pospešujejo izhlapevanje in porabo vode, kar pripelje ob nezadostni količini vlage v tleh do "sušnega stresa".

Vpliv padavinskih in temperaturnih razmer v poletnem času nam pri hrastih iz Kleč pojasnjuje 25% variance prirastka ($r_{0,12} = 0,4997$, $r_{0,12}^2 = 0,2497$).

Tabela 13: KLEČE (Hrast dob) - rezultati korelacijske analize

Table 13: KLEČE (Common oak) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature				
		N	r	t	p	N	r	t	p	
P	Maj	50	-0.2221	-1.570	NS	50	-0.0183	-0.120	NS	
R	Jun	50	-0.0945	-0.650	NS	50	-0.0186	-0.120	NS	
E L	Jul	50	0.0408	0.283	NS	50	-0.0128	-0.080	NS	
T E	Avg	50	-0.1284	-0.890	NS	50	0.1710	1.202	NS	
E T	Sep	50	-0.0421	-0.290	NS	50	0.0776	0.539	NS	
K O	Okt	50	-0.0474	-0.320	NS	50	0.1892	1.334	NS	
L	Nov	50	-0.0866	-0.600	NS	50	-0.0984	-0.680	NS	
O	Dec	50	-0.0862	-0.590	NS	50	0.1714	1.205	NS	
T		Jan	50	-0.0611	-0.420	NS	50	0.1113	0.776	NS
E L		Feb	50	-0.1828	-1.280	NS	50	0.1645	1.155	NS
K E		Mar	50	0.2144	1.521	NS	50	-0.0330	-0.220	NS
O T		Apr	50	0.2185	1.551	NS	50	-0.0237	-0.160	NS
Č O		Maj	50	0.3516	2.602	0.05	50	0.0207	0.143	NS
E		Jun	50	0.5071	4.077	0.001	50	-0.4228	-3.230	0.01
		Jul	50	0.3339	2.454	0.05	50	-0.2657	-1.900	0.1
		Avg	50	-0.2204	-1.560	NS	50	0.1364	0.954	NS
		Sep	50	-0.1396	-0.970	NS	50	0.1209	0.844	NS
		Okt	50	-0.0760	-0.520	NS	50	0.1240	0.866	NS
Zima			29	-0.3752	-2.100	0.05	29	0.2960	1.610	NS
Pomlad			30	0.5955	3.922	0.001	30	-0.1075	-0.570	NS
Poletje			30	0.3707	2.112	0.05	30	-0.4482	-2.650	0.05
Jesen			30	0.0314	-0.160	NS	30	-0.0061	-0.030	NS
Veg.doba			50	0.2983	2.165	0.05	50	-0.0636	-0.440	NS
Leto			50	0.2335	1.663	0.1	50	0.0454	0.3115	NS

N - število

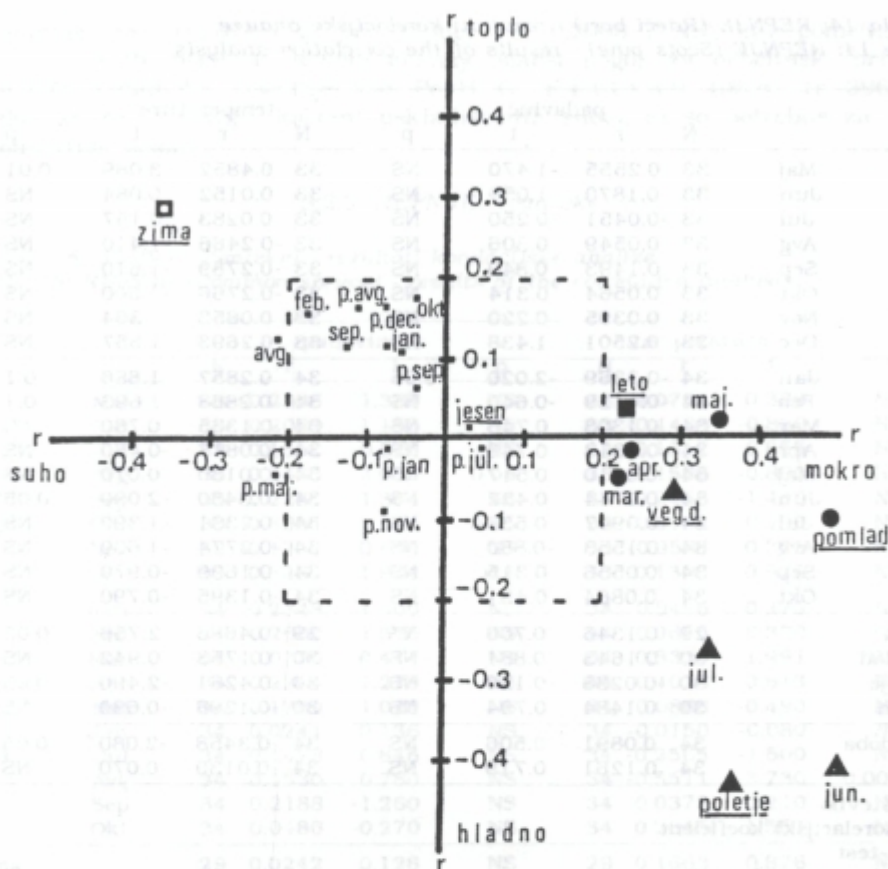
r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

3.2.2. REPNJJE - rdeči bori

Podatke o širini letnic smo korelirali s klimatskimi podatki meteorološke postaje Brnik, ki je od lokacije oddaljena 6 km. Kar se tiče odnosa med širino letnic in temperaturnimi razmerami, se rezultati v določeni meri ujemajo s tistimi, ki smo jih dobili pri črnih borih iz submediteranske Slovenije. Le vpliv padavin je manj pomemben, kar je posledica talnih razmer. Statistično pomemben korelacijski koeficient smo izračunali le za primerjavo med širino letnic in padavinami v januarju ($r = -0.3369 / 0,05$). Blizu statistične pomembnosti sta še korelacijska koefi-



Slika 5: Prodne terase osrednje Slovenije - odzivna funkcija za hraste dobe (*Quercus robur*) iz Kleče

Fig. 5: Gravelly terraces in central Slovenia - response function for common oaks (*Quercus robur*) from Kleče

cienta za maj ($r = -0.2555 / \text{NS}$) in december preteklega leta ($r = 0.2501 / \text{NS}$).

Rdeči bori iz Repenj so pokazali visoko odzivnost na temperaturne razmere. Podobno kot pri črnih borih s Krasa so pomembne nadpovprečne temperature pozimi in podpovprečne poleti, oziroma v dobi rasti. Pri Repnjah pa rezultati kažejo še na negativen vpliv višjih temperatur poleti predhodne vegetacijske sezone.

Če vpliv temperaturnih razmer rangiramo po stopnji povezanosti s širino letnic, potem izstopa vpliv nadpovprečno visokih zimskih temperatur (december $r = 0.2693 / \text{NS}$; januar $r = 0.2857 / 0.1$; februar $r = 0.2868 / 0.1$; zima $r = 0.4686 / 0.05$). Tridesetletno (1951-1980) zimsko temperaturno povprečje je na Brniku $-1,5^{\circ}\text{C}$, decembrsko $-1,1^{\circ}\text{C}$, januarско $-2,5^{\circ}\text{C}$ in februarско $-0,7^{\circ}\text{C}$, torej so v povprečju temperature v vseh

Tabela 14: REP NJE (Rdečt bori) - rezultati korelacijske analize
 Table 14: REP NJE (Scots pine) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	33	-0.2555	-1.470	NS	33	0.4852	3.089	0.01
R	Jun	33	0.1870	1.059	NS	33	0.0152	0.084	NS
E L	Jul	33	-0.0451	-0.250	NS	33	0.0283	0.157	NS
T E	Avg	33	0.0549	0.306	NS	33	-0.2466	-1.410	NS
E T	Sep	33	0.1493	0.840	NS	33	-0.2789	-1.610	NS
K O	Okt	33	0.0564	0.314	NS	33	-0.2766	-1.600	NS
L	Nov	33	0.0395	0.220	NS	33	0.0653	0.364	NS
O	Dec	33	0.2501	1.438	NS	33	0.2693	1.557	NS
Jan		34	-0.3369	-2.020	0.05	34	0.2857	1.686	0.1
Feb		34	-0.1129	-0.640	NS	34	0.2868	1.693	0.1
T	Mar	34	0.1303	0.743	NS	34	0.1365	0.780	NS
E L	Apr	34	0.1313	0.749	NS	34	-0.0817	-0.460	NS
K E	Maj	34	0.0910	0.517	NS	34	-0.0130	-0.070	NS
O T	Jun	34	0.0744	0.422	NS	34	-0.3480	-2.090	0.05
Č O	Jul	34	0.0947	0.538	NS	34	-0.2391	-1.390	NS
E	Avg	34	-0.1553	-0.880	NS	34	-0.2774	-1.630	NS
	Sep	34	0.0556	0.315	NS	34	-0.1699	-0.970	NS
	Okt	34	0.0864	0.491	NS	34	-0.1395	-0.790	NS
Zima		29	-0.1346	-0.700	NS	29	0.4686	2.756	0.05
Pomlad		30	0.1643	0.881	NS	30	0.1753	0.942	NS
Poletje		30	-0.0238	-0.120	NS	30	-0.4261	-2.490	0.05
Jesen		30	0.1484	0.794	NS	30	-0.1298	-0.690	NS
Veg.doba		34	0.0891	0.506	NS	34	-0.3458	-2.080	0.05
Leto		34	0.1261	0.719	NS	34	-0.0130	-0.070	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

zimskih mesecih pod 0°C. Višje temperature v tem letnem času, še posebej tiste nad 0°C, pa po mnenju H. C. Frittsa (1976, str. 395) izredno ugodno vplivajo na stopnjo fotosinteze, kar se ob večjih zalogah hrane, ki se prenesejo v rastno sezono, kaže tudi v širini letnic.

Nasprotno pa nadpovprečno visoke temperature poleti in v rastni sezoni delujejo zaviralno na debelinski prirast (junij $r = -0,3480 / 0,05$; julij $r = -0,2391 / NS$; avgust $r = -0,2774 / NS$; poletje $r = -0,4261 / 0,05$; vegetacijska doba $r = -0,3458 / 0,05$). Ker so poletne povprečne temperature v Repnjah pod 25°C - to temperaturo številni avtorji postavljajo kot zgornjo optimalno mejo za fotosintezo in druge fiziološke procese, ki potekajo v drevesih (povprečne poletne temperature so bile na Brniku v obdobju 1951-1980 17,3°C) - lahko sklepamo, da temperature neposredno ne omejujejo fizioloških procesov, ampak je njihov vpliv, podobno kot na Krasu in pri hrastih iz Kleč, posreden preko povečanega izhlapevanja in zmanjševanja talne vlažnosti.

Rezultati opozarjajo tudi na negativen pomen nadpovprečnih temperatur v pretekli rastni sezoni (pretekli avgust $r = -0,2466 / NS$; pr.

september $r = -0,2789$ /NS; pr. oktober $r = -0,2766$ / NS), kar pomeni, da se pri rdečih borih iz Repenj poznajo slabši pogoji za debelinski prirast v tekoči sezoni še naslednje leto. Po H. C. Frittsu (1976, str. 396) je razlog za to v manjši količini uskladiščenih snovi, ki so potrebne za rast v naslednji sezoni.

3.2.3. REPNJE - smreke

Tabela 15: REPNJE (Smreke) - rezultati korelacijske analize

Table 15: REPNJE (Common spruce) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	33	-0.2328	-1.330	NS	33	0.0704	0.393	NS
R	Jun	33	0.2029	1.153	NS	33	-0.1488	-0.830	NS
E L	Jul	33	-0.1552	-0.870	NS	33	0.1517	0.855	NS
T E	Avg	33	0.3435	2.036	0.05	33	-0.1586	-0.890	NS
E T	Sep	33	0.2281	1.304	NS	33	-0.2463	-1.410	NS
K O	Okt	33	0.3951	2.395	0.05	33	-0.0182	-0.100	NS
L	Nov	33	-0.1231	-0.690	NS	33	-0.0588	-0.325	NS
O	Dec	33	0.3261	1.921	0.1	33	0.1393	0.925	NS
	Jan	34	-0.2348	-1.360	NS	34	0.0486	0.275	NS
	Feb	34	-0.2600	-1.520	NS	34	-0.0655	-0.370	NS
T	Mar	34	0.0730	0.414	NS	34	0.3320	1.991	0.1
E L	Apr	34	0.2204	1.278	NS	34	0.1078	0.613	NS
K E	Maj	34	0.1789	1.029	NS	34	-0.0868	-0.490	NS
O T	Jun	34	0.0241	0.136	NS	34	-0.0150	-0.080	NS
Č O	Jul	34	0.1478	0.845	NS	34	-0.2565	-1.500	NS
E	Avg	34	0.1530	0.760	NS	34	-0.5511	-3.730	0.001
	Sep	34	-0.2188	-1.260	NS	34	-0.0373	-0.210	NS
	Okt	34	-0.0486	-0.270	NS	34	0.2645	1.551	NS
Zima		29	0.0242	0.126	NS	29	0.1663	0.876	NS
Pomlad		30	0.2668	1.464	NS	30	0.2919	1.615	NS
Poletje		30	0.2396	1.306	NS	30	-0.4231	-2.470	0.05
Jesen		30	-0.2158	-1.160	NS	30	0.1066	0.567	NS
Veg.doba		34	0.1685	0.967	NS	34	-0.2169	-1.250	NS
Leto		34	0.0148	0.073	NS	34	0.0409	0.231	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

Rezultati se glede temperaturnih razmer bistveno ne razlikujejo od tistih, ki smo jih dobili pri rdečih borih. Tudi pri smrekah vplivajo višje temperature v poletnih mesecih tekoče vegetacijske sezone negativno na prirast (julij $r = -0,2565$ / NS; avgust $r = -0,5511$ / 0.001; poletje $r = -0,4231$ / 0,05). Manj pomemben je vpliv višjih temperatur v vegetacijski sezoni preteklega leta. Blizu statistične pomembnosti je le korelacijski koeficient za september ($r = -0,2463$). V primerjavi z rdečimi bori so pri smrekah nadpovprečne zimske temperature manjšega pomena ($r = 0,1663$ /

NS), zato pa je bolj izrazit vpliv tople pomladi ($r = 0,2919$ NS), še zlasti marca ($r = 0,3320 / 0,1$).

Za debelinski prirast smrek iz Repenj so pomembnejše padavinske razmere. Izstopa pomen nadpovprečne količine padavin v preteklem letu, še zlasti avgusta ($r = 0,3435 / 0,05$), oktobra ($r = 0,3951 / 0,05$) in decembra ($r = 0,3261 / 0,1$). Blizu statistične pomembnosti so tudi korelacijski koeficienti za padavine spomladi ($r = 0,2668$) in poleti ($r = 0,2396$). Na Brniku pade v povprečju spomladi 314 mm padavin, poleti pa 406 mm (1951 - 1980).

Rezultati raziskav na "Prodni terasah osrednje Slovenije" so le deloma potrdili tezo o "sušnosti" tega rastiščnega tipa. Pričakovali smo večji vpliv padavinskih razmer v času vegetiranja (podobno kakor na Krasu), v resnici pa so se temperaturne razmere v dobi rasti izkazale kot dejavnik, ki v veliki meri uravnava debelinski prirastek. Pričakovane rezultate smo dobili pri Klečah, medtem ko rezultati za Repnje delno odstopajo od pričakovanih, tudi zaradi netipičnih talnih razmer za "Prodne terase osrednje Slovenije".

4. ZGORNJA GOZDNA MEJA

Z naraščajočo nadmorsko višino se slabšajo temperaturne razmere za rast rastlin. Na določeni nadmorski višini te postanejo tako nizke, da neposredno omejujejo rast določenih rastlinskih vrst. Za drevesa so v Sloveniji dohnali (I. G a m s , 1977; F. L o v r e n č a k , 1977, 1987), da je njihova zgornja klimatska (termična) gozdna meja med 1700 in 1900 m.

Optimalne temperature za fotosintezo so v gorah nekoliko nižje kot v nižinah. Po mnenju H. C. F r i t t s a (1976, str. 165) je spodnji optimum za drevesa ob zgornji gozdni meji, v zmernih geografskih širinah med 12 in 13°C, zgornji pa pri 22 - 23 °C. Po H. F r a n z u (1979) poteka optimalna fotosinteza v gorah med 8 in 30°C, na sami gozdni meji pa naj bi bile optimalne temperature za asimilacijo med 8-9 in 17°C, večinoma pa med 12 in 13°C.

Predvidevali smo, da bodo drevesa, ki rastejo v bližini zgornje gozdne meje, občutljiva na temperaturna nihanja v času rasti. V letih z višjimi temperaturami v rasti sezoni naj bi bile letnice širše, in obratno, v letih s podpovprečnimi temperaturami ožje.

Z naraščajočo nadmorsko višino se običajno večja količina padavin, zato padavine naj ne bi neposredno omejevale rast. Njihov vpliv naj bi bil kvečjemu zaviralen, ker oblačno in deževno vreme v gorah spremljajo nižje temperature. Pri analizi kronologij s posameznih lokacij v bližini gozdne meje smo zabeležili določena odstopanja od opisanega modela. Za lokacije, ki ležijo v osrednjem in zahodnem delu slovenskega gorskega sveta (Krvavec, Komna, Vršič, smo prišli do zvez, ki so bile pričakovane: pozitiven vpliv višjih temperatur in šibko zvezo oz. negativen vpliv višjih količin padavin v vegetacijski dobi (poletj). Pri dveh lokacijah z Uršlje gore (vzhodne Karavanke) pa smo ob pričakovanem temperaturnem odnosu odkrili tudi pozitiven vpliv višje količine padavin v času rasti. Zaradi

omenjene reakcije na padavinske razmere oba tipa lokacij obravnavamo ločeno.

V Sloveniji raste na gozdni meji predvsem dve drevesni vrsti: smreka (*Picea abies*) in evropski macesen (*Larix Europaea*). Nanju smo naslonili raziskavo, s tem, da smo dali večji poudarek smreki, ki je ob gozdni meji pogostejše zastopana. Smrekovi vzorci so se izkazali primernejši za analizo tudi zaradi manjšega števila anomalij v priraščanju. Vzorce smo jemali 100 do 200 m pod dejansko zgornjo gozdno mejo, ker smo se želeli na ta način izogniti večjemu številu manjkajočih in lažnih letnic. Kljub temu pa smo morali na lokacijah ob zgornji gozdni meji zavrtati neprimerno večje število dreves, da smo zagotovili dovolj kvaliteten vzorec. Kasneje, ko smo vzorce križno datirali in ugotavljali sinhronost v priraščanju, se je začetni vzorec še dodatno zmanjšal.

Po našem mnenju so za pogostejše anomalije v priraščanju dreves ob zgornji gozdni meji krivi predvsem vetrolomi, snegolomi, pozebe in ostali zunanji dejavniki, ki povzročajo mehanske poškodbe na drevju. Zaradi omenjenih težav smo pri vzorcih z zgornje gozdne meje, predvsem pri križnem datiranju, naredili določena odstopanja od ustaljenih metodoloških postopkov. Vzorcev z ene lokacije nismo enakovredno primerjali med seboj, temveč smo določili enega ali nekaj vodilnih, po našem mnenju najzanesljivejših in po njih korigirali ostale.

4.1. ORIS POSAMEZNIH LOKACIJ

Krvavec

V nadmorski višini okoli 1650 m smo na J do JV pobočju Krvavca vzeli 11 izvrtkov smrekovih in 13 izvrtkov macesnovih dreves. Izvrtki so bili narejeni na drevesih, ki so rasla v redkem gozdu, na rahlo nagnjenem (3 do 5°) pobočju. Pobočje je bilo skoraj v celoti prekrito z okoli 10 cm plastjo rendzine. Iz odeje prsti so štrlele le posamezne skale. Obseg smrek je bil od 120 do 160 cm, višina pa od 15 do 20 m. Smreke so bile stare med 50 in 60 let. Iz 11 posameznih kronologij smo sestavili povprečno kronologijo, dolgo 49 let (1940 - 1988).

Macesni so bili v povprečju manjši. Obseg v prsni višini se je gibal med 82 in 144 cm, visoki so bili med 15 in 17 m, stari pa med 40 in 60 let. Ker smo 6 izvrtkov macesnov pri postopku križnega datiranja izločili, smo povprečno kronologijo za macesne s Krvavca sestavili iz sedmih vzorcev, in sicer za obdobje 1950 - 1988 (39 let).

Komna

Ob planinski poti, ki pelje od Koče pod Bogatinom proti Dolini triglavskih jezer, smo naredili izvrtke na 11 smrekah. Smreke, v katere smo vrtali, rastejo na nadmorski višini okoli 1540 m, na visokogorski kraški planoti, razčlenjeni s številnimi vrtačami in škrapljami. Drevesa rastejo posamezno sredi z rušjem prekrите planote. Odeja prsti (rendzine) ni sklenjena; ocenjujemo, da dosega skalovitost 10 - 15% terena.

V povprečju so drevesa, ki smo jih vzorčili na Komni, večja kot tista s Krvavca. Obseg na mestu vzorčenja je bil od 128 do 225 cm, višina se je gibala okrog 20 m, nekaj pa je bilo tudi višjih. So tudi starejša. Najstarejšim drevesom smo določili starost nekaj čez 100 let, večini pa 60 do 70 let. Povprečno kronologijo smo sestavili za obdobje 1940 - 1989.

Vršič

Lokacija Vršič, kjer smo naredili izvrtke na 13. smrekah in 11. macesnih, se nahaja nekaj 10 m pod planinsko stezo, ki pelje od Poštarskega doma na Prisojnik oz. na Mlinarice. Leži na nekakšni apnenčasti terasi sredi prisojnega J do JZ pobočja Prisojnika, na nadmorski višini okoli 1620 m. Prekriva jo do 20 cm debela nesklenjena rendzina. Gozd ni sklenjen, saj sredi manjših travnatih površin, ki še danes rabijo za pašo in ruševja, rastejo do 10 m narazen macesni in smreke.

Povprečno kronologijo za smreke z Vršiča smo sestavili iz šestih izvrtkov. Kronologija zajema 49-letno obdobje od leta 1940 do leta 1988. Kronologija za macesne pa je bila sestavljena iz devetih vzorcev in je za 10 let krajša (1950 - 1988).

Uršlja gora

Na Uršlji gori smo raziskovali vpliv temperaturnih in padavin-skih razmer na širino letnic smrek na dveh lokacijah. Prva lokacija (Uršlja gora 1) leži tik pod samim vrhom gore (n.v. 1660 m), druga (Uršlja gora 2) pa na vzhodnem pobočju, dobrih 200 m nižje (n.v. 1450 m).

Uršlja gora 1

Vzorci smo jemali iz dreves, ki rastejo v obliki klinov po zatišnih legah najdlje proti vrhu gore. Vzorci so iz samega roba zgornje gozdne meje, čeprav se zdi, da prava klimatska (termična) zgornja gozdna meja poteka na Uršlji gori višje, ker se zarašča tudi sam vrh gore. I. Gams (1977, str. 13) je mnenja, da je današnja gozdna meja na Uršlji gori antropogeno znižana zaradi paše in da bi drevje lahko raslo do samega vrha gore, na vrhu predvsem v pritlikavi obliki, ker je vrh izredno vetroven.

Vzorci smo jemali na vseh pobočjih okoli vrha, le s severnega, skalovitega in bolj strmega pobočja ne. Severno pobočje doseže strmine do 45°, ostala so manj strma, od 10 do 25°. Prevladuje rendzina, ki jo ponekod prekinjajo skale. Skalovitost smo ocenili na 5 do 10% površja, le na severnem pobočju je večja.

Zavrtali smo 16 dreves, od tega smo jih morali devet izločiti zaradi različnih anomalij. Dimenzije analiziranih dreves so si podobne: obseg v višini vrtanja 95 do 120 cm, ocenjena višina 15 m, starost 60 let. Iz ostalih sedmih smrek smo sestavili skupno kronologijo za obdobje 1950-1988 (39 let).

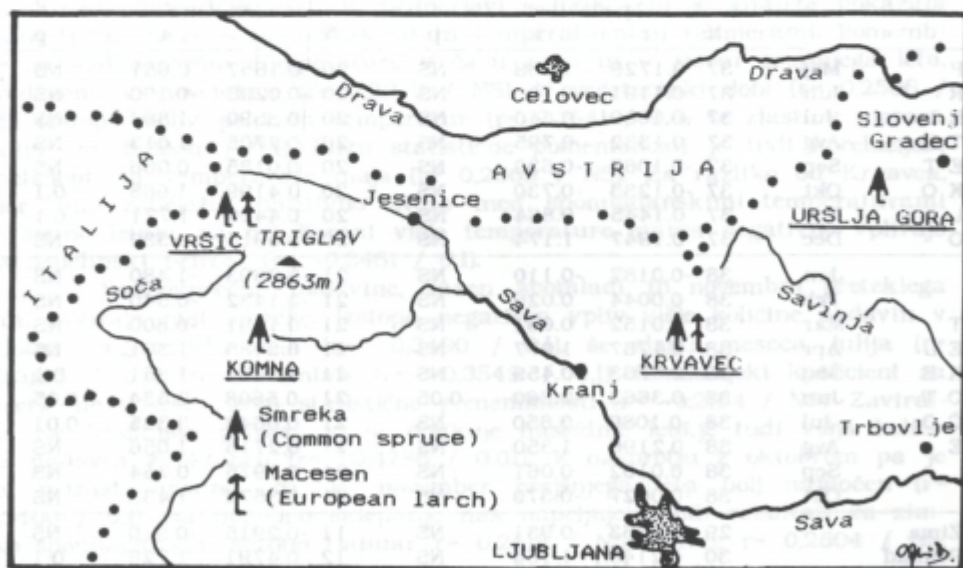
Uršlja gora 2

Dobrih 200 m nižje od prve lokacije smo dobili pet izsekov iz kolobarjev smrek. Rasle so v srednje redkem sestoju, 5 do 10 m narazen, na J do JV pobočju, z nagibom okoli 20°. Visoke so bile okoli 20 m, obseg v prsni višini je znašal od 110 do 120 cm. Posekane so bile v zimi 1988-89. Matična podlaga je apnenec, nad njo se je razvila 5-15 cm debela rendzina. Odeja prsti je sklenjena (skalovitost smo ocenili od 0 do 5%), iz nje molijo le posamezne skale. Povprečna kronologija, ki smo jo sestavili za to lokacijo, je dolga 30 let (1959 - 1988).

Tabela 16: Pregled podatkov o lokacijah vzorčenj

Table 16: Review of data on sampling areas

Lokacija	Nadmorska višina	Lega	Naklon površja	Matična podlaga	Tip prsti	Globina prsti
Krvavec	1650 m	J-JV pob.	3-5°	apnenec	rendzina	7-12 cm
Komna	1540 m	planota	3-5°	apnenec	rendzina	4-13 cm
Vršič	1620 m	J-JZ pob.	5-8°	apnenec	rendzina	7-20 cm
Uršlja gora 1	1660 m	V,J,Z pob.	10-25°	apnenec	rendzina	12-23 cm
Uršlja gora 2	1430 m	J-JV pob.	20°	apnenec	rendzina	5-15 cm



Slika 6: Zgornja gozdna meja - položaj lokacij vzorčenja

Fig. 6: Upper treeline - sampling areas position

4.2. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC SMREK

4.2.1. REZULTATI KORELACIJSKE ANALIZE - LOKACIJE IZ OSREDNJEGA IN ZAHODNEGA DELA SLOVENSKEGA GORSKEGA SVETA

4.2.1.1. KRVAVEC

Podatke o širini letnic smo korelirali s podatki meteorološke postaje Krvavec, ki leži 1740 m visoko. Temperaturni niz se pri Krvavcu začne z letom 1969, padavinski pa z letom 1951.

Rezultati kažejo na veliko odvisnost širine letnic od temperaturnih razmer. V vseh letnih časih, razen pozimi, pomenijo nadpovprečno visoke temperature tudi širše letnice. Še zlasti so pomembne višje temperature v dobi rasti (april $r = 0,3485$ / NS; maj $r = 0,4435$ / 0,1; junij $r = 0,5608$ / 0,05; julij $r = 0,6643$ / 0,01; pomlad $r = 0,4791$ / 0,1; poletje $r = 0,7212$ / 0,01, vegetacijska doba $r = 0,6803$ / 0,01). S temperaturami v vege-

Tabela 17: KRVAVEC (Smreke) - rezultati korelacijske analize

Table 17: KRVAVEC (Common spruce) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	37	0.1729	1.038	NS	20	0.1857	0.681	NS
R	Jun	37	-0.1191	-0.700	NS	20	-0.0295	-0.100	NS
E L	Jul	37	-0.1089	-0.640	NS	20	0.3590	1.386	NS
T E	Avg	37	0.1332	0.795	NS	20	0.2705	1.013	NS
E T	Sep	37	-0.1067	-0.630	NS	20	0.0185	0.066	NS
K O	Okt	37	-0.1233	-0.730	NS	20	0.4199	1.668	0.1
L	Nov	37	0.1445	0.864	NS	20	0.4409	1.771	0.1
O	Dec	37	0.1947	1.174	NS	20	-0.0915	-0.330	NS
	Jan	38	-0.0187	-0.110	NS	21	-0.3693	-1.480	NS
	Feb	38	0.0044	0.026	NS	21	-0.1432	-0.540	NS
T	Mar	38	0.0152	0.091	NS	21	-0.1591	-0.600	NS
E L	Apr	38	0.1767	1.077	NS	21	0.3485	1.391	NS
K E	Maj	38	0.0763	0.459	NS	21	0.4435	1.851	0.1
O T	Jun	38	-0.3663	-2.360	0.05	21	0.5608	2.534	0.05
Č O	Jul	38	-0.1080	-0.650	NS	21	0.6643	3.325	0.01
E	Avg	38	0.2196	1.350	NS	21	0.2716	1.056	NS
	Sep	38	0.0102	0.061	NS	21	0.1975	0.754	NS
	Okt	38	-0.0627	-0.370	NS	21	0.3576	1.433	NS
Zima		29	0.1763	0.931	NS	11	-0.2915	-0.910	NS
Pomlad		30	0.2148	1.164	NS	12	0.4791	1.726	0.1
Poletje		30	0.0097	0.051	NS	12	0.7212	3.292	0.01
Jesen		30	0.1746	0.938	NS	12	0.4975	1.813	0.1
Veg.doba		38	0.0097	0.058	NS	21	0.6803	3.473	0.01
Leto		38	0.1457	0.883	NS	21	0.6174	2.937	0.05

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

tacijski dobi lahko tako pojasnimo 46% variance prirastka, s poletnimi pa kar 52%. Povprečne temperature v vegetacijski dobi so na Krvavcu 7,6°C, poletne pa 10,4°C (1969 - 1988).

Za debelinski prirast so pomembne tudi višje temperature v jesenskih mesecih prejšnjega leta, še zlasti oktobra ($r = 0,4199 / 0,1$) in novembra ($r = 0,4409 / 0,1$). Povprečne temperature so v oktobru okoli 4,1°C, v novembru pa okoli 0°C (1969 - 1988). Čeprav korelacijski koeficienti niso statistično pomembni, rezultati kažejo tudi na negativen vpliv višjih temperatur pozimi ($r = -0,2915 / NS$), zlasti meseca januarja ($r = -0,3693 / NS$). V celoletnem pregledu pa tvorijo smreke s Krvavca širše letnice v letih, ki so nadpovprečno topla ($r = 0,6174 / 0,05$). Dolgoletno temperaturno povprečje za Krvavec je 2,9°C, z odkloni od 1,8 do 3,7°C.

Padavinske razmere imajo pri smrekah s Krvavca daleč manj pomembno vlogo. Edini statistično pomembni korelacijski koeficient smo dobili za primerjavo med širino letnic in količino padavin meseca junija ($r = -0,3663 / 0,05$). Za debelinski prirast so torej ugodna leta, v katerih pade v juniju pod 190 mm padavin (1951 - 1980).

4.2.1.2. KOMNA

Širino letnic smo primerjali s podatki meteorološke postaje Dom na Komni (n.v. 1520 m). V primerjavi s Krvavcem je analiza pokazala manj trdne zveze s padavinskimi in temperaturnimi razmerami. Pomembne so nadpovprečne temperature v času rasti in v jeseni prejšnjega leta, predvsem v novembru ($r = 0,2872 / NS$). V vegetacijski dobi ($r = 0,2506 / NS$) izstopa vpliv poletnih temperatur ($r = 0,3641 / 0,1$), še zlasti v mesecu juliju ($r = 0,3056 / 0,1$). Blizu statistične pomembnosti je tudi korelacijski koeficient za temperature maja ($r = 0,2809 / NS$). Za razliko od Krvavca, kjer smo zabeležili pozitivno zvezo med spomladanskimi temperaturami in širino letnic, pa pri Komni višje temperature marca negativno vplivajo na debelinski prirast ($r = -0,3461 / 0,1$).

Nadpovprečne padavine, razen spomladi in novembra preteklega leta, zavirajo rast smreke. Izstopa negativen vpliv višje količine padavin v celotni vegetacijski dobi ($r = -0,3490 / 0,1$), še zlasti meseca julija ($r = -0,3125 / 0,1$) in septembra ($r = -0,3549 / 0,1$). Korelacijski koeficient za poletje ne doseže raven statistične pomembnosti ($r = -0,2194 / NS$). Zaviralna za debelinski prirast, ki se oblikuje naslednje leto, je tudi višja količina padavin v oktobru ($r = -0,4786 / 0,01$). V nasprotju z oktobrom pa je za prirast ugodno, če je november prejšnjega leta bolj namočen ($r = 0,3406 / 0,1$). Na podobno sklepanje nas napeljujejo tudi rezultati za zimsko-spomladansko sezono (januar $r = 0,2518 / NS$; marec $r = 0,2604 / NS$; pomlad $r = 0,2445 / NS$), ko je večina padavin kot sneg.

V primerjavi s Krvavcem so za oblikovanje debelinskega prirasta smrek s Komne pomembne tako temperature kakor tudi padavine. Letnice so širše predvsem takrat, ko je vegetacijska sezona nadpovprečno topla (povprečje za obdobje 1952-1981 je 8,5°C), količina padavin pa mora biti podpovprečna (povprečje 1951-1980 v vegetacijski dobi je za Komno 1577 mm). Kot vidimo, je količina padavin na Komni v primerjavi s

Krvavcem bistveno višja. V tem dejstvu je treba iskati razlog za to, da je na Komni reakcija na večje padavine negativna.

Tabela 18: KOMNA (Smreke) - rezultati korelacijske analize
Table 18: KOMNA (Common spruce) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	30	0.0201	0.106	NS	29	-0.2335	-1.240	NS
R	Jun	30	0.1164	0.620	NS	28	-0.2219	-1.160	NS
E L	Jul	30	-0.0050	-0.020	NS	29	-0.0043	-0.020	NS
T E	Avg	30	0.2629	1.442	NS	28	0.0472	0.241	NS
E T	Sep	30	0.0083	0.044	NS	29	-0.0810	-0.420	NS
K O	Okt	30	-0.4786	-2.880	0.01	29	0.0050	0.026	NS
L	Nov	30	0.3406	1.917	0.1	29	0.2827	1.531	NS
O	Dec	30	-0.1461	-0.780	NS	29	-0.2446	-1.310	NS
Jan		30	0.2518	1.377	NS	30	0.0785	0.417	NS
Feb		30	0.1925	1.038	NS	29	0.0007	0.003	NS
T	Mar	30	0.2604	1.427	NS	30	-0.3467	-1.950	0.1
E L	Apr	30	0.1956	1.055	NS	30	0.0195	0.103	NS
K E	Maj	30	0.0016	0.008	NS	30	0.2809	1.548	NS
O T	Jun	30	-0.1068	-0.560	NS	29	0.1378	0.723	NS
Č O	Jul	30	-0.3125	-1.740	0.1	30	0.3056	1.698	0.1
E	Avg	30	-0.0431	-0.220	NS	29	0.1355	0.710	NS
	Sep	30	-0.3549	-2.000	0.1	30	-0.0350	-0.180	NS
	Okt	30	-0.0666	-0.350	NS	30	-0.1971	-1.060	NS
Zima		29	0.0451	0.234	NS	28	0.1549	0.799	NS
Pomlad		30	0.2445	1.334	NS	30	-0.0704	-0.370	NS
Poletje		30	-0.2194	-1.180	NS	28	0.3641	1.993	0.1
Jesen		30	-0.1155	-0.610	NS	30	-0.0346	-0.180	NS
Veg.doba		30	-0.3490	-1.970	0.1	30	0.2506	1.369	NS
Leto		30	0.1920	1.035	NS	27	0.1147	0.537	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

4.2.1.3. VRŠIČ

Podatke za vršiško kronologijo indeksov širin drevesnih letnic smo primerjali s podatki meteorološke postaje Dom na Komni, ki je od Vršiča oddaljena približno 15 km zračne razdalje, leži pa 100 m nižje (1520 m). Rezultati se bistveno ne razlikujejo od tistih s Komne. Pri primerjavi širine letnic in temperaturnih razmer smo dobili pozitivno in statistično pomembno korelacijo za poletje ($r = 0,3233 / 0,1$); blizu statistične pomembnosti sta tudi korelaciji za junij ($r = 0,2923 / NS$) in julij ($r = 0,2648 / NS$). Za Vršič torej prav tako velja, da nudi toplejše poletje ugodnejše pogoje za debelinski prirastek.

V primeru smrek s Krvavca smo zabeležili negativen vpliv višjih temperatur pozimi, zlasti januarja. Pri Komni smo zaznamovali podo-

ben odnos za december ($r = -0,2446$ / NS), pri Vršiču pa je ponovno v ospredju januar ($r = -0,3373$ / 0,1).

Pričakovane zveze smo dobili tudi pri padavinah. Izstopa vpliv podpovprečne količine padavin v obdobju rasti (vegetacijska doba $r = -0,3414$ / 0,1; poletje $r = -0,2614$ / NS; junij $r = -0,3164$ / 0,1; julij $r = -0,2718$ / NS). Podobno kakor pri Komni je tudi za Vršič pomembno, da je manj namočen oktober prejšnjega leta ($r = -0,2481$ / NS), bolj pa november ($r = 0,2426$ / NS). Za zimo pa se nakazuje zveza med višjo količino padavin (debelejšo snežno odejo) in širšimi letnicami (januar $r = 0,2778$ / NS; zima $r = 0,2426$ / NS).

Tabela 19: VRŠIČ (Smreke) - rezultati korelacijske analize

Table 19: VRŠIČ (Common spruce) - results of the correlation analysis

		padavine			temperature				
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	29	-0.0849	-0.440	NS	29	-0.1022	-0.530	NS
R	Jun	29	0.1115	0.583	NS	28	-0.1601	-0.820	NS
E L	Jul	29	0.1225	0.641	NS	29	-0.0969	-0.500	NS
T E	Avg	29	0.0978	0.510	NS	28	0.1683	0.870	NS
E T	Sep	29	-0.1101	-0.570	NS	29	-0.1162	-0.600	NS
K O	Okt	29	-0.2481	-1.330	NS	29	0.0500	0.260	NS
L	Nov	29	0.2426	1.299	NS	29	0.1271	0.666	NS
O	Dec	29	0.1867	0.987	NS	29	-0.2348	-1.250	NS
Jan		30	0.2778	1.530	NS	30	-0.3373	-1.890	0.1
Feb		30	-0.0696	-0.360	NS	29	0.1275	0.668	NS
T	Mar	30	0.0424	0.224	NS	30	0.0748	0.397	NS
E L	Apr	30	-0.0103	-0.050	NS	30	0.1363	0.728	NS
K E	Maj	30	-0.1301	-0.690	NS	30	0.1435	0.767	NS
O T	Jun	30	-0.3164	-1.760	0.1	29	0.2923	1.588	NS
Č O	Jul	30	-0.2718	-1.490	NS	30	0.2648	1.453	NS
E	Avg	30	0.0221	0.117	NS	29	-0.0657	-0.340	NS
	Sep	30	-0.1022	-0.540	NS	30	-0.2120	-1.140	NS
	Okt	30	-0.0502	-0.260	NS	30	-0.1218	-0.640	NS
Zima		29	0.2426	1.299	NS	28	-0.0660	-0.330	NS
Pomlad		30	-0.0285	-0.150	NS	30	0.1837	0.988	NS
Poletje		30	-0.2614	-1.430	NS	28	0.3233	1.742	0.1
Jesen		30	0.1579	0.846	NS	30	-0.0124	-0.060	NS
Veg.doba		30	-0.3414	-1.920	0.1	30	0.1570	0.841	NS
Leto		30	0.1894	1.021	NS	27	0.1050	0.527	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

4.2.1.4. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC SMREK V OSREDNJEM IN ZAHODNEM DELU SLOVENSKEGA GORSKEGA SVETA - zaključki

Ker smo skušali priti do bolj splošnih zaključkov o odnosih med širino letnic in padavinskimi ter temperaturnimi razmerami pri smrekah,

ki rastejo v bližini zgornje gozdne meje, smo iz povprečnih kronologij za posamezne lokacije sestavili skupno kronologijo in jo primerjali s podatki meteorološke postaje Dom na Komni. Dobljeni rezultati se ujemajo s tistimi, ki smo jih dobili na posameznih lokacijah.

Temperature vplivajo na debelinski prirast predvsem v dveh obdobjih: v obdobju rasti in pozimi. V vegetacijski dobi izstopa vpliv nadpovprečnih temperatur v mesecih v začetku rasti (maj $r = 0,3118 / 0,1$; junij $r = 0,3154 / 0,1$; julij $r = 0,3151 / 0,1$), ko je kambij najbolj aktiven. Pozitivno in statistično pomembno korelacijo smo dobili tudi za celotno poletje ($r = 0,3254 / 0,1$). V vseh teh mesecih in v celotnem poletju je povprečna temperatura na Komni okoli ali pod $12-13^{\circ}\text{C}$ (maj $6,3^{\circ}\text{C}$; junij $10,1^{\circ}\text{C}$; julij $12,3^{\circ}\text{C}$; poletje $11,3^{\circ}\text{C}$ - 1952-81), kar je v povprečju pod spodnjo optimalno mejo za fotosintezo.

V nasprotju s poletnimi pa delujejo višje zimske temperature zaviralno na debelinski prirast v rastni sezoni (december $r = -0,3442 / 0,1$; zima $r = -0,3162 / 0,1$). V pregledu možnih odnosov med temperaturo in širino letnic pojasnjuje H. C. Fritts (1976, str. 396) ta pojav s tem, da povzročijo višje zračne temperature, še posebej v kombinaciji z vetrom, v času, ko so korenine hladne ali celo zamrznjene, povečano transpiracijo, ki privede do fiziološke sušnosti in poškodb iglic ter tkiv. Hladne korenine pa, tudi če zemljišče ni zamrznjeno, ne morejo zagotoviti zadostne količine vlage za nadomestitev izgube, ki nastane zaradi povečanega izhlapevanja. Ta proces prizadene predvsem tiste drevesne vrste, ki obdržijo čez zimo iglice, med njimi tudi smreko.

Padavine v vegetacijski dobi so v obratnem sorazmerju do širine letnic (junij $r = -0,3061 / 0,1$; julij $r = -0,2955 / 0,1$; poletje $r = -0,2449 / \text{NS}$; vegetacijska doba $r = -0,2963 / 0,1$). Višja količina padavin pomeni ožje letnice in obratno. Vpliv padavin na širino letnic v vegetacijski dobi razlagamo posredno preko vpliva na temperature. Padavinske dneve spremlja oblačnost, ki v gorah znižuje temperature.

Na podoben način si lahko razlagamo tudi negativni korelaciji za padavine v oktobru in novembru preteklega leta (oktober $r = -0,4331 / 0,05$; november $r = -0,3949 / 0,05$), to je v času, ko potekajo v drevesih procesi priprav na zimsko mirovanje. Iz višine korelacijskih koeficientov lahko sklepamo, da je dobra priprava na zimo, ki jo omogoča predvsem bolj suha jesen, celo pomembnejši dejavnik za rast letnic v naslednji sezoni, kot pa manj padavin v času rasti.

Za vzorce smrek z gozdne meje lahko zaključimo, da tvorijo širše letnice v letih, ko je vegetacijska sezona, predvsem pa poletni meseci, toplejša in manj namočena od povprečja. Jesen v preteklem letu mora biti bolj suha, zima pa predvsem dovolj hladna (slika 7).

S padavinami in temperaturami v poletnih mesecih lahko v našem primeru pojasnimo 15% variance debelinskega prirastka ($R_{0,12} = 0,3889$, $R_{0,12}^2 = 0,1514$). Če bi upoštevali še vpliv jesenskih padavin iz preteklega leta in zimskih temperatur, potem bi bil ta odstotek še nekaj višji. Še zdaleč pa ne tak, kot na primeru cemrina (*Pinus cembra*) iz poljskega dela Tater, kjer je Z. B e d n a r z (1982, str. 140) ugotovil, da lahko samo s temperaturami junija in julija pojasni kar 59% variance prirastka ($r = 0,77 / 0,05$). Na splošno pa se naši rezultati, kljub nekoliko

šibkejšim zvezam, ujemajo z rezultati, ki so jih dobili na vzorcih dreves z zgornje gozdne meje drugod po svetu. Vsi avtorji (La Marche in Harlan, 1973; O. V. Braker, 1982; La Marche in Fritts, 1971; O. Heikkinen, 1985; K. J. Hansen - Bristow in ostali, 1988 idr.) ugotavljajo, da so za drevesa ob zgornji gozdni meji odločilne minimalne temperature in višek padavin.

Tabela 20: SMREKE IZ PASU OB ZGORNJI GOZDNI MEJI - rezultati korelacijske analize

Table 20: COMMON SPRUCES FROM THE UPPER TREELINE - results of the correlation analysis

		padavine			p	temperature			p
		N	r	t		N	r	t	
P	Maj	29	-0.0762	-0.390	NS	28	-0.1346	-0.690	NS
R	Jun	29	0.0659	0.344	NS	27	-0.1519	-0.760	NS
E L	Jul	29	0.0592	0.308	NS	28	-0.0206	-0.100	NS
T E	Avg	29	0.2069	1.099	NS	27	-0.0578	-0.280	NS
E T	Sep	29	-0.0076	-0.030	NS	28	-0.2067	-1.040	NS
K O	Okt	29	-0.4331	-2.490	0.05	28	0.1038	0.532	NS
L	Nov	29	-0.3949	-2.233	0.05	28	0.1863	0.967	NS
O	Dec	29	0.0217	0.113	NS	28	-0.3442	-1.860	0.1
	Jan	30	0.1954	1.054	NS	29	-0.1783	-0.940	NS
	Feb	30	0.0162	0.086	NS	28	0.1406	0.724	NS
T	Mar	30	0.1027	0.546	NS	29	-0.0608	-0.310	NS
E L	Apr	30	0.1544	0.827	NS	29	0.0793	0.413	NS
K E	Maj	30	-0.1031	-0.540	NS	29	0.3118	1.705	0.1
O T	Jun	30	-0.3061	-1.700	0.1	28	0.3154	1.694	0.1
Č O	Jul	30	-0.2955	-1.630	0.1	29	0.3151	1.725	0.1
E	Avg	30	0.0554	0.293	NS	28	-0.1227	-0.630	NS
	Sep	30	-0.1912	-1.030	NS	29	-0.1762	-0.930	NS
	Okt	30	-0.1076	-0.570	NS	29	0.0354	0.184	NS
Zima		29	0.1134	0.593	NS	27	-0.3162	-1.711	0.1
Pomlad		30	0.0997	0.530	NS	29	0.1497	0.786	NS
Poletje		30	-0.2449	-1.330	NS	27	0.3254	1.720	0.1
Jesen		30	0.0510	0.270	NS	29	0.0880	0.459	NS
Veg.doba		30	-0.2963	-1.640	0.1	29	0.2238	1.193	NS
Leto		30	0.1475	0.789	NS	26	0.1755	0.873	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

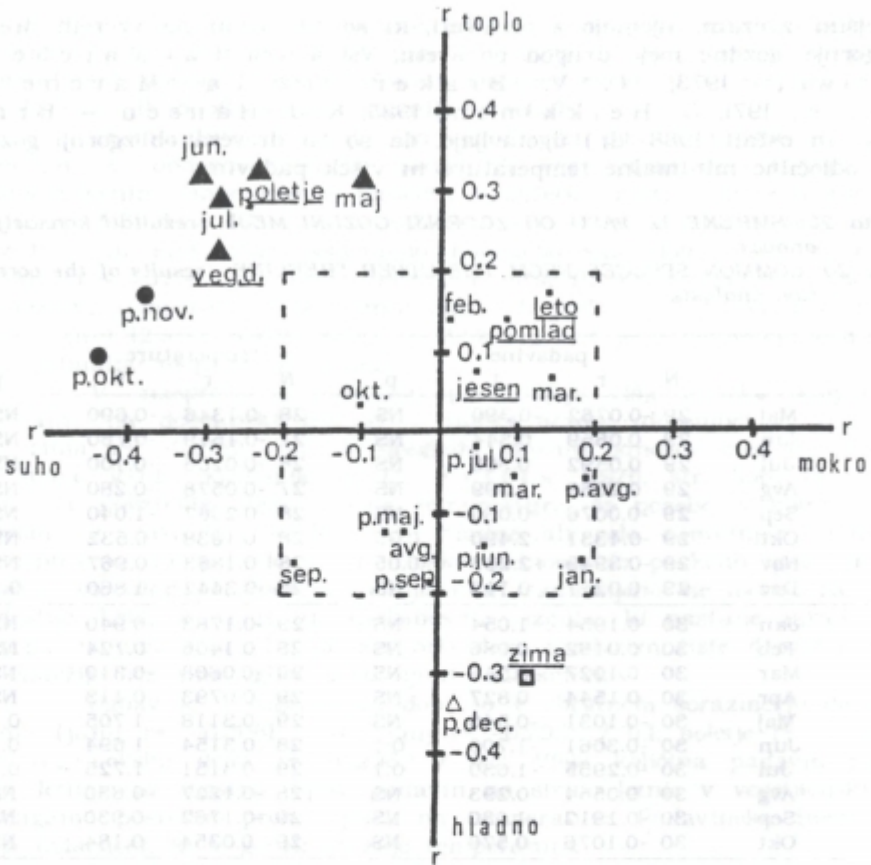
t - t-test

p - nivo pomembnosti

4.2.2. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC SMREK NA URŠLJI GORI (VZHODNE KARAVANKE)

4.2.2.1. URŠLJA GORA 1 (n.v. 1660 m)

Širine letnic smo pri obeh lokacijah z Uršlje gore primerjali s podatki meteorološke postaje na vrhu gore (n.v. 1696 m). Padavinski niz se začne z letom 1967, temperaturni pa z letom 1969. Zaradi kratkega



Slika 7: Zgornja gozdna meja - odzivna funkcija za smreke (*Picea abies*) iz osrednjega in zahodnega dela slovenskega gorskega sveta

Fig. 7: Upper treeline - response function for common spruces (*Picea abies*) from central and western part of slovene mountains

obdobja meteoroloških opazovanj na Uršlji gori je število parov vrednosti, ki smo jih primerjali (numerus), manjše, kar zmanjšuje zanesljivost dobljenih rezultatov. Dvom o zanesljivosti rezultatov smo skušali odpraviti s tem, da smo obe kronologiji z Uršlje gore primerjali še s klimatskimi podatki meteorološke postaje Kredarica (n.v.2514 m), ki ima daljši niz klimatskih podatkov. Primerjava s Kredarico je dala v povprečju nižje korelacijske koeficiente, same zveze med klimo in širino letnic pa se v obeh primerih bistveno ne razlikujejo med seboj. Pri interpretaciji smo zato upoštevali rezultate, ki smo jih dobili s pomočjo podatkov meteorološke postaje Uršlja gora.

Širine letnic in temperature so na tej lokaciji v podoben odnosu kot drugod ob zgornji gozdni meji. Statistično pomembnih korelacijskih koeficientov zaradi nizkega numerusa nismo izračunali, kljub temu pa

Tabela 21: URŠLJA GORA 1 (Smreke) - rezultati korelacijske analize
 Table 21: URŠLJA GORA 1 (Common spruces) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	21	0.0569	0.248	NS	19	0.1382	0.575	NS
R	Jun	21	-0.2532	-1.140	NS	19	0.0359	0.148	NS
E L	Jul	21	-0.3919	-1.850	0.1	19	0.1254	0.521	NS
T E	Avg	21	0.0000	0.000	NS	19	0.0793	0.328	NS
E T	Sep	21	-0.2195	-0.980	NS	19	-0.1461	-0.600	NS
K O	Okt	21	0.0351	0.153	NS	19	0.3415	1.498	NS
L	Nov	21	-0.1100	-0.480	NS	19	0.3703	1.644	NS
O	Dec	21	0.2022	0.900	NS	19	0.0663	0.274	NS
	Jan	22	0.2440	1.125	NS	20	-0.3028	-1.390	NS
	Feb	22	0.2164	0.991	NS	20	-0.0195	-0.080	NS
T	Mar	22	-0.1420	-0.640	NS	20	0.1679	0.722	NS
E L	Apr	22	0.2892	1.351	NS	20	0.0454	0.193	NS
K E	Maj	22	0.0127	0.057	NS	20	0.0421	0.178	NS
O T	Jun	22	0.2753	1.281	NS	20	0.1482	0.635	NS
Č O	Jul	22	0.0254	0.113	NS	20	0.3233	1.449	NS
E	Avg	22	0.1329	0.599	NS	20	0.0351	0.149	NS
	Sep	22	-0.0177	-0.070	NS	20	-0.2773	-1.220	NS
	Okt	22	-0.1898	-0.860	NS	20	-0.0207	-0.080	NS
Zima		21	0.3497	1.627	NS	19	-0.1572	-0.650	NS
Pomlad		22	0.0949	0.426	NS	20	0.2076	0.900	NS
Poletje		22	0.2141	0.980	NS	20	0.3013	1.340	NS
Jesen		22	0.0448	0.200	NS	20	-0.1675	-0.720	NS
Veg.doba		22	0.3175	1.497	NS	20	0.0269	0.114	NS
Leto		22	0.2150	0.984	NS	20	-0.0038	-0.010	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

lahko na podlagi stopnje povezanosti sklepamo, da imajo na širino letnic pozitiven učinek nadpovprečne temperature v času rasti (junij $r= 0,3233$ / NS; poletje $r= 0,3013$ / NS) in v jeseni preteklega leta, predvsem oktobra ($r= 0,3415$ / NS) in novembra ($r= 0,3703$ / NS). Na prirast pa negativno vplivajo višje temperature v januarju ($r= -0,3128$ / NS).

Podoben problem glede korelacijskih koeficientov in statistične pomembnosti je tudi pri primerjavi širine letnic s padavinskimi razmerami. V tem primeru smo sicer dobili statistično pomemben korelacijski koeficient za julij v pretekli vegetacijski sezoni ($r= -0,3919$ / 0,1), katerega pomen si ne znamo razložiti in ga zato puščamo ob strani. Vsi ostali pa so glede na t-test statistično nepomembni. Kot stopnjo vsaj minimalne povezanosti smo zato vzeli korelacijske koeficiente, katerih vrednost je znašala več kot $\pm 0,20$.

Po reakciji na padavinske razmere se vzorci z Uršlje gore razlikujejo od ostalih z zgornje gozdne meje, kjer smo ugotavljali nepomembnost vpliva padavin, oz. negativen pomen višje količine padavin, predvsem v obdobju rasti. Pri Uršlji gori 1 so pomembne nadpovprečne količine

padavin v zimskih mesecih (zima $r = 0,3497$ / NS; december $r = 0,2022$ / NS; januar $r = 0,244$ / NS; februar $r = 0,2164$ / NS) in višje količine padavin v obdobju rasti (vegetacijska doba $r = 0,3175$ / NS; april $r = 0,2892$ / NS; junij $r = 0,2753$ / NS). Razlago za tak odnos iščemo predvsem v nižji količini padavin, ki jih, v primerjavi z gorskimi postajami, ki ležijo zahodnje od nje, prejme Uršlja gora.

Da bi dobili merodajno primerjavo o višini padavin na posameznih postajah, smo za primerjavo vzeli desetletje 1971-1980, ko so delovale vse tri postaje (Uršlja gora, Krvavec, Komna). Tedaj je na Uršlji gori v povprečju padlo 1317 mm padavin na leto, na Krvavcu 1461 mm, na Komni pa kar 3163 mm. Podobno je tudi pri poletnih padavinah (Uršlja gora 447 mm, Krvavec 507 mm, Komna 774 mm).

Domnevo, da pade na Uršlji gori v času rasti (poleti) nekaj manj padavin kot je potrebno, potrjuje tudi zaporedje korelacijskih koeficientov za razmerje med širino letnic in padavinami poleti. Na Vrščiču, kjer pade domnevno največ padavin, je reakcija negativna ($r = -0,2614$), nekoliko nižji je ta r na Komni ($r = -0,2144$). Na Krvavcu je že pozitiven, vendar daleč od statistične pomembnosti ($r = 0,0097$), na Uršlji gori pa že večji od 0,20 ($r = 0,2141$). Podobno zaporedje lahko zasledimo tudi pri primerjavi med širino letnic in padavinami v obdobju april - september.

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da za normalno rast ob zgornji drevesni meji, če zanemarimo petrografske in reliefne razmere ter poljsko vodno kapaciteto tal, zadostuje okoli 1500 mm padavin letno, oziroma okoli 500 mm poleti. Če je padavin več, vplivajo negativno na debelinski prirastek, če jih je manj pa pozitivno.

4.2.2.2. URŠLJA GORA 2 (n.v. 1430 m)

Rezultati so podobni kot pri vzorcih z vrha gore, le zveze so v povprečju trdnjše. Pri temperaturnih razmerah je ponovno prišel do izraza pomen toplejše jeseni v preteklem letu (oktober $r = 0,4117$ / 0,1; november $r = 0,4205$ / 0,1) in hladnejše zime (december $r = -0,2369$ / NS; januar $r = -0,4592$ / 0,05; februar $r = -0,3092$ / NS; zima $r = -0,3688$ / NS). Pomen toplotnih razmer v toplejši polovici leta ni izrazit. Še najbolj izstopa pomen nadpovprečno toplega junija ($r = 0,2876$ / NS) in marca ($r = 0,2804$ / NS).

Med širino letnic in padavinskimi razmerami je pri lokaciji Uršlja gora 2 podoben odnos, kot smo ga zabeležili na lokaciji z vrha gore. Tudi tu izstopa pomen nadpovprečno namočene zime, oz. debelejša snežna odeja pozimi ($r = 0,4939$ / 0,05), še zlasti pa meseca januarja ($r = 0,3686$ / 0,1) in februarja ($r = 0,3382$ / NS). Nadpovprečno namočeni morajo biti tudi poletni meseci ($r = 0,3359$ / NS), kakor tudi celotno obdobje od aprila do septembra ($r = 0,3287$ / NS).

Za obe lokaciji z Uršlje gore lahko zaključimo, da tvorijo smreke širše letnice v letih s toplejšo jesenjo v preteklem koledarskem letu in hladnejšo ter nadpovprečno namočeno zimo. Po podatkih za meteorološko postajo Uršlja gora je bilo temperaturno povprečje v jesenskih mesecih v obdobju 1969-1988 $3,9^{\circ}\text{C}$, povprečne zimske temperature pa so se gibale okoli $-4,5^{\circ}\text{C}$. Pozimi je padlo povprečno 202,8 mm padavin. Toplejša polo-

vica leta, zlasti pa poletni meseci, morajo biti nadpovprečno topli, za razliko od ostalih gorskih lokacij pa tudi nadpovprečno namočen. Povprečne poletne temperature se na Uršlji gori gibljejo okoli 9,7°C, v istem času pa pade okoli 450 mm padavin.

Tabela 22: URŠLJA GORA 2 (Smreke) - rezultati korelacijske analize

Table 22: URŠLJA GORA 2 (Common spruces) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	21	-0.1762	-0.780	NS	19	-0.1850	-0.770	NS
R	Jun	21	-0.1524	-0.780	NS	19	-0.1850	-0.770	NS
E L	Jul	21	-0.1292	-0.610	NS	19	-0.2799	-1.200	NS
T E	Avg	21	-0.0241	-0.100	NS	19	-0.1712	-0.710	NS
E T	Sep	21	-0.0731	-0.310	NS	19	-0.2792	-1.190	NS
K O	Okt	21	0.1151	0.505	NS	19	0.4117	1.862	0.1
L	Nov	21	-0.0034	-0.010	NS	19	0.4205	1.911	0.1
O	Dec	21	0.2438	1.096	NS	19	-0.2369	-1.000	NS
	Jan	22	0.3686	1.773	0.1	20	-0.4592	-2.190	0.05
	Feb	22	0.3382	1.607	NS	20	-0.3092	-1.370	NS
T	Mar	22	-0.1382	-0.620	NS	20	0.2804	1.239	NS
E L	Apr	22	0.0854	0.383	NS	20	-0.0353	-0.140	NS
K E	Maj	22	0.0146	0.065	NS	20	0.1114	0.475	NS
O T	Jun	22	0.2746	1.277	NS	20	0.2876	1.274	NS
Č O	Jul	22	0.1829	0.832	NS	20	-0.0175	-0.070	NS
E	Avg	22	0.1976	0.901	NS	20	-0.1265	-0.540	NS
	Sep	22	-0.2018	-0.920	NS	20	0.1385	0.593	NS
	Okt	22	-0.2305	-1.050	NS	20	0.1970	0.852	NS
Zima		21	0.4939	2.476	0.05	19	-0.3688	-1.630	NS
Pomlad		22	-0.0040	-0.010	NS	20	0.1921	0.830	NS
Poletje		22	0.3359	1.595	NS	20	0.0457	0.194	NS
Jesen		22	-0.0257	-0.110	NS	20	0.3094	1.380	NS
Veg.doba		22	0.3287	1.556	NS	20	0.1167	0.498	NS
Leto		22	0.2889	1.349	NS	20	0.0052	0.022	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

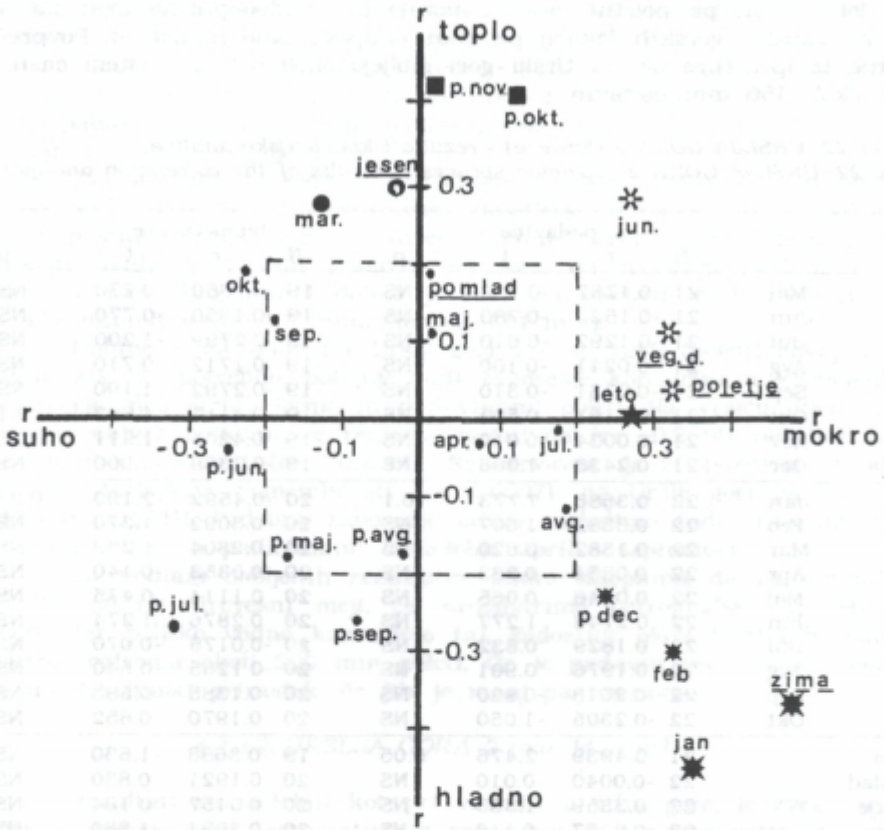
t - t-test

p - nivo pomembnosti

4.3. VPLIV PADAVINSKIH IN TEMPERATURNIH RAZMER NA ŠIRINO LETNIC MACESNOV (pregled rezultatov po lokacijah vzorčenja)

4.3.1. KRVAVEC

Podobno kakor za smreke s Krvavca kažejo tudi macesni visoko odzivnost na temperaturne razmere. Izstopa pomen nadpovprečnih temperatur v času rasti, oziroma v celotnem obdobju od aprila do septembra (april $r = 0,4129 / 0,1$; maj $r = 0,4533 / 0,1$; julij $r = 0,4338 / 0,1$; avgust $r = 0,4513 / 0,1$; september $r = 0,4536 / 0,1$; poletje $r = 0,7690 / 0,01$; vegetacijska doba $r = 0,6813 / 0,01$). Tekoči debelinski prirastek je odvisen tudi od razmer v pretekli vegetacijski sezoni, oz. od razmer ob koncu te sezone.



Slika 8: Zgornja gozdna meja - odzivna funkcija za smreke (*Picea abies*) z Uršlje gore (Vzhodne Karavanke)

Fig. 8: Upper treeline - response function for common spruces (*Picea abies*) from Uršlja gora (Eastern Karavanke)

Toplejša pretekla vegetacijska sezona in mesec oktober pomenijo širše letnice v tekoči sezoni (prejšnji maj $r = 0,3883 / 0,1$; pr. julij $r = 0,3410 / NS$; pr. avgust $r = 0,5204 / 0,005$; pr. oktober $r = 0,5372 / 0,05$).

Čeprav macesni jeseni odvržejo iglice, se nadpovprečne temperature pozimi, predvsem januarja in februarja, negativno odražajo na debelnem prirastku v rastni sezoni (januar $r = -0,4899 / 0,1$; februar $r = -0,5290 / 0,05$; zima $r = -0,4243 / NS$). Statistično pomemben je tudi korelacijski koeficient za povprečne letne temperature ($r = 0,4299 / 0,1$), kar pomeni, da tvorijo macesni na Krvavcu, v nadpovprečno toplih letih, tudi širše letnice. Letno temperaturno povprečje za Krvavec je bilo v desetletju 1970–1980 $2,9^{\circ}\text{C}$.

Reakcija na padavinske razmere je šibkejša od reakcije na temperaturne razmere. Poudarjen je zaviralen vpliv nadpovprečne količine padavin v juniju in juliju tekoče rastne sezone (junij $r = -0,2632 / NS$;

julij $r = -0,2809 / 0,1$), kakor tudi v oktobru preteklega leta ($r = -0,2707 / 0,1$). Za macesne s Kravca torej velja, da naredijo širše letnice v letih, ko je obdobje od aprila do septembra, tako v tekoči, kakor tudi v pretekli vegetacijski sezoni, toplejše in z manj padavinami, podobne razmere morajo biti tudi v jesenskih mesecih preteklega leta, medtem ko mora biti zima predvsem hladnejša.

Tabela 23: KRVAVEC (Macesni) - rezultati korelacijske analize
Table 23: KRVAVEC (European larch) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	37	0.0163	0.096	NS	19	0.3883	1.519	0.1
R	Jun	37	-0.2345	-1.420	NS	19	0.0701	0.253	NS
E L	Jul	37	-0.2330	-1.410	NS	19	0.3410	1.308	NS
T E	Avg	37	-0.0364	-0.210	NS	19	0.5204	2.197	0.05
E T	Sep	37	-0.0615	-0.360	NS	19	0.2499	0.930	NS
K O	Okt	37	-0.2707	-1.660	0.1	19	0.5372	2.296	0.05
L	Nov	37	0.0952	0.566	NS	19	0.1771	0.649	NS
O	Dec	37	0.1676	1.005	NS	19	0.0204	0.073	NS
	Jan	38	-0.0009	-0.000	NS	20	-0.4899	-2.100	0.1
	Feb	38	0.0861	0.518	NS	20	-0.5290	-2.330	0.05
T	Mar	38	0.1291	0.781	NS	20	-0.3516	-1.400	NS
E L	Apr	38	-0.0481	-0.280	NS	20	0.4129	1.699	0.1
K E	Maj	38	0.0183	0.109	NS	20	0.4533	1.903	0.1
O T	Jun	38	-0.2632	-1.630	NS	20	0.2266	0.870	NS
Č O	Jul	38	-0.2809	-1.750	0.1	20	0.4138	1.801	0.1
E	Avg	38	0.0106	0.064	NS	20	0.4513	1.892	0.1
	Sep	38	0.0212	0.127	NS	20	0.4536	1.904	0.1
	Okt	38	-0.1155	-0.690	NS	20	0.2017	0.770	NS
Zima		29	0.1357	0.711	NS	14	-0.4243	-1.400	NS
Pomlad		30	0.2312	1.257	NS	15	0.3607	1.223	NS
Poletje		30	-0.0817	-0.430	NS	15	0.7690	3.805	0.01
Jesen		30	0.1595	0.855	NS	15	0.4706	1.686	0.1
Veg.doba		38	-0.1817	-1.100	NS	20	0.6813	3.483	0.01
Leto		38	-0.0527	-0.310	NS	20	0.4299	1.781	0.1

N - število

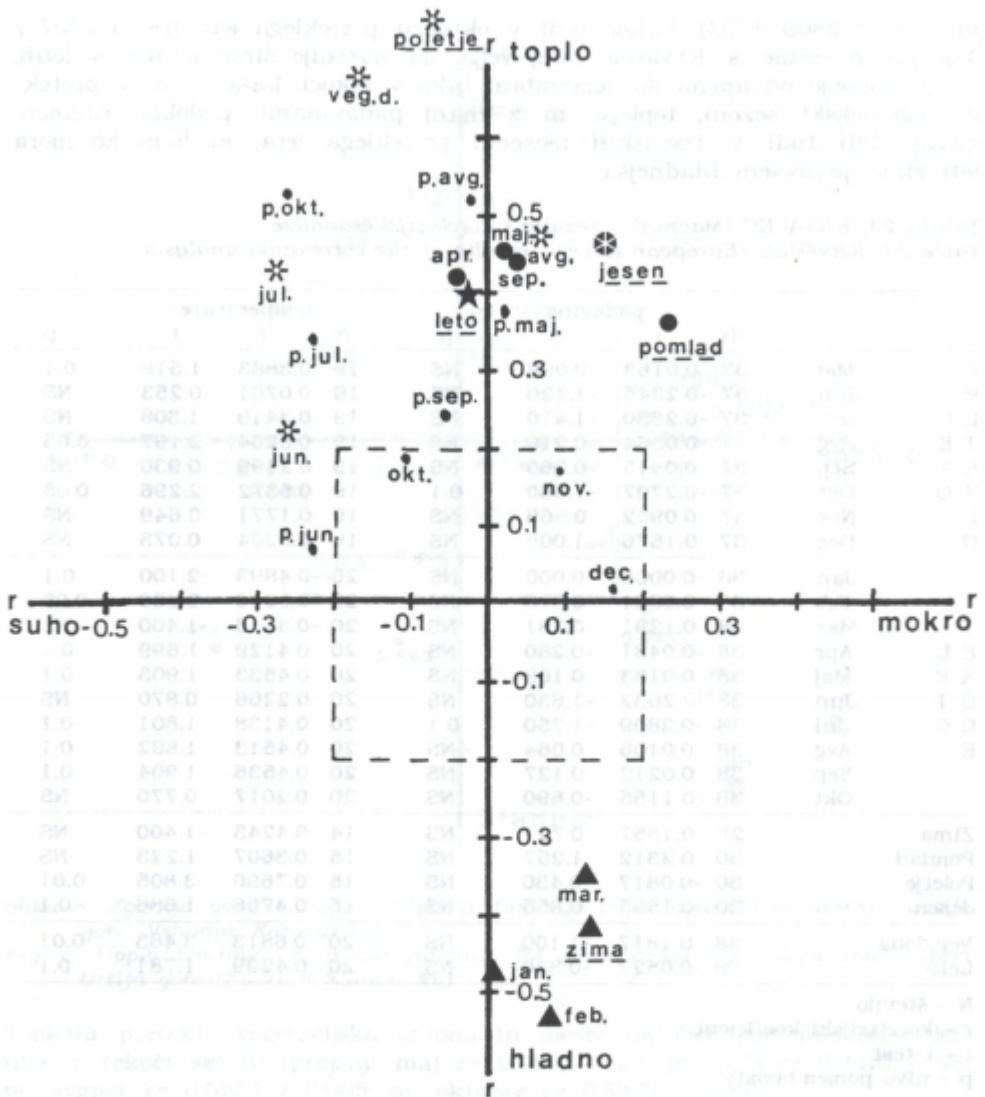
r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

4.3.2. VRŠIČ

Rezultati za macesne z Vršiča se ujemajo z rezultati za isto drevesno vrsto s Kravca, kakor tudi z rezultati za smreke z Vršiča. Tudi pri vršičkih macesnih se je pokazalo, da so za rast letnic ugodnejša leta, ki imajo toplejšo vegetacijsko sezono ($r = 0,3094 / 0,1$), znotraj nje pa še zlasti izstopa pomen nadpovprečno toplega junija ($r = 0,4240 / 0,05$). Vpliv temperatur v pretekli vegetacijski sezoni, kakor tudi negativen vpliv nadpovprečno tople zime, ni tako očiten. Statistično pomemben korelacijski koeficient smo dobili samo pri temperaturah meseca decembra ($r =$



Slika 9: Zgornja gozdna meja - odzivna funkcija za macesne (*Larix Europaea*) s Kruavca

Fig. 9: Upper treeline - response function for european larch (*Larix Europaea*) from Kruavec

-0,4103 / 0,05). Primerjava z zimskim temperaturnim povprečjem pa ne dosega praga statistične pomembnosti ($r = -0,2162$).

Primerjava s padavinskimi podatki je potrdila tezo o zaviralni vlogi nadpovprečne količine padavin v obdobju rasti. Statistično pomembne korelacijske koeficiente smo dobili za meseca junij ($r = -0,5117 / 0,01$)

in julij ($r = -0,3742 / 0,05$), kakor tudi za celotno poletje ($r = -0,3971 / 0,05$). Podobno kot pri smrekah smo tudi pri macesnih izračunali visoko korelacijo med širino letnic in padavinami v novembru preteklega leta ($r = 0,3720 / 0,05$). Statistično pomembno zvezo z jesenskimi padavinami tekočega leta ($r = 0,4665 / 0,01$) pa puščamo ob strani, ker menimo, da je predvsem plod naključij, saj je ob zgornji gozdni meji v tem času debelinska rast že zaključena.

Rezultati potrjujejo dejstvo o macesnu kot heliofilni drevesni vrsti. Presenetljiva je le reakcija na nadpovprečno tople zime, ki povzročijo fiziološko sušnost zaradi povečanega izhlapevanja. Pri macesnu te reakcije vsekakor nismo pričakovali, ker ta drevesna vrsta pred nastopom zime odvrže iglice in se s tem zavaruje pred prevelikim izhlapevanjem. Po naših rezultatih pa prihaja do prekomernega izhlapevanja in z njim povezane sušnosti kljub odvrženim iglicam.

Tabela 24: VRŠIČ (Macesni) - rezultati korelacijske analize

Table 24: VRŠIČ (European larch) - results of the correlation analysis

		padavine				temperature			
		N	r	t	p	N	r	t	p
P	Maj	29	-0.1991	-1.050	NS	29	0.0183	0.095	NS
R	Jun	29	-0.2176	-1.150	NS	28	0.2333	1.223	NS
E L	Jul	29	0.0183	0.095	NS	29	0.0907	0.473	NS
T E	Avg	29	0.1295	0.678	NS	28	-0.0947	-0.480	NS
E T	Sep	29	0.2165	1.152	NS	29	0.2592	1.394	NS
K O	Okt	29	-0.1277	-0.660	NS	29	0.1871	0.990	NS
L	Nov	29	0.3720	2.082	0.05	29	0.0938	0.498	NS
O	Dec	29	0.0062	0.032	NS	29	-0.4103	-2.330	0.05
	Jan	30	-0.0850	-0.450	NS	30	-0.1631	-0.870	NS
	Feb	30	-0.0661	-0.350	NS	29	0.1919	1.016	NS
T	Mar	30	0.0456	0.241	NS	30	-0.1778	-0.950	NS
E L	Apr	30	-0.1136	-0.600	NS	30	0.2481	1.355	NS
K E	Maj	30	-0.0956	-0.500	NS	30	0.2786	1.535	NS
O T	Jun	30	-0.5117	-3.150	0.01	29	0.4240	2.432	0.05
Č O	Jul	30	-0.3742	-2.130	0.05	30	0.2135	1.156	NS
E	Avg	30	0.0316	0.167	NS	29	-0.2469	-1.320	NS
	Sep	30	0.2542	1.391	NS	30	-0.0175	-0.090	NS
	Okt	30	0.0076	0.040	NS	30	0.2894	1.600	NS
Zima		29	-0.1510	-0.790	NS	29	-0.2162	-1.150	NS
Pomlad		30	-0.0686	-0.360	NS	30	0.1454	0.777	NS
Poletje		30	-0.3971	-1.280	0.05	28	0.2500	1.316	NS
Jesen		30	0.4665	2.790	0.01	30	0.1637	0.878	NS
Veg.doba		30	-0.1838	-0.980	NS	30	0.3094	1.721	0.1
Leto		30	0.0904	0.480	NS	27	0.1684	0.854	NS

N - število

r - korelacijski koeficient

t - t-test

p - nivo pomembnosti

5. POVZETEK

Odnosi med padavinskimi in temperaturnimi razmerami ter debelinskim prirastkom po posameznih rastiščnih tipih in za posamezne drevesne vrste so podrobneje predstavljeni v povzetkih po posameznih poglavjih. Tu bomo predstavili le nekatera splošna dognanja o teh odnosih pri nas.

1. Submediteranska Slovenija:

Omejujoč faktor priraščanja je sušnost, kar se kaže v premajhni količini padavin, oziroma previsokih temperaturah v času rasti, ki povečujejo izhlapevanje. Nadpovprečna količina padavin je zaželjena čez vse leto, kar opozarja na dejstvo, da je sušnost v veliki meri pogojena s talnimi in petrografskimi razmerami. Za uspešno rast so pomembne tudi razmere ob koncu prejšnje vegetacijske sezone (priprava na zimo), ko naj bi bila jesen vlažna in bolj hladna. Bori (iglavci), ki ob ugodnih razmerah začno z asimilacijo že ob koncu zime (februarja), ugodno reagirajo na toplo zimo, hrasti (listavci) pa ne. V obeh primerih pa je dobrodošla topla pomlad.

2. Rastiščni tip na prodnih terasah osrednje Slovenije:

Ker sta prst in matična podlaga zelo dobro prepustni za vodo, klimatske razmere pa z vidika uspevanja velike večine drevesnih vrst niso bistveno drugačne od tistih v submediteranski Sloveniji, je odziv dreves na temperaturne in padavinske razmere podoben. Padavinske razmere so, predvsem pri iglavcih (smreka, rdeči bor), nekoliko manj v ospredju, kar je posledica tudi delno ponesrečenega izbora lokacije vzorčenja. Zato pa je odziv na višje temperature v času rasti, kljub nekoliko nižjim temperaturnim povprečkom, enako intenziven kot v submediteranu. Tudi tu so za prirastek, ki se oblikuje v rastni sezoni, ugodnejša leta, v katerih je jesen preteklega leta bolj namočena (smreke) in nekoliko hladnejša (rdeči bori), zime pa morajo biti za hraste bolj sušne, za rdeče bore pa predvsem toplejše. Hrasti potrebujejo več vlage spomladi in poleti, glede temperatur pa mora biti poletje predvsem nekoliko hladnejše.

3. Zgornja gozdna meja:

Glede na zahteve, ki jih imajo do temperaturne in padavin, delimo lokacije dreves ob zgornji gozdni meji na dva tipa. V prvem je osrednji in zahodni slovenski gorski svet, za katerega velja, da tvorijo drevesa širše letnice v letih, ki imajo toplejšo in manj namočeno rastno sezono, ter jesen v preteklem letu. Zima pa mora biti predvsem nekoliko hladnejša. Za drugi tip - lokacije v vzhodnem delu slovenskega gorskega sveta (Uršlja gora), oz. tam, kjer pade pod 1500 mm padavin letno in pod 500 mm poleti - je značilno, da imamo premosorazmeren odnos s padavinami v obdobju rasti. Poudarjena je tudi zahteva po bolj namočeni (bolj snežni)

zimi. Oba tipa lokacij se po reakciji na temperaturne razmere ne ločita med seboj.

Tabela 25: ODNOS MED ŠIRINO LETNIC IN PADAVINSKIMI TER TEMPERATURNIMI RAZMERAMI - pregled rezultatov po rastiščnih tipih

Table 25: RELATIONS BETWEEN RINGS-WIDTH AND PRECIPITATIONS AND TEMPERATURE CONDITIONS - review of the results in the regard to the types of growing sites

		submediteran		prodne terase		gozd.m.1		gozd.m.2:		gozd.meja		
		Črni bori		Hrasti		Rdeči bori		Smreke		Macesni		
		Pad. Tem.	Pad. Temp.	Pad. Tem.	Pad. Temp.	Pad. Tem.	Pad. Temp.	Pad. Temp.	Pad. Temp.	Pad. Tem.	Pad. Tem.	
P	Maj	-0.46				-0.26	0.49		-0.33	:	0.38	
R	Jun									:		
E L	Jul									:		
T E	Avg					-0.25				:	0.52	
E T	Sep	-0.29				-0.28				:		
K O	Okt	0.25	-0.30	0.32		-0.28	-0.43		0.34:	-0.27	0.35	
L	Nov	-0.35	0.22				-0.39		0.37:			
O	Dec	0.24	0.29			0.25	0.27	-0.34	0.34	:		
	Jan					-0.34	0.29		0.35	-0.31:	-0.48	
	Feb	0.25	-0.34			0.29		0.47	:		-0.52	
T	Mar	0.55	0.27	0.21					:		-0.35	
E L	Apr		0.29	0.22					:		0.41	
K E	Maj	-0.36	0.45	0.35			0.31		:		0.45	
O T	Jun			0.51	-0.42	-0.35	-0.31	0.32	0.32:	-0.26		
Č O	Jul	0.29	-0.32	0.34	0.33	-0.26	-0.24	-0.30	0.32		-0.28	0.43
E	Avg	-0.36	0.50	-0.28			-0.28			:	0.45	
	Sep	0.38	-0.23	0.28						:	0.45	
	Okt	-0.31								:		
Zima		0.21	0.49	-0.30	-0.38	0.46	-0.31	0.55	-0.29:		-0.42	
Pomlad		0.28	0.25	0.24	0.59				:		0.36	
Poletje		0.32	-0.38	0.55	0.37	-0.45	-0.42	-0.24	0.33	0.30:	0.77	
Jesen		-0.28								:	0.47	
Veg.doba		0.37	-0.48		0.30	-0.35	-0.29	0.26	0.25:		0.68	
Leto		0.34		0.23					:		0.43	

Zaradi preglednosti so v tabeli upoštevani samo korelacijski koeficienti, ki so večji od $\pm 0,20$.

VIRI IN LITERATURA

- A l o u i, A., 1978. Quelques aspects de la dendroclimatologie en Khroumiries (Tunisie). D.E.A. d'Ecologie mediterraneenne. Universite Aix - Marseille III.
- B e d n a r z, Z., 1982. Tatra Mountains. v: Climate from Tree Rings. Cambridge.
- B e r g e r, A., G u i o t, J., M a t h i e u, L., 1979. Cedar Tree-Rings and Climate in Marroco. Tree-Ring Bulletin 39.

- Braker, O. U., 1982. Alpine Europe. v: Climate from Tree Rings. Cambridge.
- Franz, H., 1979. Oekologie der hochgebirde. Stuttgart.
- Fritts, H.C., 1971. Dendroclimatology and Dendroecology. *Quaternary Research* 1.
- Fritts, H. C., 1974. Relationships of Ring widths in Arid-Side Conifers to Variations in Monthly Temperature and Precipitations. *Ecol.Monogr.* 4 (44).
- Fritts, H. C., 1976. Tree Rings and Climate. London.
- Furlan, D., 1960. Klimatska razmejitev Slovenije. *Geografski vestnik* 32. Ljubljana.
- Gams, I., 1959. O višinski mejl naseljenosti, ozimline, gozda in snega v slovenskih gorah. *Geografski vestnik* 32. Ljubljana.
- Gams, I., 1972. Prispevek h klimatogeografski delitvi Slovenije. *Geografski obzorik* XIX - 1. Ljubljana.
- Gams, I., 1977. O zgornji gozdni mejl na JV Koroškem. *Geografski zbornik* XVI. Ljubljana.
- Gams, I., 1986. Osnove pokrajinske ekologije. Ljubljana.
- Hansen - Bristow, K.J., Ives, J.D., Wilson, J. P., 1988. Climatic Variability and Tree Response within the Forest-Alpine Tundra Ecotope. *Annals of American Geographers*, vol.78. št.3
- Heikkinen, O., 1985. Relationship Between Tree Growth and Climate in the Subalpine Cascade Range of Washington, USA. *Annals Bot. Fennici* 22. Helsinki.
- Hughes, M. K., Kelly, P. M., Pilcher, J. R., Lamarche, V. C., 1982. Climate from Tree Rings. Cambridge.
- Klimatografija Slovenije, 1988. 1.zvezek - Temperature. Hidrometeorološki zavod Slovenije. Ljubljana.
- Klimatografija Slovenije, 1989. 2.zvezek - Padavine. Hidrometeorološki zavod Slovenije Ljubljana.
- Kotar, M., 1986. Prirastoslovje. Ljubljana.
- Lamarche, V. C., Fritts, H. C., 1971. Tree Rings, Glacial Advance and Climate in the Alps. *Z.fur Gletscherkunde und Glazialgeologie* 7-1/2.
- Lamarche, V. C., Harlan, 1973. Accuracy of Tree-Rings Dating of Bristlecone Pine for Calibration of the Radiocarbon Time Scale. *Journal of Geophysical Research* 78 (36).
- Lamarche, V. C., Stockton, E.W., 1974. Chronologies from the Temperature-Sensitive Bristlecone Pines at Upper Tree Line in Western United States. *Tree-Rings Bulletin* 34.
- Lovrenčak, F., 1975. Zgornja gozdna meja v Kamniških ali Savinjskih Alpah. Disertacija. Ljubljana.
- Lovrenčak, F., 1977. Zgornja gozdna meja v Kamniških Alpah v geografski luči. *Geografski zbornik* 1976. Ljubljana.
- Lovrenčak, F., 1987. Zgornja gozdna meja v Julijskih Alpah in na visokih kraških planotah Slovenije. *Geografski zbornik* 1986. Ljubljana.
- Meteorološki godišnjaki 1950 - 1984. Zvezna hidrometeorološka služba. Beograd.
- Munaut, A. V., 1982. The Mediterranean Area - Introduction. v: Climate from Tree-Rings. Cambridge.
- Ogrin, D., 1989. Vpliv padavinskih in temperaturnih razmer na širino letnic črnih borov (*Pinus nigra*) v submediteranski Sloveniji. Dela 6. Oddelek za geografijo FF. Ljubljana.
- Ogrin, D., 1989a. Dendroklimatologija in možnosti uporabe njene metode v Sloveniji. *Geografski vestnik* LXI. Ljubljana
- Plesnik, M., 1971. O vprašanju zgornje gozdne meje in vegetacijskih pasov v gorovjih JZ in SZ Slovenije. *Gozdarski vestnik* 43. Ljubljana.
- Pliut, D., 1981. Prikaz in ocena naravnogeografskih potez Kopskega primorja z vidika načrtovanj prostorskega razvoja. Slovensko morje in zaledje 4-5. Koper.

- S e u e, F., 1973. Contribution a l'etude dendroclimatologique du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill). These Dr. des Sciences Nat. Marseille.
- S e r r e - B a c h e t, F., 1982. The Mediterranean Area - Comment. v: Climate from Tree-Rings. Cambridge.
- S c h w e i n g r u b e r, F., B r a k e r, O. U., S c h a r, E., 1979. Dendroclimatic Studies on Conifers from Central Europe and Great Britain. Boreas 8.
- S t e p a n č i č, D., 1974. Tla na eocenskem flišu Šavrinskega gričevja. Disertacija. Ljubljana.
- S t e p a n č i č, D., L o b n i k, F., 1985. Osnovna pedološka karta SFRJ-pedološka karta Slovenije 1:50.000; komentar k listu Ljubljana. Ljubljana.
- U r a n, B., Ž i v a n o v i č, M., 1987. Geofizikalne raziskave med Gameljnama in Dolskim za ugotavljanje debeline prodnega zasipa. Geologija 30. Ljubljana.

THE INFLUENCE OF PRECIPITATIONS AND TEMPERATURE CONDITIONS ON TREES' RADIAL INCREMENT

SUMMARY

The main object of the research was to state the relations between ring-width (trees' radial increment) and precipitations and temperature conditions in three landscape's types in Slovenia: in Submediterranean Slovenia, on the gravelly terraces of central Slovenia and in the areas at the upper treeline. The dendroclimatological method was used to state these relations. The standardized ring-width's indices chronology was compared using the correlation analysis to climate data of meteorological stations which operate in similar climate conditions as those in the growing sites which the samples were taken from. The data on average monthly precipitations and temperatures for an 18-months period were used. The comparison was made also for the year's season, the vegetation period (the period from April till September) and for single years.

In the SW part of Slovenia, which is under the influence of submediterranean climate, the relations between climate and tree rings-width were analysed on two tree species: durmast oak (*Quercus petraea*) and black pine (*Pinus nigra*). Analyse of 24 samples of black pine, taken on three locations (Socerb, Petrinje and Lipa-Komen) has shown that the ring-width of black pine depends on both, the temperature and precipitations conditions. Over-average temperatures in winter and spring stimulate the radial increment while such temperatures in other seasons hinder it. The negative influence of over-average highly temperatures in summer ($r = -0,388 / 0,1$) and in the vegetation period ($r = -0,4829 / 0,01$) is especially evident. High temperatures in this period cause a high evapotranspiration and the trees feel it, because of the lack of soil moisture, as draught. Among the precipitations it is well noticeable the importance of higher quantity of precipitations in summer ($r = 0,3225 / 0,1$) and in the whole vegetation period ($r = 0,3713 / 0,05$). The need for higher quantity of precipitations in Submediterranean Slovenia is not as strongly connected with their low quantity - because there are from 1000 to 1500 mm per year, a little less than half of this amount falls in the vegetation period - as it is connected with the predominating carst character and a thin soil stratum which retains only a little moisture.

The research, done on eight samples of durmast oak has shown similar results as obtained in the case of black pine with the only difference that the responsiveness of oaks to precipitations conditions is stronger. An over-average quantity of precipitations in all seasons stimulates the increment, especially in summer ($r = 0,5592 / 0,01$) and in the whole vegetation period ($r = 0,6654 / 0,001$). An over-average quantity of precipitations in the previous year's fall, particularly in

October ($r = 0.3193 / 0.1$) is important, similarly as in the case of pines. In the case of durmast oak the temperature conditions are less important. Still, the most evident is the influence of over-average warm winters ($r = -0.3030 / NS$) which have a negative impact on increment, formed during the growth period.

In the case of trees, growing on gravelly terraces of the Ljubljana basin in central Slovenia, a similar response to climate conditions as in the case of trees from the submediterranean was expected, although central Slovenia doesn't have a submediterranean climate with typically dry period in summer. The river Sava and its affluent streams have covered the Ljubljana basin with a more than 50 m thick stratum of gravel, well permeable to water, on which a thin stratum of soil has developed, also well permeable to water. It was expected that the trees here would react to the lower quantity of water, especially in summer - similarly to those in the Carst. The research embraced two locations - Kleče, where 4 samples of common oak (*Quercus rubur*) were analysed and Repnje, where 10 samples of scots pine (*Pinus silvestris*) and 10 samples of common spruce (*P. abies*) were analysed.

Our expectations were fulfilled especially in the case of common oak from Kleče. A higher quantity of precipitations has a stimulating impact on the tree ring-growth, except in winter. This can be especially seen in the case of precipitations in spring ($r = 0.5955 / 0.001$), summer ($r = 0.3707 / 0.05$) as well as in the whole vegetation period ($r = 0.2983 / 0.05$). Just the opposite, over-average temperatures in summer slow down the radial increment ($r = -0.4482 / 0.05$) because they accelerate evaporation and the consumption of water.

In the case of both tree species from Repnje, the obtained results differ from those that were expected, especially when responding to the precipitations conditions. The results show that precipitations in this case don't play an important role in the formation of radial increment. These results are also a consequence of a partially unfortunate choice of the sampling area. While analysing the depth of soil stratum, we found out that the soil in Repnje was much thicker than the one in Kleče, because it didn't develop directly on the gravel but on an approximately 60 cm thick stratum of clay sediments, brought by the waters from the nearby hill.

The reaction to temperature conditions in Repnje is similar to the reaction in Kleče and in submediterranean Slovenia. In the case of both, the scots pine and common spruce, higher temperatures in summer and in vegetation period have a negative impact on the ring-width (scots pine: summer $r = -0.4261 / 0.05$, vegetation period $r = -0.3458 / 0.05$; common spruce: summer $r = -0.4231 / 0.05$). Over-average highly temperatures in winter ($r = 0.4686 / 0.05$) are also important in the case of scots pine, while such temperatures in spring, especially in march ($r = 0.3320 / 0.1$) are important in the case of common spruce.

In areas of the upper treeline in the Slovenian mountains (between 1700 and 1900 m) the research included two tree species: common spruce and European larch (*Larix europea*). Altogether, 40 samples of common spruce from five locations (Krvavec, Komna, Vršič and two locations with a different altitude from Uršlja gora) and 16 samples of European larch from two locations (Krvavec and Vršič) were analysed.

Temperature conditions affect the formation of radial increment of common spruce especially in two periods: in the growth period (summer) and in winter. In summer there is the need for over-average temperatures ($r = 0.3254 / 0.1$), while in winter higher temperatures have a negative influence on radial increment which formates in the growth season ($r = -0.3162 / 0.1$). Higher temperatures in winter cause increased transpiration which leads to physiological draught and to needle and tissue damages.

In respect to precipitations conditions, the locations at the upper treeline are divided in two groups: a) the locations from central and western part of the mountain landscape and b) both locations from Uršlja gora in eastern Karavanke. In the first group the precipitations are important especially in two periods, in the previous year's fall and in the period of growth. In the period of preparation for

winter rest it is important that the fall is dry (October $r = -0.4331 / 0.5$, November $r = -0.3949 / 0.059$), the same goes for the growing season which in the mountains is limited to three summer months ($r = -0.2963 / 0.1$). The days with rain are accompanied by increased cloudiness which reflects in lower temperatures.

In contrast to locations from central and western part of Slovene mountain areas, both locations from Uršlja gora showed the need for higher quantity of precipitations in the growth period (Uršlja gora 1: $r = 0.3175 / NS$, Uršlja gora 2: $r = 0.3359 / ns$) and in winter (Uršlja gora 1: $r = 0.3497 / NS$, Uršlja gora 2: $r = 0.4939 / 0.05$). An explanation for the described reaction can be found in lower quantity of precipitations which Uršlja gora receives in comparison with locations which lie west from it. On Uršlja gora (a. 1695 m) there falls around 1300 mm of precipitations per year, from which about 450 mm in summer, on Krvavec (a. 1740 m) around 1500 mm (500 mm in summer), and on Komna (a. 1520 m) in Julian Alps around 3100 mm per year (800 mm in summer). On the basis of the obtained results it can be concluded that for a normal growth at the upper treeline in Slovenia - if lithological conditions, relief and soil characteristics are left aside - around 1500 mm of precipitations per year or about 500 mm in summer are sufficient. If the quantity of precipitations is higher, a negative reaction to the precipitations conditions occurs, and if it is lower, then occurs a positive one.

Both analysed locations with European larch are from central and western part of the Slovene mountain area, therefore the reaction to climate conditions is similar to the one of common spruce from these areas. Years which have a warmer current vegetation season as well as a warm period at the end of the previous vegetation season have appeared as more favourable to the growth of tree-rings. Over-average temperatures in winter have a negative impact on radial increment which surprises a bit because European larch withdraws the needles in fall in order to protect itself from a too big evaporation and physiological draught. The results show that, inspite of the needle withdrawal, an over-evaporation occurs. The reaction of European larch to precipitations conditions is somewhat weaker than its reaction to temperatures. The negative impact of higher quantity of precipitations in the growth season and in the fall at the end of the previous growth season also here is being emphasized.

Tab.

Planinski vrhovi

Razna dežna in snežna

Učinki

Večletna (1990) izredna