

GDK 237.2+237.6:561:622:902/905(497.12x13)

VPLIV MELIORACIJ NA DEBELINSKO RAST IN PRIRASTEK ČRNE JELŠE, OZKOLISTNEGA JESENA IN DOBA V PREKMURJU

Tomislav LEVANIČ*

Izvleček

Prekmurski gozd doživlja zaradi melioracij številne negativne spremembe. Razmere so se z dograditvijo Radmožanskega zadrževalnika še poslabšale. Preučevali smo rastno in prirastno odzivanje doba, jesena in črne jelše na hitre spremembe v okolju. Spremembe rastišča se kažejo predvsem v zmanjševanju vitalnosti in povečevanju deleža nevitálnih dreves ter v neenakomernem priraščanju v debelino. Zaradi hitrih sprememb v okolju prihaja do sušenja dreves. Najbolj je prizadeta črna jelša. Nastalo vrzel zapolnjuje jesen. Razvojni trendi kažejo regresijo v smeri jelševo-jesenovega gozda. Vpliv hidromelioracije se na rastiščih doba kaže predvsem v konstantnem upadanju debelinskega prirastka.

Ključne besede: melioracija, rastna značilnost sestoja, prirastna značilnost sestoja, Prekmurje

EFFECTS OF HIDROMELIORATION ON DIAMETER GROWTH AND INCREMENT OF BLACK ALDER, ASH AND OAK IN SLOVENE PREKMURJE

TOMISLAV LEVANIČ*

Abstract

Forests in Prekmurje are under hydromelioration influences. The situation became worse when the Radmožanci barrier was built. The growth and height increment of oak, ash and black alder due to fast changes in the environment are dealt with. Many trees are dying, especially black alder. The gaps left behind are fulfilled by ash. Mixed ash-black alder forest is substituting for pure black alder forest. The effect of hydromelioration on oak is less obvious - it is manifested in decreasing diameter increment.

Key words: melioration, growing characteristics of the forest, incremental characteristics of the forests, Prekmurje

* mag., dipl.ing., novi raziskovalec, Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 61 000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

KAZALO

1	UVOD IN PREDSTAVITEV PROBLEMA.....	9
2	METODA DELA.....	11
3	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	12
3.1	Ekološka indikativnost rastlin po Ellenbergu in njen pomen.....	12
3.2	Klasifikacija fitocenoloških popisov.....	15
3.3	Ordinacija fitocenoloških popisov.....	17
3.4	Povezanost vodostaja reke Ledave z nihanjem nivoja talnice v Polani in Črnem logu.....	20
3.5	Vpliv vodostaja Ledave, temperature in padavin na rast dreves.....	22
3.6	Zdravstveno stanje sestojev.....	27
3.7	Ugotavljanje vpliva hidromelioracij na rast sestojev s pomočjo metod dendrokronologije.....	30
3.7.1	Analiza debelinskega prirastka.....	33
3.7.2	Analiza debelinskega prirastka s pomočjo drsečih sredin.....	37
3.7.3	Analiza debelinskega prirastka s pomočjo standardizacije kronologij.....	44
3.7.4	Vpliv sušnih let na debelinski prirastek hrasta, jesena in črne jelše.....	50
3.7.5	Primerjava upada relativnega debelinskega prirastka hrasta, jesena in črne jelše.....	52
4	POVZETEK.....	55
	SUMMARY.....	57
	VIRI.....	61

1 UVOD IN PREDSTAVITEV PROBLEMA

"Prekmurje, žitnica Slovenije in zakladnica delovne sile, ni samo dežela zgodovinskih in jezikoslovnih zanimivosti ter socialnoekonomskih zapetljajev, marveč ima tudi lepo vrsto čisto gozdarskih problemov, ki se kopičijo na sorazmerno majhni gozdni površini", je že leta 1951 zapisal Maks Wraber.

Njegova misel je še vedno sveža, z enim popravkom, težav z gozdom je v Prekmurskem prostoru vedno več. Melioracije, o katerih se je leta 1951 samo govorilo, so danes stvarnost. Ta stvarnost pa jemlje prekmurskemu gozdu življenjsko moč in ogroža njegov obstoj.

Da so se težave pojavile z ureditvijo vodotokov, je jasno, saj že Wraber (1951) piše, da so v Črnem logu ostanki sestoja črne jelše, kateremu se na panjih in podrtih drevesih vidi, kako mu življenjska sila že nekaj časa upada. Da gre res za spremembe rastišča, govorijo tudi pričevanja domačinov, ki pravijo, da je bilo zemljišče v Črnem logu tako zamočvirjeno, da se ni dalo priti čezenj. Tudi današnji logar v Črnem logu se spominja, da je kot otrok lovil ribe v depresijah (dnikah) sredi gozda. Za dni ke vemo danes le še po malo bolj močvirni vegetaciji, voda pa, ki v dnikah spomladi zastaja in daje občutek poplavljenosti, izhaja predvsem iz padavinske vode.

Velika osušitev in sprememba zemljišča v Črnem logu je bila posledica izgradnje dveh prekopov v letih 1914 in 1919. Prekopa je zgradila še Avstro-Ogrska. Wraber (1951) piše, da sta prekopa zemljišče tako močno osušila, da za silo uspevajo samo še starejši in globlje zakoreninjeni sestoji. Sprašuje se tudi, ali imajo mlajše kulture črne jelše sploh še kakšno možnost za preživetje. Možnosti za preživetje jelševih gozdov v Črnem logu pa so se še bolj zmanjšale leta 1980 z dokončanjem velikega Radmožanskega zadrževalnika. To ni zadrževalnik vode v klasičnem pomenu, ampak je to gozd, ograjen z nasipom. Hkrati z gradnjo zadrževalnika so tudi poglobili strugo reke Ledave in na njej zgradili sistem zapornic, ki v primeru visoke vode Ledavo zajezi in vodo pretoči v gozd. Namen sistema zapornic je preprečitev poplav v Lendavi in njeni okolici, po drugi strani pa uničujejo gozd s prisilnim poplavljanjem tudi sredi vegetacijske sezone. Najbolj pomembno je dejstvo, da tovrstno prisilno poplavljanje gozda nima nič skupnega z naravno ritmiko poplavljanja v greznem gozdu.

Naš namen je raziskati kompleksen vpliv melioracij na slabšanje rastišča črne jelše v Črnem logu. V Črnem logu se pojavljajo tudi druge

gospodarsko pomembne drevesne vrste, katerih vloga ni zanemarljiva. Tu lahko s spremembami rastišča opazujemo tudi zamenjavo drevesnih vrst, in sicer črne jelše z ozkolistnim jesenom (*Fraxinus angustifolia*). Ker slednji postaja vse pomembnejši, bomo poizkušali pojasniti in raziskati njegove rastne in prirastne značilnosti in poiskati morebitene vplive melioracij tudi na to drevesno vrsto.

Po mnenju nekaterih fitocenologov (WRABER 1951, ACCETTO 1986) je dobovo-gabrov gozd (*Quercus-Carpinetum*) zadnja stopnja sukcesije rastišč črne jelše. Ker je veliko problemov tudi v dobravah, bomo poizkušali razložiti vpliv melioracij na rastne in prirastne značilnosti tega gozda.

Ker v literaturi nismo našli zadovoljivih odgovorov na vsa naštetá vprašanja, smo se odločili, da bomo stanje prekmurskega gozda podrobneje proučili in analizirali njegovo rast in priraščanje.

Pri naši raziskavi postavljamo naslednje štiri hipoteze:

1. *Sprememba gladine podtalnice je posledica hidromelioracije.*
2. *Sprememba nivoja podtalnice se kaže na debelinskem prirastku dreves črne jelše, ozkolistnega jesena in doba.*
3. *Reakcija črne jelše na zniževanje podtalnice se kaže v upadanju vitalnosti, jesen pa na zniževanje podtalnice in občasno poplavljanje reagira pozitivno.*
4. *Vpliv melioracij se kaže v večji variabilnosti debelinskega prirastka.*

Za preverbo veljavnosti teh hipotez smo na terenu postavili več raziskovalnih ploskev, kjer smo analizirali tiste prirastoslovne in rastiščne kazalce, s katerimi bomo gornje hipoteze zavrgli ali potrdili. Pri izbiri lokacij za izvedbo raziskave smo se odločili za dva sosedna, strnjena gozdna kompleksa - Črni log in Polanski log. Na teh dveh objektih smo želeli preveriti, ali naše delovne hipoteze držijo.

Na obeh objektih smo skupno postavili pet raziskovalnih ploskev. Lokacijo ploskev smo določili ob pomoči lokalnih gozdarskih strokovnjakov. Za njihovo pomoč in sodelovanje se jim na tem mestu prav lepo zahvaljujem, še posebej pa velja zahvala Feliksu Golenku, Ladislavu Idziku in Andreju Göntzu. Zahvala velja tudi vodstvu GG Murska Sobota, ker so mi omogočili delo v gozdovih Črnega loga in Polane.

2 METODA DELA

Pri načrtovanju raziskave smo na podlagi predhodnih terenskih ogledov možnih objektov sklenili, da bomo vpliv hidromelioracij preučevali na treh ploskvah v Črnem logu in na dveh primerjalnih (od tega ena delna) ploskvah v Polani. Za tak razpored smo se odločili zato, ker smo sklepali, da vpliv melioracij v Črnem logu ni povsod enako močan in da se na primerjalnih ploskvah v Polani vplivi hidromelioracij ne kažejo.

Kriteriji za izbiro posamezne ploskve so bili naslednji:

- rastišče mora biti znotraj ploskve čimbolj homogeno, kar smo preverjali z merjenjem nivoja talnice in fitocenološkimi popisi,
- sestoj na raziskovalni ploskvi mora biti v optimalni razvojni fazi (debeljak), homogen po starosti,
- poraslost z drevesi mora biti čimbolj enakomerna, zastrtost z drevesnimi krošnjami na ploskvi mora biti vsaj 0.8 ali več,
- čez ploskev ne smejo potekati depresije,
- nivo talnice se znotraj raziskovalne ploskve ne sme bistveno spreminjati

Na podlagi postavljenih kriterijev smo izbrali štiri ploskve velike 30x30 m (0.09 ha) in eno delno ploskev, ki je nismo zakoličili, ampak smo le naredili fitocenološki popis in posekali dva hrasta za prirastoslovne in dendrokronološke analize.

Na ploskvah smo označili vsa drevesa s številkami in jim izmerili ter ocenili različne rastne in prirastne parametre. Merili in ocenjevali smo naslednje parametre:

- prsni premer,
- drevesno višino, samo na podrtih drevesih,
- dolžino krošnje po 4.stopenjski lestvici,
- socialni položaj po KRAFTU,
- velikost in utesenjenost krošnje,
- kakovost po četrtinah,
- oceno vitalnosti po Šolarju,
- izmero razdalje do najbližjega živega drevesa,
- izmero razdalje do najbližjega panja.

Ker nas je še posebej zanimala rast črne jelše, jesena in doba, smo najstarejše in najmočnejše predstavnike teh treh drevesnih vrst posekali. Kriteriji za izbiro drevesa za posek so bili naslednji:

- drevo mora biti v zgornjem socialnem položaju (1, 2 ali 3 socialni položaj po Kraftu),
- mora imeti močno in navzven nepoškodovano deblo,
- mora imeti močno in primerno razvito krošnjo,
- drevo ne sme kazati očitnih znakov hiranja.

Po teh kriterijih smo izbrali in posekali 23 dreves (9 črnih jelš, 9 jesenov in 5 dobov) ter jih uporabili za podrobne debelne analize.

Na ploskvah smo poleg dendrometrijskih meritev opravili tudi meritve nivoja podtalnice. Na vsaki ploskvi smo imeli tri merilne točke, ki so potekale diagonalno na ploskev, z osnovno orientacijo sever-jug.

Pedološke analize so že leta 1988 opravili raziskovalci Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo. Ker so analize opravili v neposredni bližini naših raziskovalnih ploskev in ker bi bile pedološke analize, kljub svoji pomembnosti, predrage za zastavljeno raziskavo, se bomo glede talnih tipov zanašali predvsem na njihove podatke (KALAN et.al. 1988).

Fitocenološke popise je po ustaljeni metodologiji Braun-Blanqueja opravil D. Robič. Fitocenološki popisi so bili tabelarno obdelani z lastnimi programskimi paketi za vrednotenje fitocenoloških popisov.

Hidrometeorološke podatke smo dobili na Hidrometeorološkem zavodu Republike Slovenije. Vir podatkov so letne evidence količine padavin in temperatur od leta 1954 dalje. Za zbiranje hidrometeoroloških podatkov smo izbrali hidrometeorološko postajo Lendava. Razlog za izbiro te postaje je v tem, da med raziskovalnimi objekti in merilno postajo ni naravnih pregrad, ki bi lahko modificirale padavinski in temperaturni režim na raziskovalnih ploskvah. Podatke o vodostaju reke Ledave pa se nanašajo na merilno postajo Polana I., ki je od raziskovalnih ploskev oddaljena približno 400 m.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Ekološka indikativnost rastlin po Ellenbergu in njen pomen

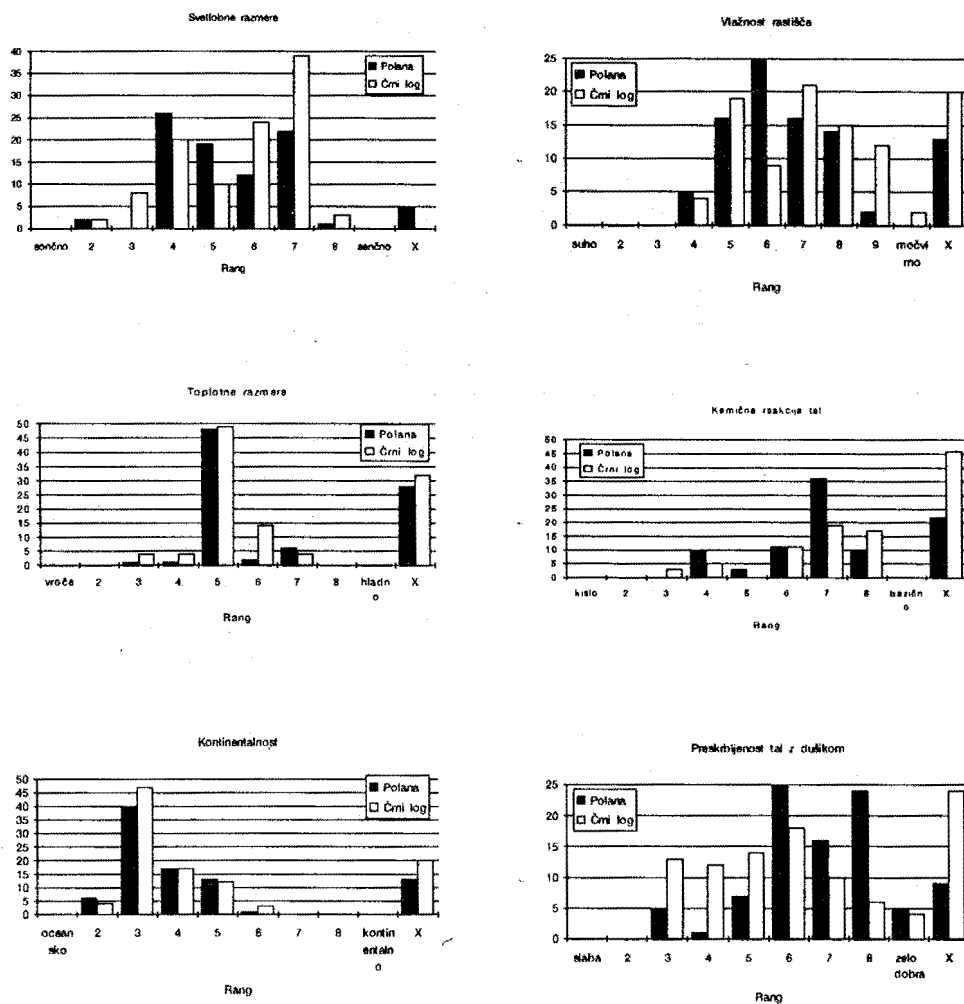
Ekološka indikativnost rastlin je v naši praksi dosedaj bolj redko uporabljan nakazovalec lastnosti rastišča. Na področju raziskav pa ekološka indikativnost lahko pripomore k jasnejšemu rezultatu, kar se je že pokazalo v nekaterih člankih in magistrskih nalogah (ROBIČ in KOTAR 1991, DIACI 1992,

BONČINA 1992). Fitoindikacijo smo izvedli na podlagi petih fitocenoloških popisov in upoštevali dejansko prezenco rastlinskih vrst v tabeli (če se je rastlina pojavljala v različnih slojih, je bila škoda samo enkrat).

Iz fitoindikacije svetlobnih razmer lahko sklepamo, da gre na ploskvah, tako v Polani kot v Črnem logu, za dokaj neenotne razmere glede svetlobnega režima rastlin. Bimodalna porazdelitev doseže prvi, manj izrazit modus pri sencoljubnih in pol sencoljubnih rastlinah. Drugi, bolj izrazit modus pa se pojavi pri pol svetloljubnih rastlinah. Očitno je v strnjenih jelševjih (popisi 1, 3 in 4) več sence kot pa v preredčenih dobravah (popisa 2 in 5). Nekoliko več sencoljubnih in pol sencoljubnih rastlin najdemo v Črnem logu, kjer so sestoji v jelševjih bolj strnjeni.

Frekvenčna porazdelitev vrst, ki nakazujejo toplotne razmere, je izrazito enovršna, z modusom pri rastlinah, ki nakazujejo zmerno topla rastišča, s težiščem v submontanskih predelih. Pomemben je tudi delež glede toplote indiferentnih vrst. Bistvenih razlik med Polano in Črnim logom ni.

Zanimiva je fitoindikacija kontinentalnosti podnebja. Frekvenčna porazdelitev je unimodalna in močno izražena v območju, ki je uklenjeno med oceansko in suboceansko podnebje, ki je značilno za večji del srednje Evrope. Po intuiciji bi morda prej pričakovali pomik v desno proti večji kontinentalnosti. Ta ugotovitev sovпада s fitocenološkimi dognanji zadnjih let (ZUPANČIČ et al. 1986) po katerih je severovzhodni del Slovenije uvrščen v dravsko-murski distrikt predpanonskega podsektorja srednjeevropske (ne ilirske!!) province evrosibirsko-severnoameriške florne regije.



Graf 1: Porazdelitev fitoindikacijskih vrednosti za rastline glede na različne ekološke parametre na raziskovalnih ploskvah v Polani in v Črnem logu. Na y-osi je prikazano št. rastlin v posameznem razredu.

Fitoindikacija vlažnostnih razmer je enolična. Frekvenčna porazdelitev je monotona brez izrazitega modusa, rahlo izstopa modus pri rastlinah, ki nakazujejo vlažno rastišče. V porazdelitvi zavzemajo večino vrste, ki se glede na vlažnost tal grupirajo v intervalu od svežih do vlažnih, vendar ne

premokrlih tal. Zanimiv je tudi pomemben delež do vlage indiferentnih vrst, ki dosega raven drugih, glede frekvenc izenačenih skupin.

Vidimo tudi, da je več rastlin, ki ljubijo vlago v Črnem logu, iz česar sklepamo, da je rastišče v Polani bolj suho.

Glede indikacije kemične reakcije v tleh je pomembno, da po pogostnosti prevladuje skupina vrst, ki so indiferentne do pH reakcije tal. Sicer pa dosežejo modus vrste, ki nakazujejo šibko kislo do šibko bazično pH reakcijo. Odsotne pa so nakazovalke kisljih tal. Razlik med Polano in Črnim logom ni, je pa v Črnem logu bistveno več vrst, ki so indiferentne na pH reakcijo tal.

Za indikacijo preskrbljenosti tal z dušikom je značilno, da je vrst, ki nakazujejo pomanjkanje dušika v tleh, zelo malo. Modus dosegajo vrste, ki nakazujejo zmerno do obilno založenost tal z dušikom. Težišče je pod frekvenčno krivuljo pomaknjeno bolj v desno, proti tlem, ki so bolj založena z dušikom. Pomemben je tudi delež rastlin, ki so do dušika v tleh indiferentne. Opažamo tudi, da je število vrst, ki nakazujejo zmerno do obilno založenost tal z dušikom večje v Polani kot v Črnem logu. V Črnem logu pa je bistveno več rastlin, ki so do dušika v tleh indiferentne. Kljub relativno majhnemu številu popisov (5) pa menimo, da fitoindikacija zadovoljivo nakazuje svetlobne, toplotne in vlažnostne razmere v obravnavanih sestojih.

3.2 Klasifikacija fitocenoloških popisov

Namen klasifikacije je izluščiti skupinice iz neke amorfnе gmote. Kriteriji, na podlagi katerih oblikujemo skupinice, so lahko zelo različni, hkrati pa lahko za izločanje skupin uporabimo več kriterijev naenkrat.

Pri kopičenju so zelo pomembne vhodne spremenljivke, kajti od njih je odvisno, kako dobro bomo skupinice oblikovali. Nepravilno izbrane spremenljivke lahko povzročijo slabo ločevanje ali poudarijo nebstvene razlike med skupinami. Dobro izbrane spremenljivke pa lahko razlike med skupinami poudarijo do take mere, da lahko govorimo o visoki stopnji razločevanja na podlagi vhodnih podatkov.

Kot vhodni podatek je bila v našem primeru izbrana kombinirana ocena abundance in zastiranja rastlin na ploskvah. Kombinirano oceno smo pred obdelavo transformirali z Van der Maarel-ovo transformacijo (VAN DER

MAAREL 1979) in jo tako pripravili za numerično obdelavo. V tabeli prikazujemo osnovne vrednosti, njihov opis in transformirane vrednosti.

Preglednica 1: Kombinirana ocena abundance in zastiranja - pomen posamezne šifre, šifra in transformirana vrednost

Opis šifre	Šifra	Transformirana vrednost
Rast. redka (1-3 os./pl)	r	1
Ni pogosta, nič ne zastira	+	2
Pogosta, skoraj nič ne zastira	1	3
Pogosta, ali pa zastira do 1/20 tal	2	4
Zastira 25-50% tal	3	5
Zastira 50-75% tal	4	7
Zastira nad 75% tal	5	9

Na podlagi tako transformiranih vrednosti smo naredili analizo kopičenja po metodi najbližjega sosedu. Za izračunavanje razdalje med ploskvami smo uporabili Evklidsko razdaljo (KOTAR 1991), podatkov pred analizo nismo standardizirali, ker smo kopčili le na podlagi ocene abundance in zastiranja. Vhod v analizo je bila matrika velikosti 5 x 132 (pet ploskev in 132 rastlinskih vrst). Rezultat kopičenja je naslednji:

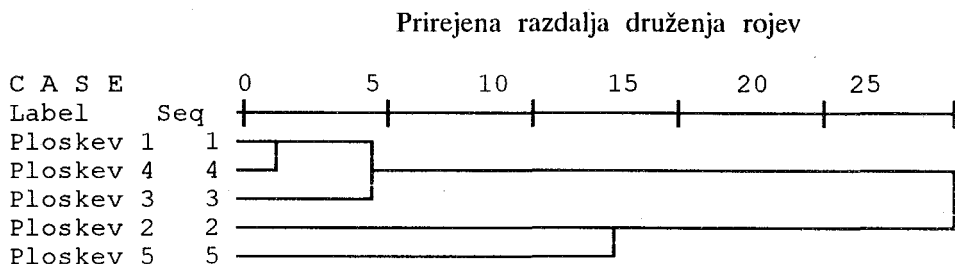
Preglednica 2: Korenjene evklidske razdalje med posameznimi ploskvami

Ploskev	1	2	3	4
2	21.5407			
3	15.1327	21.0476		
4	15.0333	24.2074	16.8226	
5	23.0651	18.8680	23.0000	24.5357

Preglednica 3: Proces združevanja rojev

Začetna stopnja	Združujeta se roja...		Evklidska razdalja	Roj se prvič pojavi v...		Naslednja stopnja
	1 roj	2 roj		1 roj	2 roj	
1	1	4	15.033297	0	0	2
2	1	3	15.977674	1	0	4
3	2	5	18.867962	0	0	4
4	1	2	22.899414	2	3	0

Dendrogram na osnovi metode najbližjega sosesa je naslednji:



Na podlagi dendrograma vidimo, da sta ploskvi 2 in 5 relativno daleč od ploskev 1, 3 in 4, to pa pomeni, da se sestava rastlinskih vrst na ploskvi 2 in 5 razlikuje od ploskev 1, 3 in 4. Rezultat se dobro ujema s stanjem v naravi, saj sta ploskvi 2 in 5 rastišči doba in gradna, kar se jasno kaže tudi v vegetaciji. Rastišči sta bolj suhi, črne jelše in jesena praktično ni, podtalnica pa je v večjih globinah (pod 1m). Ploskve 1, 3 in 4 so bolj ali manj čiste jelševo - jesenove ploskve, s podtalnico blizu površine. Floristična sestava se precej razlikuje od tiste na ploskvah 2 in 5.

3.3 Ordinacija fitocenoloških popisov

Ordinacija je način matematičnega zgoščevanja več dimenzionalnega prostora v dvo- ali tro-dimenzionalnega in to na način, ki ohrani kar največ informacij o analiziranem roju točk (KOTAR 1991).

V našem primeru smo analizirali matriko podatkov o vegetaciji na ploskvah. Stolpci v matriki so predstavljali ploskve, vrstice pa rastlinske vrste. Vrednosti za posamezno rastlino znotraj ploskve so bile transformirane z Van der Maarelovo transformacijo. Podatkov pred obdelavo nismo standardizirali, ker so bili oblikovani po enotnem kriteriju.

Sam postopek zgoščevanja večdimenzionalnega prostora se sestoji iz več matematičnih postopkov. V prvi fazi na podlagi vhodne matrike oblikujemo korelacijsko matriko, korelacijski matriki poiščemo lastne vektorje in lastne vrednosti (t.i. spektralna analiza) ter izvedemo projekcijo v 2 ali 3 dimezionalni prostor. Postopek celotne analize z nekaterimi pomembnejšimi rezultati prikazujemo v spodnjih tabelah.

Preglednica 4: Matrika korelacijskih koeficientov po ploskvah

	1	2	3	4	5
1	1.000				
2	0.297	1.000			
3	0.661	0.291	1.000		
4	0.681	0.128	0.599	1.000	
5	0.164	0.416	0.139	0.045	1.000

Številke 1,2,...5 pomenijo raziskovalne ploskve. Analizo nadaljujemo s spektralno analizo korelacijske matrike. Pri spektralni analizi dobimo matriko lastnih vrednosti in matriko lastnih vektorjev. Velikost lastne vrednosti nam pove, kolikšen delež variabilnosti pripada posameznim lastnim vrednostim (vse lastne vrednosti pojasnijo vso variabilnost podatkov), lastni vektorji pa predstavljajo koordinate točk v prostoru.

Preglednica 5: Matrika lastnih vrednosti korelacijske matrike

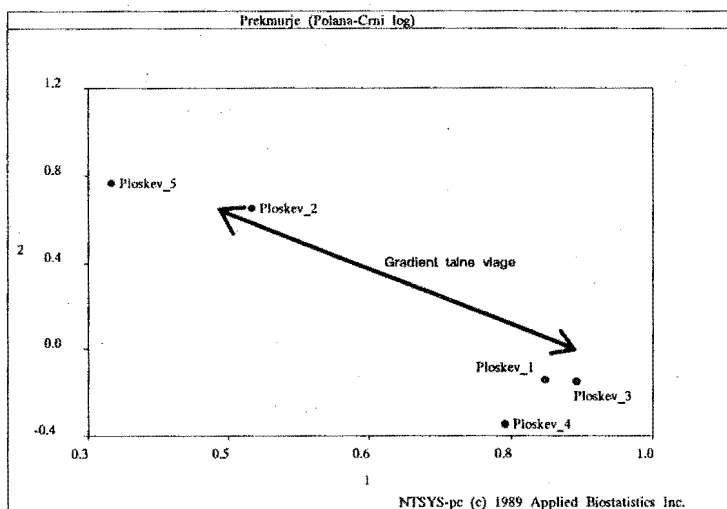
i	Lastna vrednost	%	f(%)
1	2.48589	49.72	49.72
2	1.26363	25.27	74.99
3	0.57817	11.56	86.55
4	0.38195	7.64	94.19
5	0.29036	5.81	100.00

Vidimo, da nam prva dva lastna vektorja pojasnita kar 75% vse variabilnosti podatkov, zato lahko sklepamo, da nam bo dvodimenzionalni graf povsem zadovoljivo pojasnil ekološke značilnosti analiziranih ploskev. V primeru, da dodamo še tretjo dimenzijo, bi pojasnili kar 87% vse variabilnosti, vendar razlaga tretje dimenzije zaradi premajhnega števila popisnih ploskev ni povsem jasna.

Vodilo za izbiro med dvo- ali tro- dimenzionalnim prikazom je njegova jasnost oz. povednost. Na grafu 2 je prikazana dvodimezionalna ordinacija fitocenoloških popisov. Osnova za graf 2 pa so rezultati spektralne analize iz preglednice 6.

Preglednica 6: Matrika lastnih vektorjev korelacijske matrike

	OS				
	X	Y	Z	4 os	5 os
Ploskev 1	0.8785	-0.1769	-0.0279	0.1203	-0.4262
Ploskev 2	0.5045	0.6648	0.5310	0.1296	0.0684
Ploskev 3	0.8424	-0.1684	0.0651	-0.4955	0.1104
Ploskev 4	0.7961	-0.3833	-0.1532	0.3228	0.3026
Ploskev 5	0.3406	0.7842	-0.5174	-0.0314	0.0175



Graf 2: Ordinacijska shema v dveh dimenzijah. Ploskve se porazdeljujejo ob gradientu talne vode oz. vlage in svetlobnih razmer v sestojih

Na grafu 2 vidimo, da sta dobro izločeni dve skupini. Prvo skupino sestavljajo ploskve 1, 3 in 4, drugo pa ploskvi 2 in 5. Os številka 1 predstavlja svetlobne razmere v sestojih (preredčene dobrave - strnjena jelševja), os številka 2 pa faktor talne vlage (sveža tla dobrav - vlažna tla jelševij).

3.4 Povezanost vodostaja reke Ledave z nihanjem nivoja talnice v Polani in Črnem logu

Ocenjevanje vpliva melioracij na nihanje nivoja podtalnice smo ugotavljali s pomočjo vrtin, ki smo jih izvrtali v tla in v njih ugotavljali nivo talnice.

Na vsaki poizkusni ploskvi (1, 2, 3 in 4) smo izvrtali tri vrtine, globoke približno 1,3 m, in v njih merili enkrat tedensko, ob ponedeljkih, nivo talnice. Ta postopek smo ponavljali celo vegetacijsko sezono od maja do novembra. Tako smo zbrali prek 30 meritev v treh ponovitvah na vsaki ploskvi. Časovna dinamika nihanja nivoja talnice in vodostaja Ledave je prikazana na grafu št. 3.

Na grafu 3 so podatki na X osi prikazani kot število dni od 1. januarja 1992. Na grafu vidimo, kako se gladina talnice spreminja z letnim časom. Na pomlad, ko je dovolj padavin in se vegetacijska sezona ravno dobro začinja, je nivo talnice visok. Potem pa postopoma upada in doseže najnižji nivo poleti v avgustu. V tem času vode v vrtinah ni bilo (hrastova ploskev št. 2) oz. je bil nivo bistveno nižji kot spomladi (jelševo-jesenove ploskve 1,3 in 4). V splošnem lahko ugotovimo, to pa se tudi vidi iz grafa, da je trend gibanja talnice bolj ali manj enak na vseh ploskvah. Naj še povemo, da je bilo leto 1992 izjemno sušno in potemtakem ni bilo enakovredno povprečnemu letu. Nivo talnice je bil bistveno nižji kot normalno, vendar verjamemo, da bistvenih razlik v letnih nihanjih ni, le milejša so.

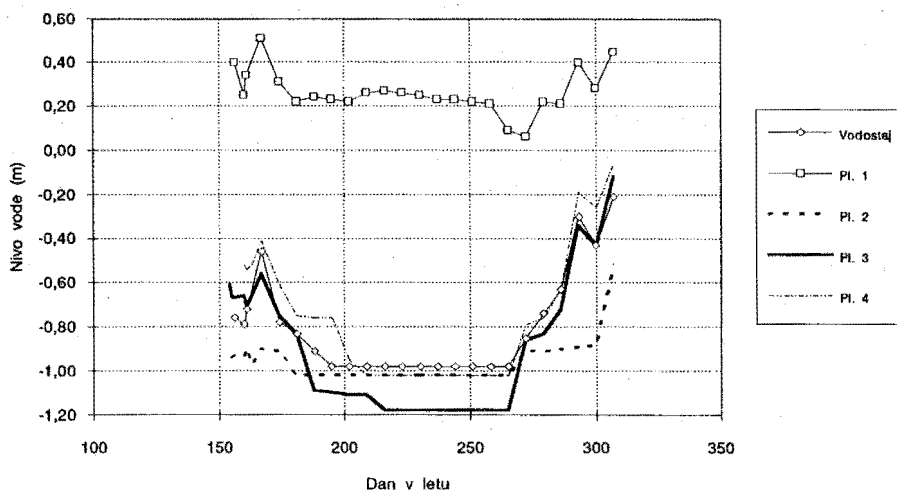
S fitoindikacijo rastišča smo ugotovili razlike med popisom 2 ter popisi 1, 3 in 4. Sklepali smo, da gre za razlike v nivoju podtalnice. Naše domneve so se potrdile, ko smo naredili analizo variance med ploskvami in kot kriterij razlikovanja vzeli nivo podtalnice.

Z enosmerno analizo variance smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med ploskvami glede nivoja talnice. Z nadaljnjimi LSD (pri 1% tveganju) preizkusi smo ugotovili, da v resnici izstopa samo ploskev št. 2 (hrast), ostale tri ploskve pa se statistično gledano ne razlikujejo.

Podatke o nivoju talnice smo potem primerjali s podatki o vodostaju Ledave v letu 1992 in tako dobili povezavo nihanja vodostaja reke z nihanjem nivoja talnice. Ugotovili smo, da obstaja tesna korelacija med nihanjem gladine reke Ledave in nihanjem nivoja podtalnice ($r=0.927$). To se ujema z opažanji pri vrtanju vrtin v tla, kjer smo ugotavljali, da voda izredno hitro napolni vrtine, na dnu vrtin pa smo zadeli v silikatni prodni nanos. Tesna povezanost med vodostajem Ledave in nivojem podtalnice

napeljuje na misel, da bi lahko s primernim režimom dvigovanja in spuščanja zapornic na Ledavi uravnavali gladino podtalnice in s tem vplivali na blaženje velikih letnih oscilacij gladine podtalnice.

Povezava gladine talnice in vodostaja Ledave je pomembna zato, ker je to osnova za ugotavljanje vpliva melioracij na rastnost sestojev. Podatke o vodostaju smo dobili z merilne postaje Polana I. na reki Ledavi. Prve podatke so na tem merilnem mestu vzeli 16.12.1955, 27 let pred dograditvijo Radmožanskega zadrževalnika.



Graf 3: Nihanje vodostaja Ledave in talnice v letu 1992. Vir: Lastne meritve talnice in HMZ oddelek za hidrologijo

Za ugotavljanje odvisnosti med vodostajem Ledave in nivojem talnice smo uporabili enostavno linearno regresijo, ki kljub enostavnosti dobro podaja tovrstne pojave (VAN TE CHOW, 1964). Ugotovili smo naslednje:

- ploskve, ki ležijo bliže Ledavi (1, 3 in 4) so bolj podvržene nihanjem Ledave kot tiste, ki ležijo dlje (ploskev 2),
- povezava med nihanjem vodostaja in nivoja talnice je dokaj tesna, kar povezujemo s prodnato podlago,
- sklepamo tudi, da Ledava bistveno vpliva na preskrbljenost talnice s kisikom, kajti v tako onesnaženi vodi prihaja zaradi razgradnje organskih snovi do pomanjkanja kisika,

- primeren režim nadzora dvigovanja in spuščanja zapornic bi bistveno pomagal pri reguliranju nivoja podtalnice v gozdu.

3.5 Vpliv vodostaja Ledave, temperature in padavin na rast dreves

Izkušnje kažejo, da zaradi regulacije vodnih tokov prihaja do hudih motenj v koreninskem sistemu dreves in do rušenja ekološkega ravnotežja v gozdu. V mnogih primerih je posledica tega propadanje gozdov na velikih površinah. Tak primer so po vsem svetu znani slavonski dobovi gozdovi, ki propadajo zaradi hidromelioracijskih del. Če se te rane v okolju kdaj zacelijo in se vzpostavi novo ekološko ravnotežje, je novonastala združba praviloma na nižjem nivoju od prejšnje. Prilagoditev prvotnega gozda novonastalim razmeram ni možna. Takšen primer neustavljivega propadanja je Dobrovniški hrastov gozd v Prekmurju, podobne trende pa zasledimo tudi v Krakovskem gozdu.

V literaturi zasledimo podatek, da hidrološke spremembe, ki jih povzroči človek, v glavnem negativno vplivajo na rast gozda (PREUSHLER 1986, RICHARD 1984). Negativen učinek se kaže v popolnem propadu ali pa vsaj v močnejšem upadu prirastka.

Mnoge drevesne vrste v mladosti zelo aktivno razvijajo svoj koreninski sistem in s tem hitro dosežejo talno vodo (npr. dob, topol, jelša, vrba...), vendar potem v zreli dobi koreninskega sistema ne širijo več. Koreninski sistem se večinoma ustali v globini 1.5m. Globlje korenine ponavadi odmrejo (Köstler et al. 1986). Posledica stabilizacije koreninskega sistema je, da staro drevo ni sposobno reagirati na upadanje podtalnice in ostane dobesedno na suhem. Tudi ni pričakovati, da bi umikajoča voda spodbudila drevo k širjenju oziroma poglobljanju svojega koreninskega sistema. Moč prilagajanja imajo le mlada drevesa pa še to omejeno.

Problem, ki nastane zaradi umikanja talnice v večje globine, je tudi v tleh. Narava tal v jelševih logih je takšna, da so tla, ko so napita vode, mehka in voljna, če pa se izsušijo, postanejo trda kot kamen. Prejšnja grezna tla se spremenijo v izredno neugodna psevdoglejna tla, ki so gotovo tudi eden izmed razlogov za propadanje jelševih gozdov.

Neugodne posledice ima tudi prenehanje poplav oz. občasno vsiljeno poplavljanje v vegetacijski dobi. Grezni gozd je na redne letne poplave dokaj dobro prilagojen, če je poplaveni ritem prekinjen ali pa postavljen na

glavo (primer Radmožanskega zadrževalnika), pride do motenj v delovanju gozdnega ekosistema in posledice za gozd so negativne.

Pri naši raziskavi smo imeli tudi podatke o klimi Lendave in vodostaju Ledave. S pomočjo teh parametrov smo skušali ugotoviti, ali so kakšne povezave med debelinskim prirastkom dreves ter različnimi parametri okolja. Podatki, ki smo jih uporabili pri iskanju povezave med debelinskim prirastkom in različnimi vplivi okolja, so bili naslednji:

- debelinski prirastek hrasta, jesena in črne jelše po raziskovalnih ploskvah,
- podatki o dnevnem vodostaju reke Ledave od leta 1956 do 1992,
- podatki o povprečnih mesečnih temperaturah od leta 1956 do 1991,
- podatki o povprečnih mesečnih padavinah od leta 1956 do 1991.

Na osnovi teh podatkov smo naredili naslednje analize:

- ugotavljanje korelacijskih povezav med različnimi parametri okolja in debelinskim prirastkom po drevesnih vrstah in ploskvah,
- ugotavljanje regresijskih povezav med parametri okolja in debelinskim prirastkom po drevesnih vrstah in ploskvah,
- grafični prikaz odvisnosti in interpretacija podatkov.

Na podlagi korelacijskih povezav smo ugotovili, da so povezave med debelinskim prirastkom in faktorji okolja ohlapne. Kljub temu pa so se pokazale določene razlike med drevesnimi vrstami in ploskvami. V preglednici prikazujemo korelacijske povezave:

Preglednica 7: Korelacijska povezava med debelinskim prirastkom in dejavniki okolja. Vpisane so samo statistično značilne korelacije.

Ploskev	HRAST			ČRNA JELŠA			JESEN		
	Vodost.	Pada-vine	Temp.	Vodost.	Pada-vine	Temp.	Vodost.	Pada-vine	Temp.
Polana 1	ni drevesne vrste			/	/	/	0.26**	0.20*	/
Polana 5	/	/	/	ni drevesne vrste			ni drevesne vrste		
Č. log 2		0.27**	-0.23*						
Č. log 3	ni drevesne vrste						0.26**	0.20*	
Č. log 4	ni drevesne vrste			0.26**			0.35**	0.19*	

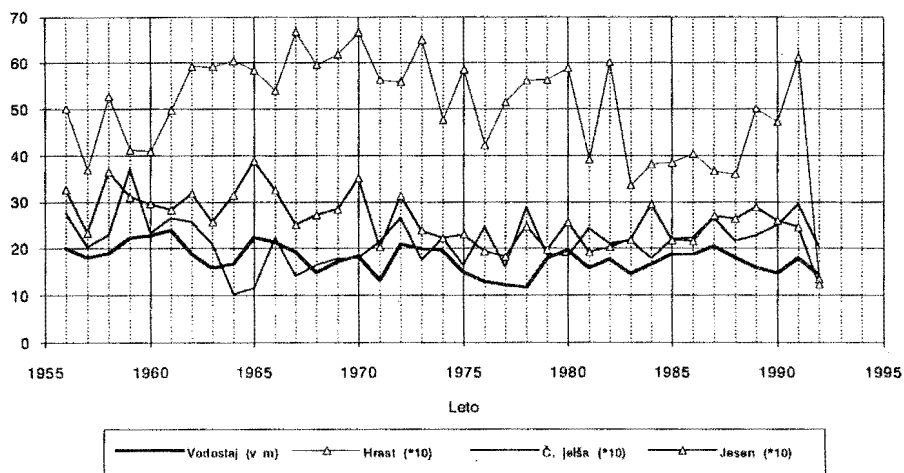
V vseh primerih gre za relativno šibke povezave, zato sklepamo, da pri ugotavljanju vzrokov, ki vplivajo na debelinsko rast dreves, nismo uspeli najti tistih dejavnikov, ki odločilno prispevajo k letnim nihanjem v debelinskem prirastku. Po naši presoji bi bil med pomembnejšimi dejavniki zagotovo nivo talnice in njegova letna dinamika, vendar tega podatka nismo imeli (razen za leto 1992). Na podlagi regresijske povezave med vodostajem reke Ledave in nivojem podtalnice bi lahko izračunali nivoje podtalnice za nazaj, vse do leta 1956 (do tega leta imamo podatke o vodostaju), vendar bi po našem mnenju prišlo do prevelikih napak in grobih posploševanj, zato tovrstnih računov nismo izvedli.

Poleg posameznih povezav dejavnikov okolja z debelinskim prirastkom dreves nas je zanimal tudi vzajemen vpliv dejavnikov okolja na debelinski prirastek posameznih drevesnih vrst na ploskvah. Zato smo s pomočjo metod multiple regresije analizirali vpliv več neodvisnih dejavnikov na debelinski prirastek dreves. V naslednji preglednici povzemamo statistično značilne povezave:

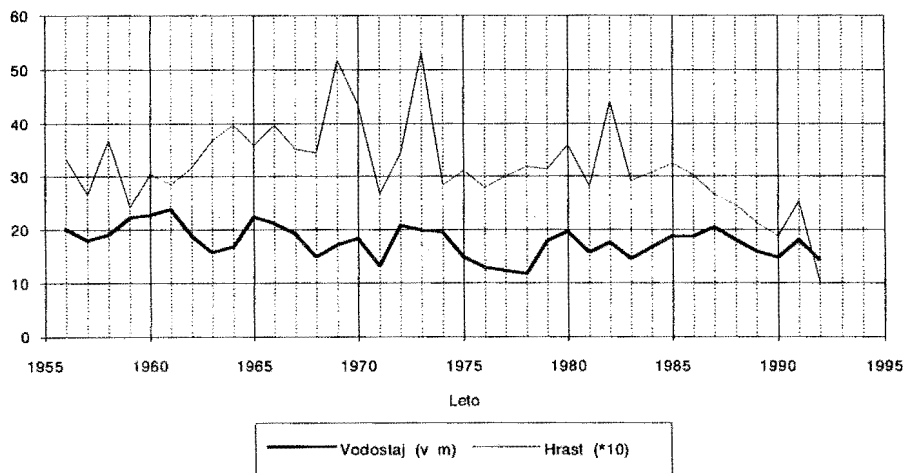
Preglednica 8: Odvisnost debelinskega prirastka od dejavnikov okolja. Odvisnost od več dejavnikov je prikazana tako, da so celice tistih dejavnikov, ki skupaj vplivajo na debelinski prirastek, združene. Prikazane so samo statistično značilne povezave.

Ploskev	HRAST			ČRNA JELŠA			JESEN		
	Vodost	Pada-vine	Temp.	Vodost.	Pada-vine	Temp.	Vodost.	Pada-vine	Temp.
1	ni drevesne vrste						0.26**		
5									
2		0.33**		ni drevesne vrste			ni drevesne vrste		
3	ni drevesne vrste						0.26**		
4	ni drevesne vrste			0.26**			0.35**		

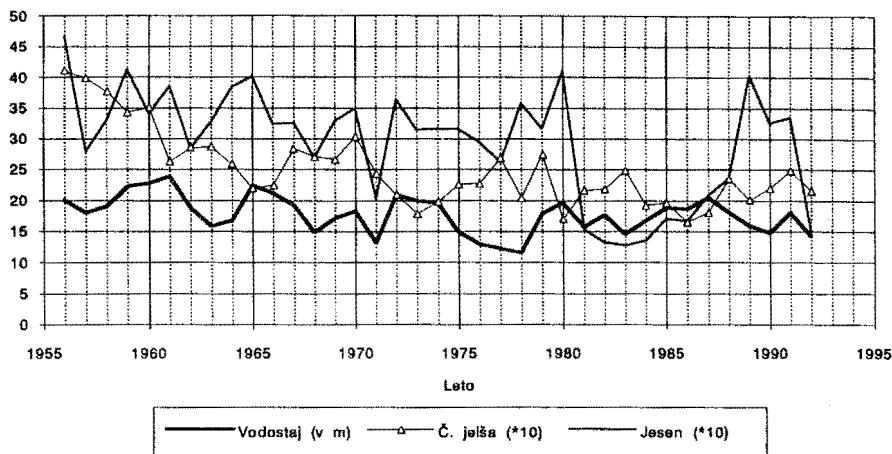
Glede na to, da ugotovljene povezave niso tesne (največji $r=0.35$) sklepamo, da obstajajo še nekateri drugi dejavniki, ki vplivajo na rast dreves. Verjetno bi nam zelo veliko povedal podatek o nihanju gladine talnice, ker se nanj neposredno veže preskrbljenost tal z vodo, vendar tega podatka nismo imeli.



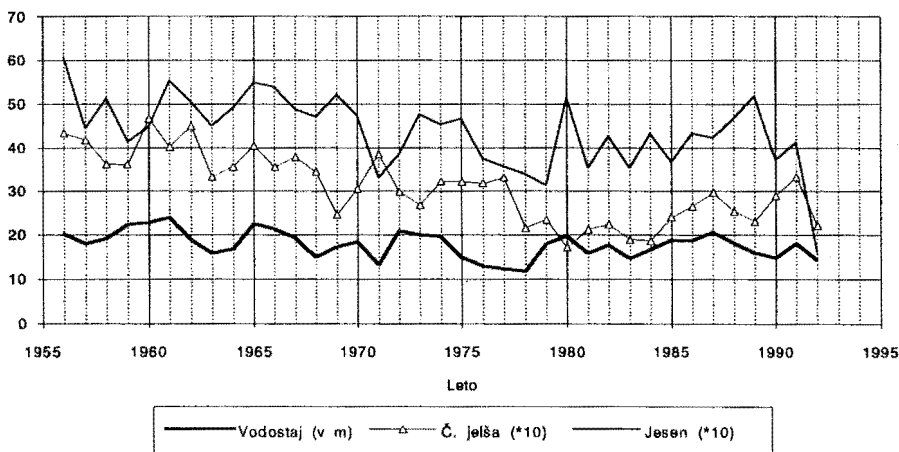
Graf 9: Primerjava debelinskega priraščanja dreves (hrast, jesen in črna jelša) v Polani s skupnim letnim vodostajem Ledave.



Graf 10: Primerjava debelinskega prirastka hrasta s skupnim letnim vodostajem Ledave, Črni log - ploskev 2.



Graf 11: Primerjava debelinskega prirastka črne jelše in jesena s skupnim letnim vodostajem Ledave. Črni log, ploskev 3 (zmeren vpliv melioracij).



Graf 12: Primerjava debelinskega prirastka črne jelše in jesena s skupnim letnim vodostajem Ledave. Črni log, ploskev 4 (močan vpliv melioracij).

Na podlagi grafov se da ugotoviti naslednje:

- Na ploskvi 1 in 5 v Polani se zdi, da večje povezave med vodostajem in debelinskim prirastkom ni. Obstaja sicer rahla povezava pri jesenu, vendar se to iz slike ne vidi.
- Na ploskvi 2, dob v Črnem logu, bi se dalo sklepati, da določena povezava obstaja, saj je kar nekaj točk sinhronih.
- Na ploskvi 3 v Črnem logu (mešan jelševo-jesenov sestoj pod šibkim vplivom melioracij) je debelinska rast jesena precej povezana z vodostajem Ledave, medtem ko pri črni jelši teh povezav ni videti.
- Na 4. ploskvi v Črnem logu, ki je pod najmočnejšim vplivom melioracij, pa se vidi, da v tako spremenljivih razmerah za rast dreves prihaja do izraza individualna reakcija dreves na hitro se spreminjajoče rastne pogoje. Rastni ritmi so povsem individualni, kljub relativno tesni povezavi ni videti prav veliko sinhronih točk.

3.6 Zdravstveno stanje sestojev

Zdravstveno stanje sestojev je v veliki meri povezano z razmerami, v katerih sestoji rastejo. Za sestoj črne jelše je značilno, da najbolj uspevajo v razmerah obilne preskrbljenosti z vodo in pogostimi zimsko-spomladanskimi poplavami. Če pride do motenj v preskrbljenosti z vodo ali do znižanja nivoja talnice, se pojavijo motnje v rasti sestojev črne jelše (LESNIK 1970, BOŽIČ et al. 1989). V sestavi drevesnih vrst pride do zamenjave črne jelše z jesenom in le-tega s hrastom. V končni fazi je na rastiščih, kjer izvedemo osuševanje, drevesna sestava močno osiromašena ali pa gozd sploh izgine. Jesen v sestojih črne jelše je torej nakazovalec hitrih sprememb v odnosu voda-rastišče-drevo. Gre tudi za prehodno stopnjo na poti v dobrave, čeprav velja opozoriti, da tu ne gre za naravno sukcesijo v dobrovo.

Pomemben kazalec nihanja oz. upadanja nivoja podtalnice je tudi zdravstveno stanje dreves, ki dokaj hitro (v letu ali dveh) reagirajo na spremenjene razmere v okolju. Zavedati se moramo, da hidromelioracija, ki je glavni vzrok za upadanje nivoja podtalnice, ni naravno povzročen fenomen, ampak vsiljena sprememba v okolju. Zaradi takšnega značaja hidromelioracije v razvoju sestojev ne prihaja do naravnih sukcesijskih sprememb, ampak do stresnih sprememb, ki se izražajo v splošnem pešanju vitalnosti dreves v prizadetih sestojih.

Zdravstveno stanje dreves smo določevali po ustaljeni metodologiji za ugotavljanje poškodovanosti gozdnih sestojev (ŠOLAR et al. 1987). Ocenjevanje dreves temelji na zunanjem videzu drevesa, kjer ocenjujemo osutost krošnje posameznega drevesa. Lestvica za ocenjevanje je podana v preglednici 9.

Preglednica 9: Kriteriji za ocenjevanje poškodovanosti dreves (Šolar et al. 1987)

Razred	Opis šifre	Meje razreda
0	Zdrava drevesa	0-9%
1	Malo poškodovana drevesa	10-25%
2	Srednje poškodovana drevesa	26-60%
3	Močno poškodovana drevesa	61-90%
4	Sušice in drevje v nezadržnem propadanju	nad 90%

Na podlagi teh ocen smo dobili naslednje stanje gozdov v Polani in Črnem logu:

Preglednica 10: Skupna poškodovanost vseh drevesnih vrst na vseh ploskvah (Polana in Črni Log). Vrednosti podane absolutno in relativno, delna ploskev št. 5 ni upoštevana.

Razred osutosti	PLOSKEV							
	1		2		3		4	
	n	%	n	n	n	%	n	%
0	4	10	1	4	8	20	8	21
1	11	28	14	61	21	53	12	31
2	23	58	8	35	8	20	19	49
3	2	5	0	0	3	8	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
Skupaj	40	100%	23	100%	40	100%	39	100%

V preglednici 10 vidimo, da je na ploskvi 1 in 4 več dreves v razredu z osutostjo 2, medtem ko je na ploskvi 2 in 3 več dreves v razredu z osutostjo 1 (so torej za en razred bolj zdrava). Na ploskvi 3 je 8% dreves v razredu z osutostjo 3, kar pomeni močno poškodovana drevesa.

Zanimiv je tudi podatek, da je odstotek dreves na ploskvi 1 v Polani (vpliva melioracij ni) in ploskvi 4 v Črnem logu (močan vpliv melioracij) skoraj identičen (58% : 49%). Dreves v drugem razredu poškodovanosti je v Polani celo več. Pravega razloga za to nismo odkrili, vendar pa se je pri

dendrokronološki analizi pokazalo, da drevje v Polani le ne raste tako dobro, kot se nam je zdelo v začetku. Ugotavljamo tudi, da je bilo pri ocenjevanju le 15% dreves ocenjenih kot zdravo drevo. Približno 40% dreves je v 2. razredu poškodovanosti (10-25% osutost krošnje). Tu velja pripomniti, da osutost krošnje do 25% še ne pomeni, da določeno drevo propada, ampak gre za normalno izgubo listnega aparata med vegetacijsko dobo (HOČEVAR, HLADNIK 1988). V 3. razredu osutosti je prav tako približno 40% dreves, kar vsekakor ni spodbudno. V 4. razredu osutosti pa je relativno malo dreves, le 4%. V preglednici 9 podajamo zdravstveno stanje po ploskvah in drevesnih vrstah.

Preglednica 11: Zdravstveno stanje po drevesnih vrstah (vrednosti so v %). Vsota odstotkov za drevesno vrsto na ploskvi je 100%, 4. razreda osutosti v tabeli ni, ker na nobeni ploskvi nismo naleteli na sušice.

Ploskev	Razred osutosti	Hrast	Brest	Črna jelša	Jesen
1	0	0,0	0,0	0,0	80,0
	1	0,0	100,0	27,3	20,0
	2	100,0	0,0	66,6	0,0
	3	0,0	0,0	6,1	0,0
2	0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	56,4	83,5	0,0	0,0
	2	43,6	16,5	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0	0,0	0,0	0,0	50,0
	1	0,0	0,0	69,6	41,8
	2	100,0	0,0	26,1	8,2
	3	0,0	100,0	4,3	0,0
4	0	0,0	0,0	0	47,0
	1	0,0	0,0	32,2	29,4
	2	0,0	0,0	67,8	23,6
	3	0,0	0,0	0,0	0,0

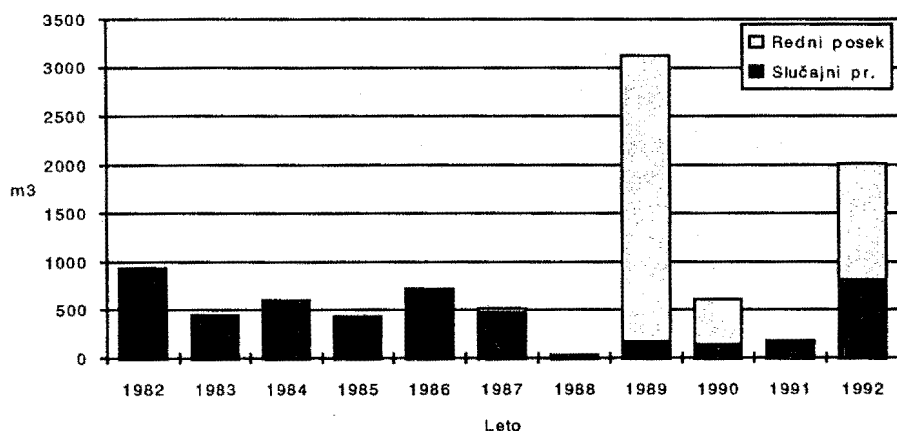
Hrasti na ploskvi 2 (Črni log) so bolj ali manj vitalni, vendar jih je pomemben delež v razredu osutosti 2. Popolnoma zdravih hrastov pa nismo našli.

Jesen je na vseh raziskovalnih ploskvah v dokaj dobrem zdravstvenem stanju. Na ploskvi 3 (Črni log) se pojavi relativno majhen delež nevitalnih

jesenov. Na ploskvi 4 (Črni log) pa je delež nevitalnih jesenov največji (24%).

Pri črni jelši vidimo, da je njeno zdravstveno stanje najboljše na ploskvi št. 3 (Črni log), kjer je večina dreves v prvem razredu osutosti. Slabše zdravstveno stanje smo opazili na ploskvi 1 (Polana) in na ploskvi 4 (Črni log), kjer je večina dreves v drugem razredu osutosti. Glede zdravstvenega stanja sta si ploskvi 1 in 4 precej podobni.

Sušic in dreves v nezadržnem propadanju nismo našli, velja pa pripomniti, da ta slika ni povsem realna, saj vse suho drevje sproti posekajo in odpeljejo iz gozda.



Graf 8: Slučajni pripadki in redni posek v obdobju 1982-1992 v m³ (Vir: odkazilni manuali za Črni log v obdobju 1982-1992). Redni posek velja samo za tiste oddelke in odseke, kjer so sekali tudi slučajne pripadke.

3.7 Ugotavljanje vpliva hidromelioracij na rast sestojev s pomočjo metod dendrokronologije

Vpliv hidromelioracij na rast gozdnih sestojev je problem, s katerim se je ukvarjalo mnogo raziskovalcev doma (npr. KOŠIR 1978, SMOLEJ in drugi) in še več v tujini (npr. PREUSHLER 1986, RICHARDS 1984 in drugi). Splošna ugotovitev je, da zniževanje nivoja podtalnice v glavnem negativno vpliva na gozdne sestoje. Talnica vpliva na drevo neposredno skozi korenine oz. z oskrbo drevesa z vodo in hranilnimi snovmi. Nenadno znižanje talnice

pri drevesih povzroči pomanjkanje vode in drevo doživi t.i. vodni stres. Vpliv vodnega stresa na upad proizvodnje biomase je znan (ZAHNER 1968, KOZLOWSKI 1982, PEREIRA in PALLARDY 1987). Pri vodnem stresu gre za posledico upada proizvodnje biomase zaradi pomanjkanja vode, ki je nujno potrebna za fotosintezo. Ker je fotosinteza zmanjšana, je tudi proizvodnja biomase manjša. Te ugotovitve so se skladale z našimi raziskavami na drevju jesena, črne jelše in hrasta.

Drevo se na zniževanje podtalnice različno odziva. Sposobnost odzivanja se s starostjo zmanjšuje. Zrelo drevo, ki je vse življenje rastlo v razmerah solidne preskrbljenosti s talno vodo, je razvilo temu ustrezno velik (=majhen) koreninski sistem. Če takemu drevesu relativno hitro odvzamemo vodo, kar se zgodi v primeru hidromelioracij, drevo ostane na suhem in ni sposobno obnoviti oz. razširiti svojega koreninskega sistema (KÖSTLER et al. 1968). V literaturi v zvezi s talno vodo zasledimo naslednje konkretnije podatke (BOŽIČ et al. 1989). Drevo v zrelem obdobju omeji svoj koreninski sistem na največ 1.5 m globine (po LENHARDT in BRECHTEL 1980), vse kar je globlje, ponavadi odmre in ostanejo le štrclji. Talna voda v globini 5 m v nobenem primeru ne vpliva na rast gozda (po Blocku 1982). Umikanje talne vode v globino povzroči na mehkih, greznih tleh preobrazbo teh tal v neugodne psevdogleje, ki postanejo v času suše trdi kot kamen.

Za razliko od stalnega zniževanja nivoja podtalnice pa občasne vsiljene poplave povzročijo podoben vodni stres, vendar tokrat ne zaradi premalo vode, temveč zaradi preveč vode ob nepravem času. Tak primer imamo v Črnem Logu v Prekmurju. Gre za mešanje dveh vplivov, ki na drevo v splošnem delujeta negativno. Drevesa, ki so sicer prilagojena na relativno visoko talnico, so prilagojena na določen ritem poplavljanja. Poplavni ritem je bil v preteklosti vezan predvsem na topljenje snega v Alpah in na redke poplave, ki so bile posledice močnejših padavin.

Na tak režim poplavljanja so dobro prilagojene vse tri preučevane drevesne vrste. Za razliko od hrasta in jesena pa jelša dobro uspeva predvsem v razmerah dokaj visoke talnice.

Glavno težišče pri ugotavljanju vplivov melioracij na rast setojev črne jelše, jesena in hrasta pa je bilo na prirastnem obnašanju omenjenih drevesnih vrst v času. Pri analizi časovnih vrst uporabljamo različne dendrokronološke metode, ki nam pomagajo izluščiti neke splošne kazalce rasti analiziranih dreves. V delu skušamo s pomočjo dendrokronologije ugotoviti učinke

hidromelioracijskih posegov v Ledavo in okoliške potoke na debelinski prirastek in pojav vodnega stresa.

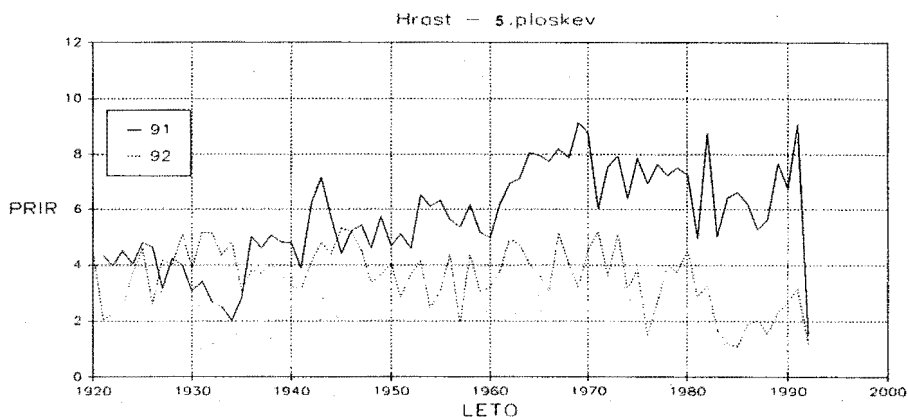
V nadaljevanju podajamo rezultate analiz debelinskega prirastka hrasta, jesena in črne jelše z vidika dendrokronološke obdelave vzorcev debla. Vse analize so bile opravljene na kolobarjih, izrezanih v prsni višini (1.30 m). Več o pripravi vzorcev pa glej poglavje 4.8.

Podatke o debelinskem prirastku analiziranih dreves smo obdelali na različne načine, predvsem z namenom izluščiti vpliv hidromelioracije. Poleg izvirnega prikaza debelinske rasti po posameznih letih veliko pove tudi prikaz debelinske rasti na podlagi drsečih aritmetičnih sredin. Pri metodi drsečih sredin smo vzeli širino razreda 11 let ($2 \times 5 + 1$).

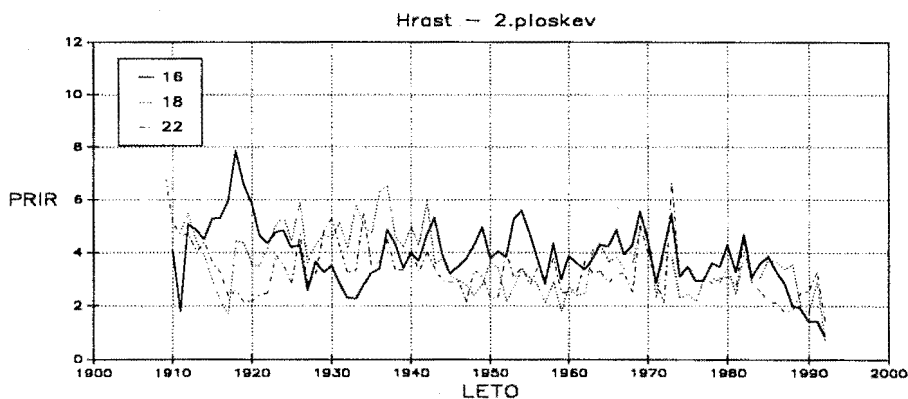
Dolgoročni trendi debelinskega priraščanja dreves so v splošnem odvisni od starosti, globalnih klimatskih razmer, različnih endogenih in eksogenih motenj ter od slučajnih vplivov. Zanimljivo ni tudi medsebojno (vzajemno) delovanje prej omenjenih dejavnikov. Najpomembnejše je zagotovo vzajemno vplivanje podnebja in eksogenih motenj (npr. onesnaževanje ozračja, melioracijski posegi, gradacije škodljivcev ipd.), ki so zaradi svojega splošnega značaja skupni vsem drevesom na prizadetem območju.

Preučevanje vpliva melioracij zahteva zaradi tega odstranitev mladostnega rastnega trenda in velike večine endogenih ter eksogenih dejavnikov skupaj z naključnimi vplivi. Delno odstranitev teh dejavnikov smo dosegli tako, da smo analizirali samo odrasla (dominantna) drevesa, ki smo jih nato še združevali v skupine in s tem bolj ali manj izničili slučajnostne vplive. Z računanjem drsečih aritmetičnih sredin smo iz vzorcev odstranili večino slučajnostnih vplivov.

3.7.1 Analiza debelinskega prirastka



Graf 9: Potek debelinske rasti pri hrastih na 5. ploskvi (Polana - primerjalna ploskev)

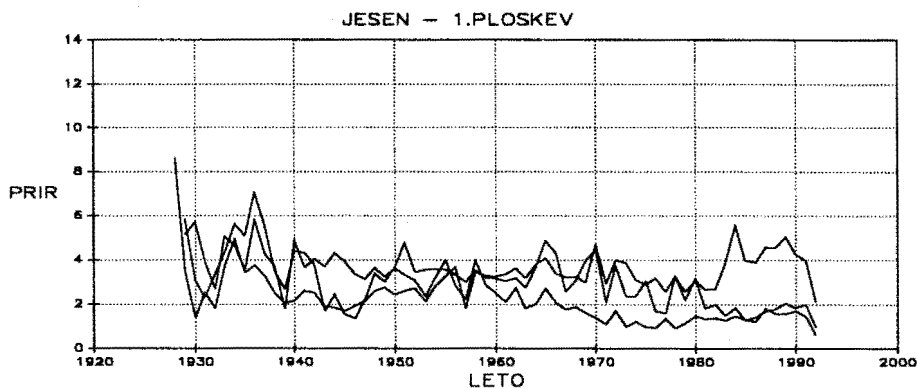


Graf 10: Potek debelinske rasti pri hrastih na 2. ploskvi (Črni log - šibek vpliv melioracij)

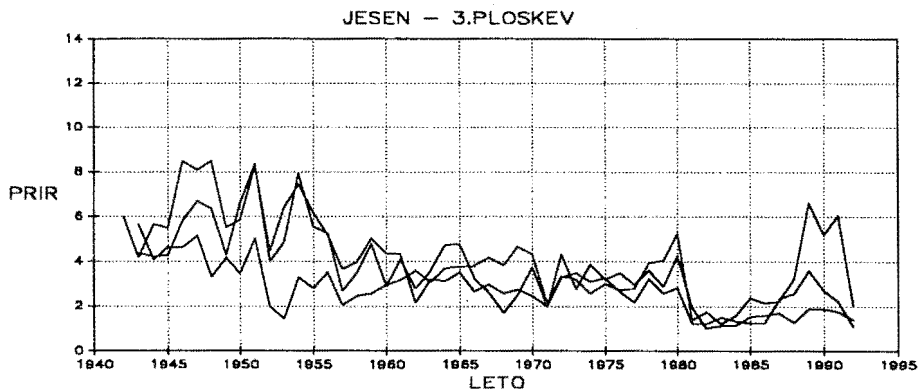
Analiza debelinske rasti pri hrastih na peti (Polana) in drugi ploskvi (Črni log) nam pokaže na naslednje značilnosti v rasti:

Hrasti na ploskvi 5 kažejo rahlo naraščanje debelinskega prirastka z leti in rahel upad le-tega po letu 1970. Pretiranih nihanj debelinskega prirastka ni

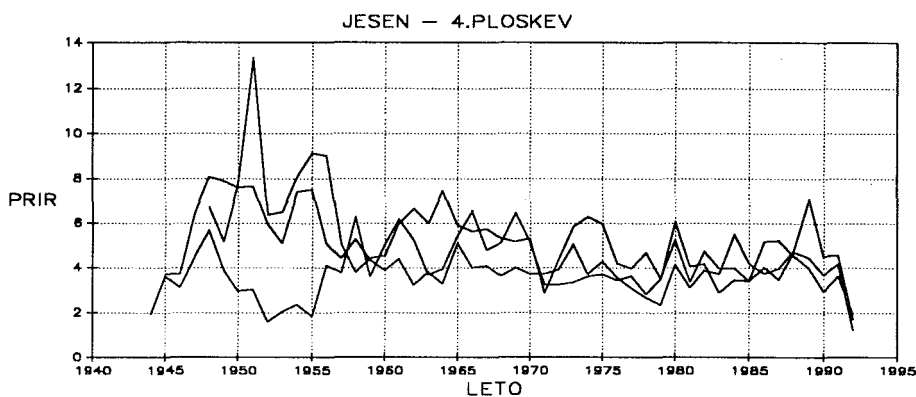
videti, iz česar sklepamo, da je hrast nekoliko bolj odporen na zniževanje podtalnice.



Graf 11: Potek debelinske rasti pri jesenu na 1. ploskvi (Polana - primerjalna ploskev)



Graf 12: Potek debelinske rasti pri jesenu na 3. ploskvi (Črni log - močnejši vpliv melioracij)



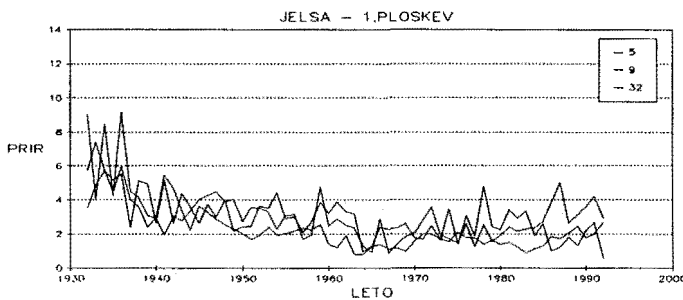
Graf 13: Potek debelinske rasti pri jesenu na 4. ploskvi (Črni log - močan vpliv melioracij z občasnimi vsiljenimi poplavami).

Dendrokronološka analiza debelinskega prirastka pri jesenu je dala naslednje rezultate:

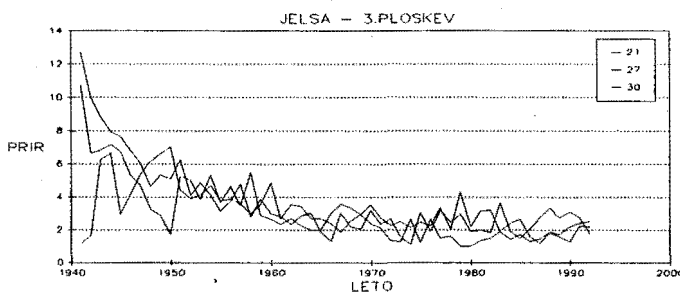
Jeseni na ploskvi 1 kažejo umirjen trend padanja debelinskega prirastka. Deloma je to povezano s starostjo, deloma pa s spreminjanjem rastišča v smeri večje sušnosti. Izrazitih padcev in vzponov debelinskega prirastka ni videti, opaziti je celo rahlo povečevanje priraščanja v debelino v zadnjih desetih letih.

Jeseni na 3. ploskvi kažejo drugačen rastni ritem kot na 1. ploskvi. Poleg živahne debelinske rasti v mladosti se kaže tudi precej značilen upad prirastka med leti 1980 in 1985. Ta upad povezujemo z izgradnjo Radmožanskega zadrževalnika in poglobitvijo struge reke Ledave. Po letu 1985 pride do precejšnjega izboljšanja debelinskega priraščanja.

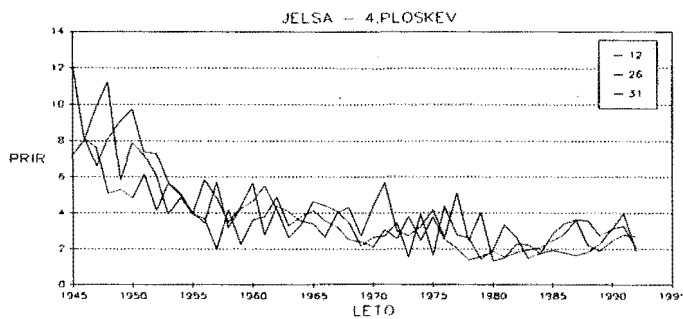
Jeseni na 4. ploskvi rastejo v povprečju precej bolje od jesenov na prvi in tretji ploskvi. Kakšnega posebnega upadanja v debelinskem priraščanju ni opaziti, sklepamo pa, da jesena občasne vsiljene poplave v vegetacijski dobi ne motijo pretirano.



Graf 14: Potek debelinske rasti pri črni jelši na 1. ploskvi



Graf 15: Potek debelinske rasti pri črni jelši na 3. ploskvi



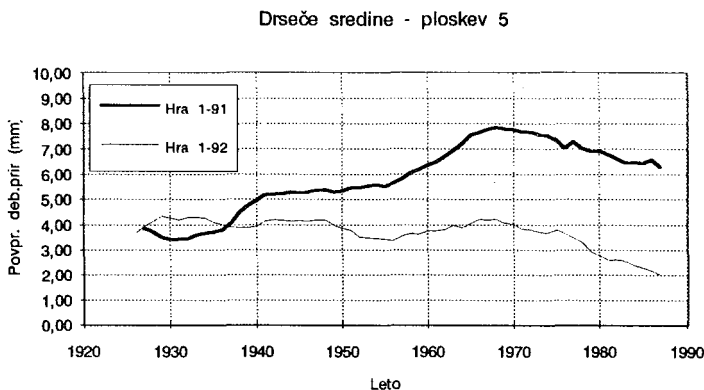
Graf 16: Potek debelinske rasti pri črni jelši na 4. ploskvi

Iz gornjih treh grafov vidimo, da je na ploskvi 1 prišlo do upada prirastka okoli leta 1965 in kasneje do močnega naraščanja. Verjetno je močan skok posledica opravljenega redčenja. Bolj jasno bo ta upad nato pa skok prirastka viden v nadaljevanju.

Na ploskvah 3 in 4 je viden konstanten upad debelinskega prirastka. Debelinski prirastek doseže svoj minimum med leti 1980 in 1985. Domnevamo, da je to posledica opravljenih melioracijskih del na Ledavi in izgradnje Radmožanskega zadrževalnika. Debelinski prirastek se za razliko od jelše na ploskvi 1 ne dvigne več, ampak ostane vseskozi bolj ali manj enako majhen.

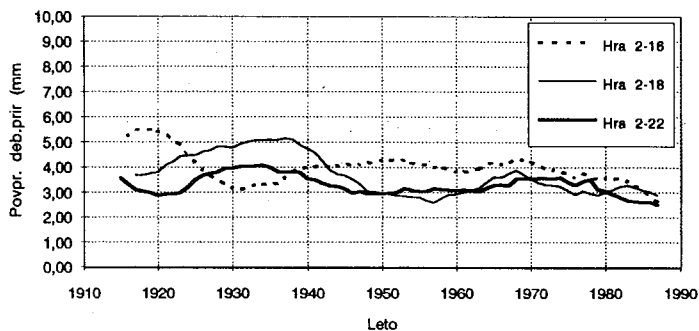
3.7.2 Analiza debelinskega prirastka s pomočjo drsečih sredin

Analizo drsečih sredin smo naredili z namenom, da bi odpravili letna nihanja in odkrili dolgoročna nihanja v debelinski rasti. Pri izračunavanju drseče aritmetične sredine smo vzeli razred, širok 11 let (=sredina razreda + 5 let levo od sredine + 5 let desno od izbrane sredine). S tem smo izravnali krivuljo debelinskih prirastkov in izločili letna nihanja v rasti dreves.



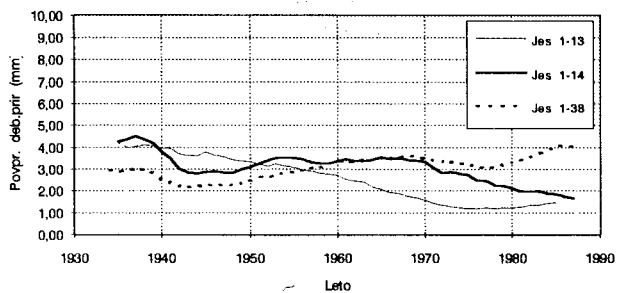
Graf 17: Analiza drsečih sredin pri hrastih na ploskvi 5 (Polana).

Drseče sredine - ploskev 2

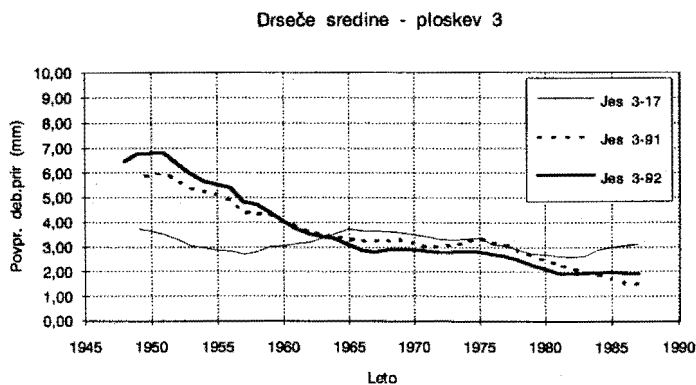


Graf 18: Analiza drsečih sredin pri hrastih na ploskvi 2 (Črni log).

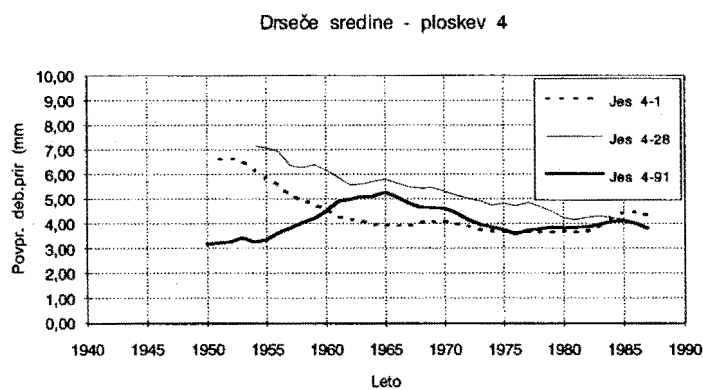
Drseče sredine - ploskev 1



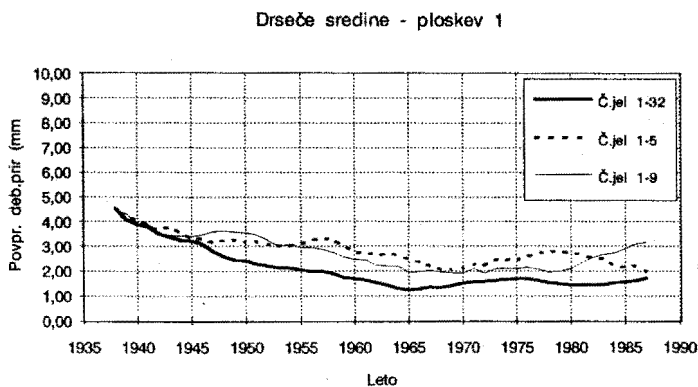
Graf 19: Analiza drsečih sredin pri jesenu na ploskvi 1 (Polana).



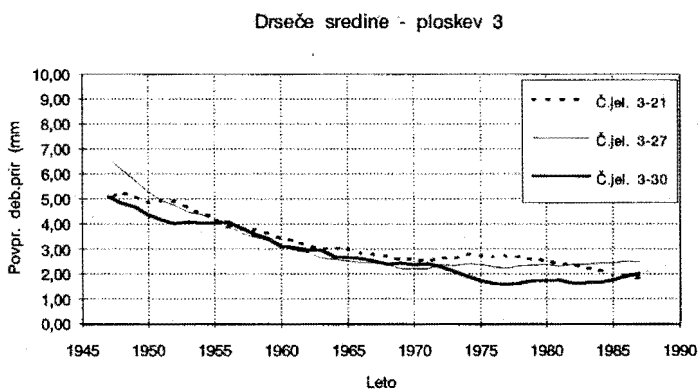
Graf 20: Analiza drsečih sredin pri jesenu na ploskvi 3 (Črni log).



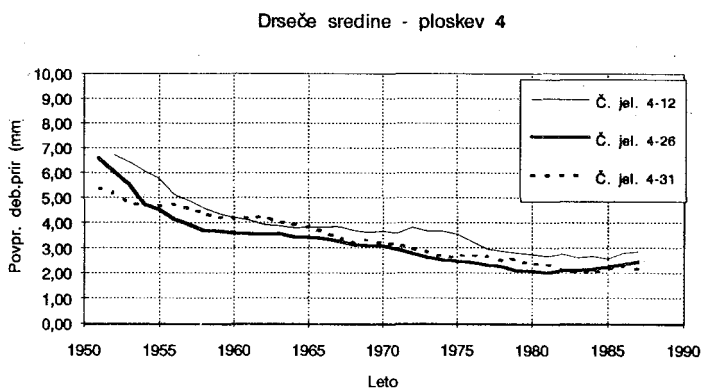
Graf 21: Analiza drsečih sredin pri jesenu na ploskvi 4 (Črni log).



Graf 22: Analiza drsečih sredin pri črni jelši na ploskvi 1 (Polana).



Graf 23: Analiza drsečih sredin pri črni jelši na ploskvi 3 (Črni log).



Graf 24: Analiza drsečih sredin pri črni jelši na ploskvi 4 (Črni log).

Analiza debelinskega prirastka s pomočjo drsečih aritmetičnih sredin kaže, da se drevesne vrste zelo različno odzivajo na spremembe v okolju.

Hrasti na ploskvi 5 kažejo porast debelinskega prirastka do leta 1970. Sledi upad debelinskega prirastka, ki se nadaljuje vse do poseka dreves.

Hrasti na ploskvi 2 imajo podobno rastno obnašanje kot hrasti na ploskvi 5. Ravno tako je viden rahel vzpon v debelinski rasti okoli leta 1970, vendar splošni trend ni tako očiten kot na ploskvi 5.

Jeseni na ploskvah 1, 3 in 4 so bili izpostavljeni različnim vplivom hidromelioracije. Jeseni na ploskvi 1 rastejo na rastišču, kjer črna jelša še ne izgublja svojega primata (Polana 68a) in imajo zato debelinski prirastek manjši kot pa jeseni na ploskvah 3 in 4. Vidimo tudi, da se rastno obnašanje precej razlikuje od rastnega obnašanja jesenov na ploskvah 3 in 4.

Črna jelša je na ploskvi 1 pokazala minimum v debelinski rasti okoli leta 1965, nato pa pride do relativno hitrega povečanja debelinskega prirastka. Vzrok za ta nihaj je verjetno opravljeno redčenje, lahko pa je šlo tudi za hidromelioracijski poseg, katerega učinek je po letu 1965 začel slabeti. Jelše na ploskvi 3 in 4 kažejo zelo enakomeren trend upadanja debelinskega prirastka. Sam potek rasti navaja na sklep, da je upad prirastka povezan s staranjem in tudi s posegi v prostor v neposredni bližini obravnavanih sestojev. To, da je upad prirastka vezan na okolje in drevo, se posebej dobro vidi na ploskvi 4, kjer je po letu 1980 prišlo najprej do upada

prirastka, nato pa do rahlega izboljšanja priraščanja. Ravno na podlagi tega minimuma sklepamo, da je bil ta upad posledica opravljenih hidromelioracijskih del. Do rahlega izboljšanja pa je prišlo zaradi reakcijske sposobnosti drevesa, da se odziva na zunanje dražljaje. Ker so bili analizirani sestoji na dani lokaciji najstarejši je bil njihov odziv na upadanje podtalnice relativno majhen.

Zanimive primerjave dobimo, če primerjamo varianco diferenc med dejansko vrednostjo prirastka v posameznem letu in vrednostjo drseče sredine v tem letu. Te primerjave so podane v preglednici 12.

Preglednica 12. Varianca razlik med dejanskim debelinskim prirastkom in drsečo aritmetično sredino v istem letu.

<i>Ploskev 1</i>	Povp.	n	Var	KV%	Var _{dv}
Jesen 1-13	-0,006	53	0,320	9993	0,449
Jesen 1-14	0,021	53	0,676	3856	
Jesen 1-38	0,031	54	0,351	1881	0,539
Črna jelša 1- 32	-0,059	50	0,286	907	
Črna jelša 1-5	-0,002	50	0,685	37611	
Črna jelša 1-9	-0,065	50	0,647	1230	
<i>Ploskev 2</i>					
Hrast 2-16	0,058	72	0,514	1232	0,522
Hrast 2-18	0,020	71	0,497	3500	
Hrast 2-22	-0,031	73	0,555	2406	
<i>Ploskev 3</i>					
Jesen 3-17	-0,117	39	0,790	760	0,870
Jesen 3-91	-0,011	39	1,121	9832	
Jesen 3-92	-0,045	40	0,700	1880	0,565
Črna jelša 3-21	0,043	41	0,567	1754	
Črna jelša 3-27	-0,100	41	0,491	703	
Črna jelša 3-30	-0,099	41	0,637	806	
<i>Ploskev 4</i>					
Jesen 4-1	-0,061	37	0,563	1234	0,980
Jesen 4-28	0,025	34	1,517	4927	
Jesen 4-91	-0,081	38	0,859	1147	0,748
Črna jelša 4-12	-0,100	36	0,955	975	
Črna jelša 4-26	-0,072	37	0,559	1032	
Črna jelša 4-31	-0,039	37	0,729	2179	
<i>Ploskev 5</i>					
Hrast 5-91	-0,035	61	0,722	2456	0,690
Hrast 5-92	-0,005	62	0,658	17958	

Primerjava posameznih drevesnih vrst po ploskvah nam pokaže precej veliko variabilnost razlik med dejanskim prirastkom in drsečo aritmetično sredino. Tako lahko ugotovimo, da je varianca razlik pri hrastih v Polani nekaj večja od variance razlik v Črnem logu, vendar se obe vrednosti statistično ne razlikujeta ($F=1.322^{NS}$; $n_1=60$, $n_2=70$).

Pri jesenu je položaj drugačen. Varianca razlik v Polani ne dosega velikosti variance razlik za jesen v Črnem logu, kjer najmanjša varianca presega največjo v Polani. Na podlagi tega sklepamo, da so drevesa v Črnem logu motena v svojem razvoju. Bistvenih razlik med ploskvama v Črnem logu pa ni opaziti. Z F-testom smo ugotovili naslednje statistično značilne razlike:

Ploskev	1	3	4
1	X		
3	*	X	
4	**	NS	X

Na podlagi tega ugotavljamo, da se variabilnost debelinskega prirastka povečuje s približevanjem najbolj ogroženim površinam (npr. ploskev 4 v Črnem logu).

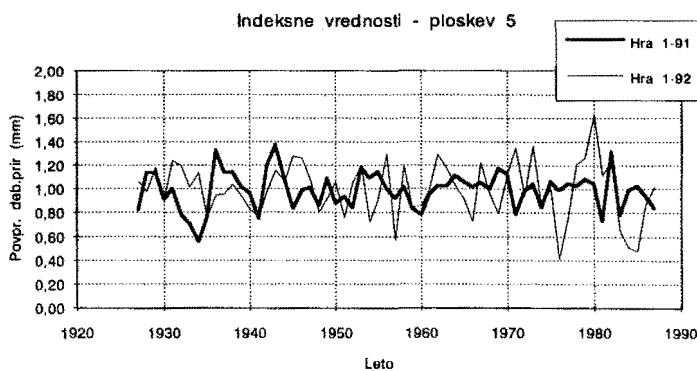
Podobno kot z jesenom je tudi s črno jelšo, le da razlike v variancah niso tako izrazite. To se je izkazalo tudi pri statističnem preverjanju enakosti varianc, kjer smo ugotovili, da med variancami ni statistično značilnih razlik. Kljub temu pa je očitno, da je največja varianca ravno v Črnem logu na ploskvi št. 4. To se ujema z ugotovitvijo, da je črna jelša na tej ploskvi najbolj prizadeta.

Iz tega sklepamo, da sta črna jelša in jesen zaradi melioracijskih posegov v Črnem logu podvržena večji variabilnosti ekoloških faktorjev, ki vplivajo na debelinski prirastek, to pa pomeni tudi močnejšim stresom.

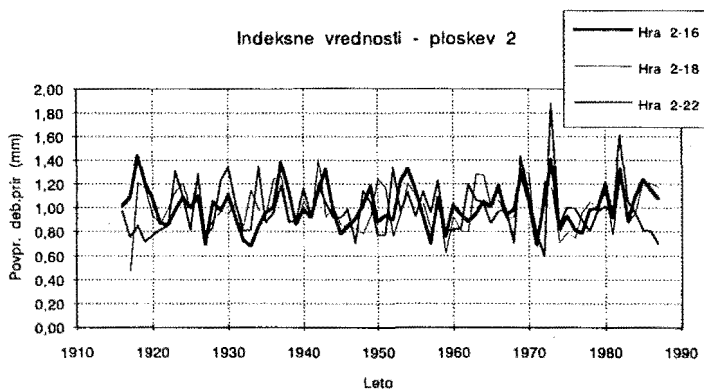
3.7.3 Analiza debelinskega prirastka s pomočjo standardizacije kronologij

Indeksne vrednosti smo izračunali po naslednjem postopku:

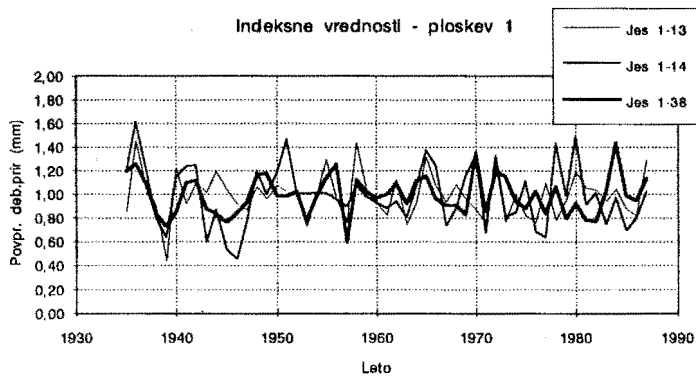
- izračun drseče aritmetične sredine v časovni vrsti,
- izračun kvocienta (indeksa) med dejansko vrednostjo debelinskega prirastka in drsečo aritmetično sredino.



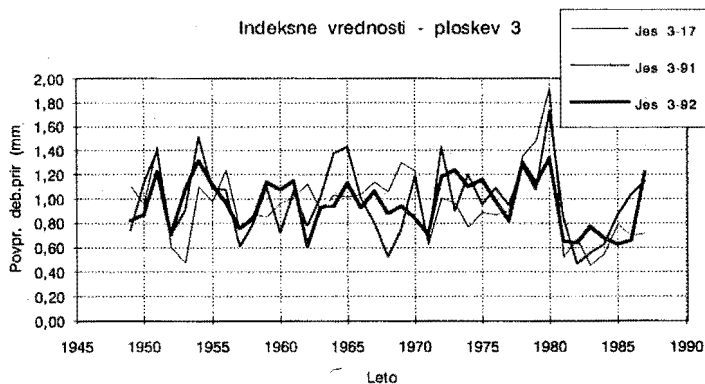
Graf 25: Analiza indeksnih vrednosti pri hrastu na ploskvi 5 (Polana).



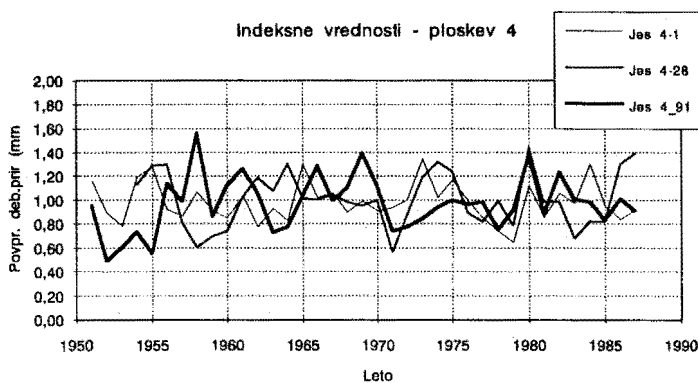
Graf 26: Analiza indeksnih vrednosti pri hrastu na ploskvi 2. (Črni log)



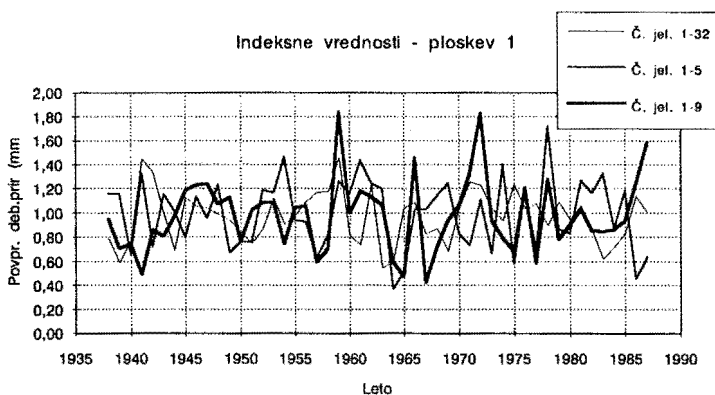
Graf 27: Analiza indeksnih vrednosti pri jesenu na ploskvi 1 (Polana)



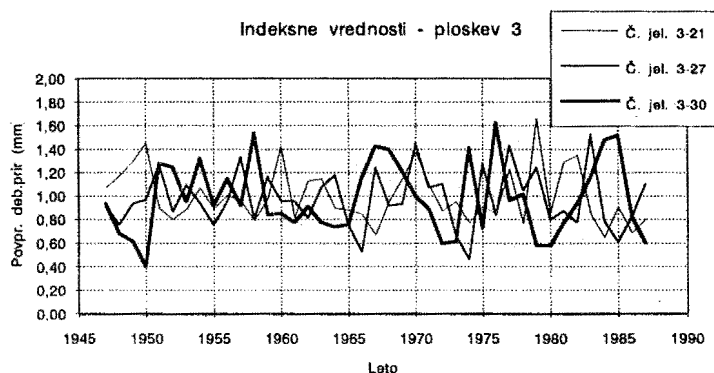
Graf 28: Analiza indeksnih vrednosti pri jesenu na ploskvi 3 (Črni log).



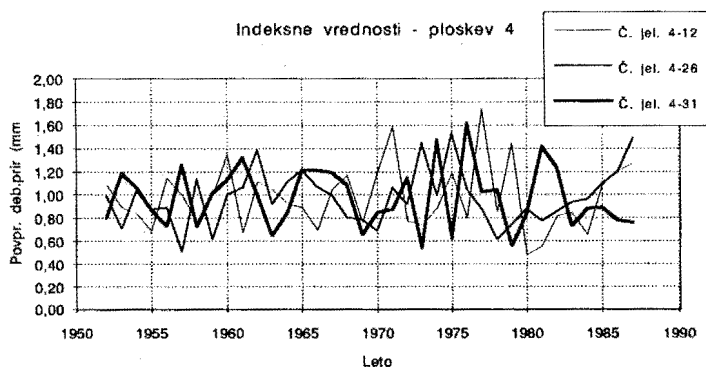
Graf 29: Analiza indeksnih vrednosti pri jesenu na ploskvi 4 (Črni log).



Graf 30: Analiza indeksnih vrednosti pri črni jelši na ploskvi 1 (Polana).



Graf 31: Analiza indeksnih vrednosti pri črni jelši na ploskvi 3 (Črni log).



Graf 32: Analiza indeksnih vrednosti pri črni jelši na ploskvi 4 (Črni log).

Analiza indeksnih vrednosti pri hrastu na ploskvi 5 (Polana) je pokazala, da so hrasti rasli bolj ali manj umirjeno, le pri enem je med letom 1975 in 1980 prišlo do opaznejšega nihaja (od 0,40-1,60) glede na drsečo aritmetično sredino. Pri hrastih na ploskvi 2 večjih razlik v rasti ni, se pa pri vseh hrastih na ploskvi pojavita dva pozitivna ekstrema v letu 1973 in 1983.

Preglednica 13. Varianca kvocientov med dejanskim debelinskim prirastkom in drsečo aritmetično sredino v istem letu.

<i>Ploskev 1</i>	Povp.	n	Var	KV%	Var _{dv}
Jesen 1-13	0,993	53	0,036	19	0,046
Jesen 1-14	0,995	53	0,066	26	
Jesen 1-38	1,007	54	0,036	19	
Črna jelša 1- 32	0,970	50	0,046	22	
Črna jelša 1-5	0,995	50	0,086	29	
Črna jelša 1-9	0,981	50	0,094	31	0,075
<i>Ploskev 2</i>					
Hrast 2-16	1,011	72	0,031	17	0,039
Hrast 2-18	1,002	71	0,037	19	
Hrast 2-22	0,988	73	0,049	22	
<i>Ploskev 3</i>					
Jesen 3-17	0,957	39	0,091	31	0,076
Jesen 3-91	0,987	39	0,087	30	
Jesen 3-92	0,970	40	0,049	23	
Črna jelša 3-21	1,001	41	0,055	23	0,125
Črna jelša 3-27	0,975	41	0,060	25	
Črna jelša 3-30	0,977	41	0,260	52	
<i>Ploskev 4</i>					
Jesen 4-1	0,984	37	0,027	17	0,045
Jesen 4-28	1,007	34	0,054	23	
Jesen 4-91	0,970	38	0,053	24	
Črna jelša 4-12	0,979	36	0,079	29	0,068
Črna jelša 4-26	0,983	37	0,056	24	
Črna jelša 4-31	0,983	37	0,070	27	
<i>Ploskev 5</i>					
Hrast 5-91	0,989	61	0,025	16	0,041
Hrast 5-92	0,994	62	0,056	24	

Jeseni na ploskvi 1 (Polana) kažejo dokaj umirjen rastni ritem, z enim izrazitejšim minimumom okoli leta 1938 in enim manj izrazitim, a usklajenim pozitivnim skokom v letu 1980. Z razliko od jesenov na ploskvi 1 pa jeseni na ploskvi 3 (Črni log) kažejo bolj živahen rastni ritem. Opozoriti velja predvsem na zelo močan nihaj v rasti v letu 1980, ko je prišlo do izrazitega skoka navzgor (faktor 2) in potem takoj do izrazitega padca. Ta skok se je sinhrono pojavil pri vseh analiziranih jesenih. Leto

1980 sovpada z dograditvijo Radmožanskega zadrževalnika. Jeseni na ploskvi 4 (Črni log - močan vpliv melioracij) kažejo bolj umirjen rastni ritem kot jeseni na ploskvi 3. Zanimivo pa je, da z analizo slike ugotovimo, da je rastni ritem jesenov na tej ploskvi najbolj asinhron in v njem ne vidimo nobenih zakonitosti. Edina sinhrona točka je v letu 1980, ko se pojavi usklajen, a ne pretirano visok skok indeksnih vrednosti.

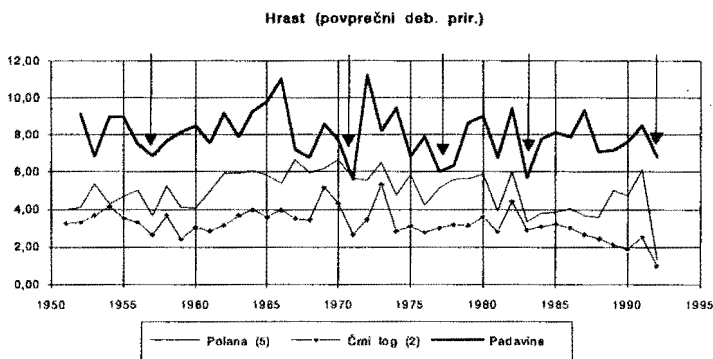
V preglednici 11 so podane variance kvocientov med dejanskim debelinskim prirastkom in drsečo aritmetično sredino. Tudi tu so ugotovitve precej podobne tistim iz preglednice 10, zato jih ne bomo posebej razlagali. Opozarjamo pa na izredno velika nihanja črne jelše št. 30 na ploskvi 3, ki za faktor 5 presega nihanja ostalih črnih jelš na vseh ploskvah. Tudi analiza standardiziranih kronologij vodi do podobnih sklepov, da je variabilnost priraščanja večja tam, kjer so drevesa podvržena večjim nihanjem ekoloških faktorjev.

3.7.4 Vpliv sušnih let na debelinski prirastek hrasta, jesena in črne jelše

V raziskavi nas je zanimalo tudi, kakšen je odziv drevesnih vrst na sušna leta. Za definicijo sušnega leta smo vzeli meteorološko definicijo, ki pravi, da je sušno tisto leto, ko na nekem območju nastane znaten primanjkljaj padavin (Otočec 1980). V Prekmurju pade letno v povprečju 802 mm padavin, zato smo za sušno leto vzeli tisto, ko je bilo padavin 680 mm ali manj. Vemo, da suša ni povezana samo s padavinami, ampak tudi z visokimi temperaturami v vegetacijski dobi in trajanjem sončnega obsevanja. Kljub temu smo na podlagi ugotovitev iz literature (OTOČEC 1980) sklepali, da so padavine najvažnejši kazalec sušnih let, zato smo v naši raziskavi upoštevali samo letno količino padavin.

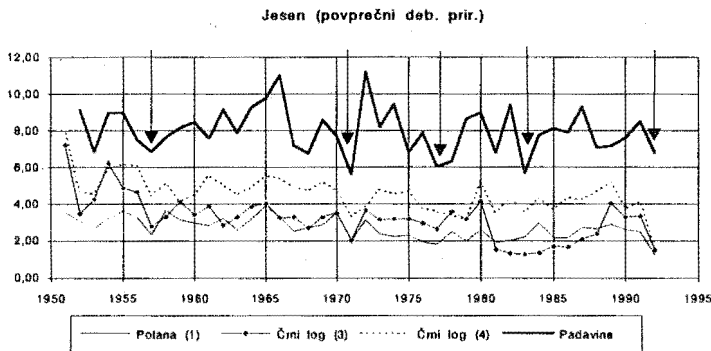
Za sušna smo vzeli naslednja leta: 1957, 1973 (najhujša suša od leta 1951), 1977, 1983 in 1992. Primerjave delamo vedno med ploskvami za posamezne drevesne vrste. Primerjamo povprečni debelinski prirastek drevesne vrste in padavine (količina padavin je zaradi primerljivosti pretvorjena v dm).

Pri hrastu vidimo, da se na sušna leta že v istem letu odzove z zmanjšanjem debelinskega prirastka. Hrasti v Črnem Logu se bolj intenzivno odzivajo na sušna leta kot hrasti v Polani.

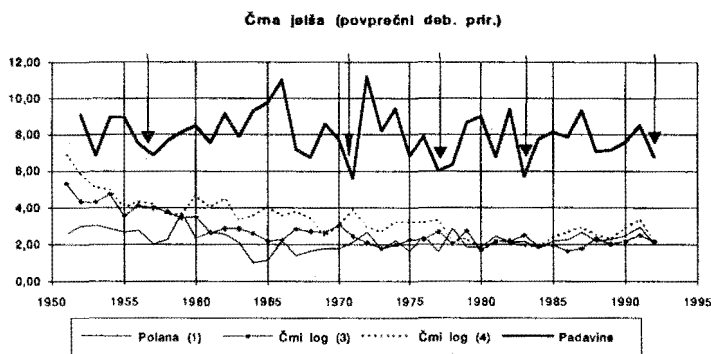


Graf 33: Povezanost povprečnega debelinskega prirastka s padavinami pri hrastu. Puščice kažejo na sušna leta.

Jesen se od vseh analiziranih drevesnih vrst najbolj odziva na sušna leta. Skoraj po pravilu sovpada padec debelinskega prirastka z letno količino padavin. To odvisnost ugotavljamo na vseh raziskovalnih ploskvah, najbolj pa v Črnem Logu, na ploskvi 4, ki je v zadnjem času pod močnim vplivom melioracij.



Graf 34: Povezanost povprečnega debelinskega prirastka s padavinami pri jesenu. Puščice kažejo na sušna leta.



Graf 35: Povezanost povprečnega debelinske rasti črne jelše s padavinami. Puščice kažejo na sušna leta.

Za črno jelšo ugotavljamo, da suha leta nimajo velikega vpliva na debelinski prirastek. Pogostokrat v mokrih letih slabo raste, v suhih pa normalno. Na grafu 35 tudi vidimo, da črni jelši debelinski prirastek po suhih letih nekoliko upade, vendar to ni pravilo. Ugotavljamo tudi, da med posameznimi ploskvami ni velikih razlik v odzivanju na suha leta. Mislimo, da je indiferentnost črne jelše na sušo povezana z relativno dobro oskrbljenostjo tal z vodo. Znano je tudi, da so jelševe združbe edfafske in ne klimatsko pogojene. Iz tega sklepamo, da bo črna jelša rasla povsod tam, kjer ima za to dovolj talne vode. Padavine pri črni jelši niti niso tako pomembne.

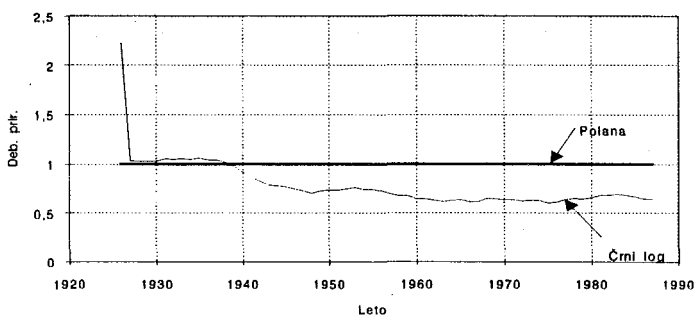
3.7.5 Primerjava upada relativnega debelinskega prirastka hrasta, jesena in črne jelše

Raziskavo smo zastavili tako, da bi odkrili razlike v rasti, v kolikor seveda so, med melioriranimi in nemeliorirani rastišči jelše, jesena in hrasta. Zato smo na podlagi dendrokronoloških meritev primerjali rastišča med seboj. Ker smo že v začetku postavili podmeno, da so ploskve v Polani manj pod vplivom melioracij, smo kot osnovo za primerjanje vzeli debelinski prirastek po letih za posamezne drevesne vrste v Polani in ga primerjali z debelinskim prirastkom istih drevesnih vrst v Črnem logu.

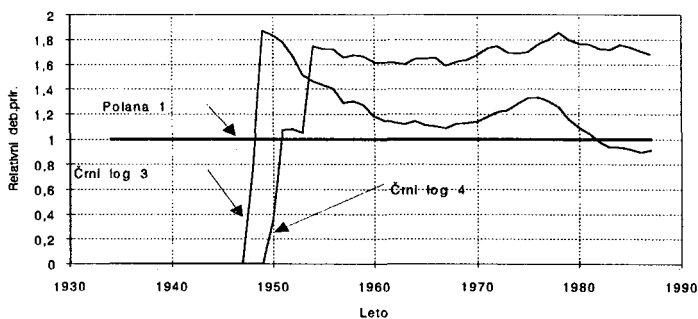
Primerjave smo naredili po naslednjem postopku:

- izračun drsečih sredin za posamezne dendrokronologije vrste po drevesih in po ploskvah,
- izračunavanje povprečja drsečih sredin za posamezno drevesno vrsto na ploskvi,
- izračun indeksa med povprečjem drsečih sredin dreves v Črnem logu in povprečjem drsečih sredin dreves v Polani.

Tako smo primerjali hraste iz Črnega loga in hraste iz Polane in ugotovili, da hrasti Črnem logu rastejo relativno slabše kot hrasti v Polani. Do leta 1940 rastejo hrasti v Črnem logu in Polani bolj ali manj enako. Po letu 1940 pa se začne rast hrastov v Črnem logu opazno poslabševati. Leta 1980 dosegajo hrasti v Črnem logu le še približno 50% debelinskega priraščanja hrastov v Polani.

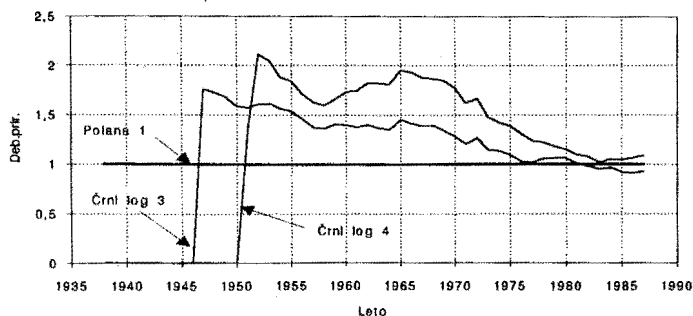


Graf 36: Primerjava relativnih debelinskih prirastkov pri hrastu. Primerjalna ploskev je ploskev št. 5 v Polani.



Graf 37: Primerjava upada relativnega debelinskega prirastka pri jesenu med ploskvami. Primerjalna ploskev je ploskev št. 1 v Polani.

S sušenjem rastišča se začnejo pogoji za rast jesena izboljševati. To se jasno vidi iz relativne primerjave rastne uspešnosti jesenov v Črnem logu. V splošnem rastejo jeseni v Črnem logu bolje kot tisti v Polani. Zanimivo je, da najbolje rastejo jeseni na ploskvi 4, nekaj slabše pa na ploskvi 3, kjer po letu 1980 rastejo celo slabše kot v Polani. Sklepamo, da je upadanje debelinskega priraščanja jesena po letu 1976-77 lahko posledica začetka gradnje Radmožanskega zadrževalnika. Ker je jesen na vseh ploskvah približno enako star, je upadanje prirastka odstranjeno s podajanjem relativnih pirastkov.



Graf 38: Primerjava relativnega debelinskega prirastka črne jelše med ploskvami. Primerjalna ploskev je ploskev št. 1 v Polani.

Pri črni jelši se je upadanje prirastka začelo okoli leta 1965, v letih po dograditvi Radmožanskega zadrževalnika pade na ploskvi 3 celo pod prirastek v Polani. Ponovno moramo poudariti, da so bila rastišča v Črnem logu za črno jelšo boljša kot pa v Polani (glej višinske krivulje - rastiščni indeks je za 2 m višji).

Iz tega lahko sklepamo, da so se rastišča v Črnem logu poslabšala za črno jelšo, jesen in hrast. Natančna določitev vzroka ni mogoča. Domnevamo, da je temu vzrok znižanje podtalnice, ker so poglobljali strugo Ledave. S tem so sestoji izpostavljeni večji sušnosti v letih suš. Drugi razlog je lahko poplavljanje med vegetacijsko dobo, kar je motenje naravnih poplavnih ritmov. Tretji razlog pa je lahko vnos škodljivih snovi v času prisilnega poplavljanja, saj vemo, da je Ledava močno onesnažena.

4 POVZETEK

Prekmurski gozd doživlja zaradi melioracij številne spremembe, od katerih mu večina bolj škodi kot koristi. V pričujočem delu smo poskušali pojasniti in kvantificirati nekatere vidike spreminjanja prekmurskih gozdov. Predvsem smo se osredotočili na dogajanja v Črnem logu in Polani, ki veljata za največja kompleksa strnjenih jelševih logov v Prekmurju. Pri preučevanju odzivanja na spremembe v okolju nas je zanimalo predvsem rastno in prirastno odzivanje črne jelše, doba in jesena na hidromelioracijske posege v prostor. Razlog, da smo se odločili za tovrstno raziskavo, je izgradnja Radmožanskega zadrževalnika, ki je nekoč zelo produktiven jelševo-jesenov gozd spremenil v hirajočega bolnika. Z izgradnjo zadrževalnika so gozd spremenili v neke vrste bazen, ki prestreza poplavne vode in jih zadržuje. Čeprav se zdi ideja o umetnem poplavljanju gozda na prvi pogled zanimiva in koristna, pa predstavlja takšno vsiljeno poplavljanje za gozd prej motnjo kot pa pozitiven dejavnik.

Problema smo se lotili tako, da smo na različnih lokacijah v Polani in Črnem logu postavili 5 raziskovalnih ploskev. Štiri od teh ploskev so bile velike 30x30 m (3 v Črnem logu in 1 primerjalna v Polani), ploskev št. 5 v Polani pa je služila le dendrokronološkim in prirastoslovnim analizam (primerjalna hrastova ploskev v Polani). Ploskve so bile postavljene tako, da smo zajeli različne jakosti vplivov hidromelioracije na sestoje.

Na vseh ploskvah smo naredili podrobne fitocenološke popise. V prvi fazi raziskave so služili določevanju tipa rastišča, v nadaljevanju pa smo jih uporabili za ekološke analize.

Vsa drevesa na ploskvi smo izmerili in jim ocenili različne parametre. Na vsaki ploskvi smo posekali po tri najboljše predstavnike preučevanih drevesnih vrst. Vsako podrto drevo smo razrezali na 6-9 kolobarjev, ki so služili podrobni prirastoslovni analizi debla in dendrokronometrični obdelavi. Za dendrokronometrično obdelavo smo vedno vzeli kolobar, odrezan v prsni višini (1.3 m).

Na vseh ploskvah, razen na ploskvi št. 5, smo naredili po tri vrtine za merjenje nivoja talnice. Vrtali smo z ročnim svedrom in to tako globoko, da smo dosegli matično podlago (približno 1.2-1.5 m). Meritve nivoja talnice smo opravljali enkrat tedensko (ob ponedeljkih), čez celo vegetacijsko sezono. Nivo talnice smo merili z leseno palico, ki je imela pritrdjen plavač. Natančnost odčitka je bila 1 cm. Opravljeno je bilo preko 300 meritev.

Fitocenološke popise smo uporabili tudi pri klasifikaciji raziskovalnih ploskev. Vse primerjave smo opravili na podlagi popisnih kombiniranih ocen abundance in zastiranja. Ocene smo pred analizami transformirali z Van der Maarelvo transformacijo. Klasifikacijo smo opravili z analizo kopičenja. Izkazalo se je, da smo na podlagi kopičenja dobili dve jasno ločeni skupini sestojev - hrastove in jelševo-jesenove sestoje. Ta rezultat se ujema tudi z rezultati ordinacije popisov, kjer smo dobili dve jasno izoblikovani skupini - hrastove gozdove na manj vlažnih rastiščih in jelševo-jesenove gozdove na bolj vlažnih rastiščih. Raziskovalne ploskve lahko razmestimo ob gradientu talne vlage.

Na vseh ploskvah smo imeli v zemljo izvrtane vrtine in v vrtinah plastične cevi za merjenje nivoja podtalnice. Ker smo meritve zbirali celo vegetacijsko sezono, se jih je nabralo precej. Z analizo variance smo odkrili statistično značilne razlike med aritmetičnimi sredinami za nivo podtalnice. Meritve nivoja podtalnice smo primerjali z meritvami vodostaja Ledave in ugotovili tesno korelacijsko povezavo. Vzrok za to je v prodnati matični kamenini. Zaradi tega se vsaka sprememba vodostaja Ledave takoj pozna na spremembi nivoja podtalnice in vsak poseg v strugo Ledave povzroči spremembe v nivoju podtalnice.

Zanimal nas je tudi kompleksen vpliv faktorjev okolja na debelinski prirastek dreves. V ta namen smo podatke o debelinskem prirastku posameznih drevesnih vrst po ploskvah postavili v odvisnost od vodostaja Ledave, povprečnih letnih padavin in letnih temperaturnih maksimumov. Dobljeni multipli korelacijski koeficienti kažejo, da odvisnost ni tesna ($r=0.26-0.35$) ter ni odvisna od vseh treh neodvisnih spremenljivk hkrati, temveč v predvsem od vodostaja Ledave. Ugotavljamo, da je povezanost debelinskega prirastka z vodostajem Ledave večja tam, kjer so škode zaradi hidromelioracij večje (ploskev 4 v Črnem logu).

Na štirih raziskovalnih ploskvah od petih smo ocenjevali tudi zdravstveno stanje dreves. Poleg podatka o osutosti krošnje pri posameznem drevesu smo razpolagali tudi s podatki o poseku slučajnih pripadkov (=sušic) v Črnem logu. Naše ugotovitve kažejo, da sta črna jelša in hrast srednje vitalna (razred osutosti 1-2), jesen pa je na vseh raziskovalnih ploskvah vitalen (razred osutosti 0-1). Na podlagi analize poseka slučajnih pripadkov smo ugotovili, da daleč največji delež v poseku pripada sušicam črne jelše. Večino črnih jelš posekajo v predelih, ki so najbolj pod vplivom hidromelioracij. Očitno je, da so se tam razmere za rast črne jelše izrazito

poslabšale. Da je stanje res hudo, kaže tudi podatek, da so glavino (prek 90%) letnega poseka v prizadetih oddelkih realizirali s sanitarnimi sečnjami. Kolobarje, ki smo jih izrezali na prsni višini, smo uporabili tudi za analizo debelinskega priraščanja v času. Naše ugotovitve kažejo, da je prišlo v rasti sestojev črne jelše in jesena do bistvenih sprememb v letih po izgradnji nasipa okoli gozda. Izgradnja nasipa in poglobitev struge reke Ledave sta povzročila padec nivoja podtalnice in s tem spremembo rastišča. Črna jelša, ki je specialist za rastišča z visoko talnico, je začela izgubljati vitalnost. Posledica tega je bila, da je jesen prevzel pobudo, vendar tudi njemu zaradi nadaljevanja zniževanja nivoja podtalnice vitalnost peša.

Na hrastovih rastiščih smo ugotovili, da do sprememb sicer prihaja, vendar le te niso tako očitne kot pri črni jelši. Za ta rastišča je značilno, da tako izrazite spremembe, kot je opazna v rasti črne jelše, nismo odkrili, vendar so opazni trendi počasnega upadanja prirastka.

Primerjava relativne rasti posamezne drevesne vrste po ploskvah nam je pokazala, da hrasti v Polani rastejo nekoliko bolj kot v Črnem logu. Za jesen smo ugotovili, da v Polani raste bistveno slabše kot v Črnem logu. Hkrati pa smo ugotovili, da se je rastišče v Črnem logu na ploskvi 3 (zmeren vpliv melioracij) tako spremenilo, da je jesenu padel debelinski prirastek pod debelinski prirastek jesena v Polani. Pri jesenu na ploskvi 4 (Črni log - močan vpliv melioracij) pa ugotavljamo, da raste za razred bolje od jesenov v Polani in v Črnem logu (ploskev št. 3).

Črna jelša, ki je v začetku v Črnem logu rasla bistveno bolje kot v Polani, je zaradi hidromelioracij popolnoma spremenila svoj rastni ritem. Po letu 1980 je debelinski prirastek celo upadel pod debelinski prirastek v Polani. Ta upad je zaslediti na obeh ploskvah v Črnem logu, na ploskvi št. 3 (zmeren vpliv melioracij) bolj, na ploskvi št. 4 (močan vpliv melioracij) pa za spoznanje manj.

SUMMARY

Due to melioration Prekmurje forests undergo numerous changes most of which do more harm than good. The dissertation is to interpret and quantify some aspects of changing of Prekmurje forests. The research concentrates on processes in Črni log and Polana, which are considered to be the largest complexes of thick alder forests in Prekmurje. The research

deals with reactions of black alder, oak and ash to environmental changes, primarily concentrating on their growth incremental reaction to hydromelioration interference in the environment. The research was stimulated by the building of the Radmožanci barrier, which has transformed the once highly productive alder-ash forest into a dying patient. The barrier has converted the forest into a kind of pool which catches flood waters and holds them back. The idea of artificial flooding seems interesting at first sight. However, flooding imposed in such a way represents rather an obstruction than a beneficial influence.

The problem was dealt with by establishing five plots in different locations in Polana and Črni log. Four of the five plots covered the surface 30 x 30 m (three in Črni log and one comparative in Polana), whereas the Plot Number 5 in Polana was used for dendrochronological and incremental analyses (the comparative oak plot in Polana). The stands on the chosen plots were exposed to hydromelioration effects of different intensity.

Detailed phytosociological inventories were carried out on all the plots. They were used for denoting types of the sites at the initial stage of the research, and for various ecological analyses later on.

All trees on each plot were measured and their parameters estimated. Three best representatives of the tree species studied were cut down on each plot. Each tree which had been cut down was cut into six to eight wood discs which were used for a detailed incremental analysis of the trunk, and for a dendrochronometrical examination. For the latter a wood disc taken from the breast-height was used (1.3 m).

Three holes, approximately 1.2 to 1.5 m deep - so that the parent material was reached, were drilled into the ground by a drill on all plots except the Plot No.5 to make it possible to measure the ground water level. The measurements of the ground water level were carried out once a week - every Monday throughout the vegetation period. The groundwater level was measured by a wooden stick with a float fastened to its end. The accuracy of measurements was 1 cm. More than 300 measurements were carried out.

The phytocenological inventories were also used to classify the plots. All comparisons were carried out on the basis of the estimated species frequency and covering rate. The values had been transformed by means of Van der Maarel's transformation before the analyses were carried out. The so transformed values represented the basis for the classification and

ordination of the plots. The classification was carried out by means of the cluster analysis. Its results showed two obviously separated stand groups - oak and alder-ash stands. The result corresponds the one gained by ordination which also showed two clearly identifiable groups - oak forests on less moist sites and alder-ash forests on the sites with a higher amount of humidity. Thus, the plots can be divided into two groups according to the quantity of ground humidity.

There were holes drilled into the ground on all plots. Plastic tubes were installed into the holes make it possible to measure the ground water level. Due to the fact that the measurements were being performed throughout the vegetation period a lot of data was gathered. It was dealt with by the analysis of variance. So, statistically significant differences between arithmetical means for the groundwater level were discovered. The measurements of the groundwater level were compared to those concerning the water level of the river Ledava. The comparison revealed a tight correlation which is the result of the parent material which is gravelly, and thus extremely permeable to water. For this reason each change of the water level of the Ledava causes a change of the groundwater level as well. The explained findings allow the assumption that each interference in the Ledava riverbed must cause changes of the undergroundwater level.

The research deals also with the complex effect of environmental factors on the diameter increment. The data concerning diameter increment of individual tree species on the plots depends on the Ledava water level, the average annual precipitation and the annual temperature maximum. The multiple correlation coefficients show that the correlation is not tight ($r = 0.26-0.35$), and that it does not depend on all three independent variables simultaneously. In most cases it depends on the water level of the Ledava. It is interesting that the correlation between the diameter increment and the water level of the Ledava is more obvious in areas which have been harmed by hydromelioration to a higher extent (the Plot No.4 in Črni log). The health condition of trees was assessed on four out of five plots. The data on stripping crowns of their foliage concerning individual trees, and on random felling of snags in Črni log was available. The results reveal that black alder and oak show the medium vitality (foliage stripping class 1-2), whereas ash shows a good degree of vitality on all plots (foliage stripping class 0-1). A careful examination of the cut-down of random trees showed that the main part of snags which are felled belongs to black alder which

is cut down especially in areas under the most intensive effect of hydromelioration. It is obvious that the conditions for the growth of black alder have worsened to a high extent. The fact that the main part of the annual cut-down (over 90%) in affected forest divisions was realized by sanitary felling.

The wood discs which had been cut out at the breast height were used also for the analysis of the diameter increment in time. The time series analysis of the increment growth made it possible to find out changes which have been taking place at the sites.

The findings show that the growth of the black alder and ash stands has undergone serious changes since the barrier was built round the forest. The barrier and the fact that the Ledava was deepened have caused a decrease of the groundwater level, and thus affected the site by changing it. Black alder which is known as the most competitive tree on sites with a high level groundwater has started losing its vitality. Consequently, ash trees have taken over, although they are gradually growing weaker, too, owing to the persistent decrease of the groundwater level.

The oak sites also show certain changes, although they are not as obvious as those affecting black alder. However, there is a tendency of a slow increment decrease.

The comparison of the relative growth of an individual tree species on each plot shows that oaks in Polana grow a little faster and better than those in Črni log. Ash trees in Polana do not at all grow as well as the ones in Črni log. At the same time it is obvious that the site in Črni log on the Plot No.3 (a moderate effect of melioration) has changed to such an extent that the diameter increment of ash there is lower than that in Polana. The ash trees on the Plot No.4 (Črni log - a strong melioration effect) grow better by a side quality than those in Polana and Črni log, on the Plot No.3.

Due to hydromelioration black alder which had grown much better in Črni log than in Polana at the beginning, has changed its growth behaviour completely. Since 1980 the diameter growth has become even lower than that in Polana. The decrease can be observed on both plots in Črni log. It is more obvious on the Plot No.3 (a moderate melioration effect), and a little less on the Plot No.4 (a strong melioration effect.)

On the basis of the above discussed findings the conclusion can be drawn that the stands in Črni log are exposed to notable changes. They

demonstrate themselves in decreasing vitality, the appearance of new tree species which replace the old ones, and in changes concerning the sites. The findings represent the basis of the forest development prognosis in Črni log.

The prognosis deals with possible ways of saving the alder forest in the first place. It is impossible to ignore the indisputable facts that the site has changed so much that it has become less suitable for pure black alder stands. For this reason a gradual conversion into mixed alder-ash-oak forests is advisable.

VIRI

- ACCETTO, M., 1973. Zakonitosti v pomlajevanju in razvoju doba in belega gabra v pragozdnem rezervatu Krakovo.- Magistrsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 62 s.
- ACCETTO, M., 1982. Subfosilno drevje iz gramoznice pri Petišovcih.- GozdV, Ljubljana, 40, 9, s. 377-379.
- ACCETTO, M., 1986. Gagea spatacea v Sloveniji.- Biološki vestnik, Ljubljana, 30, 2, s. 155-156.
- ACCETTO, M., 1988. Poročilo o preučevanju gozdnih združb Črnega loga v Prekmurju.- Raziskovalna naloga, Inštitut za gozdno in letno gospodarstvo, Ljubljana, 43 s.
- BIALOBOK, S. et.al., 1980. Olsze (Alnus sp. Mill). Nasze drzewa lesne (monografie popularnonaukowe).- Polska akademia nauk- Institut dendrologii, Warszawa - Poznan.
- BLOCK, J., 1983. Ermittlung der Wurzeltiefe von Kiefern und Stieleichen zur Beusteilung der möglichen Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen auf den Wald.- Wurzelökologie und ihre Anwendung. Internationales Symposium september 1982, uredil Böhm et al., E. Verlag Gumpenstein, Irdning, s. 567-576.
- BONČINA, A., 1992. Struktura in rast prebiralnega dinarsko jelovo-bukovega gozda.- Magistrsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 113 s.
- BOŽIČ, J. et al., 1989. Projekt "Mura - ocena vplivov načrtovanih hidroelektraren na gozd in gozdni prostor" "Gozdnogojitvena analiza gozdov in predvidene spremembe zaradi graditve hidrocentral na Muri".- Raziskovalna naloga, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, s. 103-138.
- CHOW, Ven Te, 1964. Handbook of applied hydrology.- McGraw-Hill Book Company, New York, s. 1418.

- CULIBERG, M. / ŠERCELJ, A., 1989. Gozdovi Prekmurja v bližnji in daljni preteklosti.- *GozdV*, 47, 5, s. 218-223.
- ČIRIĆ, M. 1984: Pedologija (1.izdanje).- Sarajevo, SOUR "Svjetlost, OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 311 s.
- DIACI, J., 1992. Zgradba in razvoj naravne visokogorske in podalpinske gozdne vegetacije na Dleskovski planoti v Savinjskih Alpah. Magistrsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 158 s.
- FERLIN, F., 1991. Nekatere značilnosti pojava umiranja smreke in njenega prirastnega odzivanja na imisijske strese.- *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 37, s. 125-156.
- HOČEVAR, M. / HLADNIK, D., 1988. Integralna fototerestrična metoda kot osnova za smotrno odločanje in gospodarjenje z gozdom.- *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 31, Ljubljana, s. 93-120.
- KALAN, J. et.all, 1988. Pedološke razmere v gozdovih Črnega loga (13. gozdnogospodarsko območje Murska Sobota).- Raziskovalna naloga, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, s. 20.
- KOŠIR, Ž., 1987. Določitev odškodnine za škode v Črnem logu zaradi izgradnje zadrževalnika Radmožanci.- Mnenjska študija, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri BF, dodatek k elaboratu št. 244, Ljubljana, 14 s.
- KOŠIR, Ž., 1987. Vpliv zadrževalnika Radmožanci na gozdove Črnega loga.- Raziskovalna naloga, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri BF, elaborat št. 244, Ljubljana, 6 s.
- KOŠIR, Ž. 1987. Vpliv zadrževalnika Radmožanci na gozdove Črnega loga (mnenje o variantni študiji: Ledava - akumulacija Radmožanci).- Raziskovalna naloga, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri BF, dodatek k elaboratu št. 244, Ljubljana, 43 s.
- KOESTLER, J.N. / BRUECKNER, E. / BIBELRIETHER, H., 1968. Die Wurzeln der Waldbäume (Untersuchung zur Morphologie der Waldbäume in Mitteleuropa).- Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 284 s.
- KOTAR, M., 1980. Rast smreke (*Picea abies* L. (KARST.)) na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji.- Doktorska disertacija, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, s. 165.
- KOTAR, M., 1989. Prirastoslovni kazalci rasti in razvoja bukovih gozdov v Sloveniji.- *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, Ljubljana, 33, s. 59-80.
- KOTAR, M. / ROBIČ, D., 1990. Povezanost proizvodne sposobnosti rastišč z nekaterimi ekološkimi dejavniki.- *GozdV*, 48, 5, s. 225-243.
- KOTAR, M., 1991: Interpretacija ekoloških podatkov. Prevod knjige E.C. PIELOU "Interpretation of ecological data".- Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 226 s.
- KOZLOWSKI, T.T., 1982. Water supply and tree growth.- I. Water deficits.- *For. Abstr.*, 43, s. 57-95.

- LEBEZ, J. 1985. Gozdni rezervati Slovenije (gozdni rezervati: Motvarjevci, Ginjevec, Zgornje Kobilje).- Strokovna in znanstvena dela 86, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 52 s.
- LEIBUNDGUT, H., 1981. Untersuchungen ueber das Verhalten von Jungpflanzen einiger verschiedener Baumarten bei verschiedenem Grundwasserstand.- Schweizerische Zeitschrift fuer Forstwesen, 1981 (132), 5, s. 291-318.
- LEIBUNDGUT, H. / DAFIS, S., 1964. Untersuchungen ueber das Wurzelwachstum verschiedener Baumarten.- Schweizerische Zeitschrift fuer Forstwesen, 1964, 115, 6/7, s. 444-450.
- LEIBUNDGUT, H. / DAFIS, S. / RICHARD, F. 1963. Untersuchungen ueber das Wurzelwachstum verschiedener Baumarten.- Schweizerische Zeitschrift fuer Forstwesen, 1963, 114, 11, s. 621-646.
- LEIBUNDGUT, DAFIS 1963. Untersuchungen ueber Grundwasserverhältnisse im Lehrwald Albisriederberg.- Schweizerische Zeitschrift fuer Forstwesen, 1963 (114), 1/2, s. 43-59.
- LEHNARDT, F., BRECHTEL, H. M., 1980. Durchwurzelungs und Schöpfungstiefen von Waldbeständen verschiedener Baumarten und Altersklassen bei unterschiedlichen Standortverhältnissen.- Allg. Forst - U. Jagdztg, 6/7, s. 120-127.
- LESNIK, A., 1976. Mikrorelief in talnica kot vplivna faktorja pri izbiri drevesnih vrst v logu črne jelše v prekmurju.- Diplomsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 34 s.
- LEVANIČ, T., 1990. Ocena zgradbe in stanja slovenskih gozdov na podlagi popisa propadanja gozdov v letu 1987.- Diplomaska naloga, Ljubljana Biotehniška fakulteta, 95 s.
- LUKIĆ, N., 1992. Prirast obične bukve u panonskom dijelu Hrvatske (Utjecaj emisija ili čovjekovog rada?)- Šumarski list, Zagreb 116, s. 113-122.
- MAAREL, E. Van der, 1979. Transformation of cover abundance values in phytosociology and its effects in community similarity.- Vegetatio, 39-2, s. 97-114.
- MARINČEK, L., ZUPANČIČ, M., 1984. Carpinetum subpanonicum Ass. nova.- Razprave IV, Ljubljana, 25, 3.
- McVEAN, D.N., 1953. Account of *Alnus Glutinosa* L. (GAERTN.) for the Biological flora of the British Isles.- Journal of Ecology, 41, 2, Blackwell scientific Publications.
- McVEAN, D.N., 1955. Ecology of *Alnus Glutinosa* (L.) GAERTN. (I. Fruit formation).- Journal of Ecology, 43, 1, s. 45-60, Blackwell scientific Publications, Oxford.
- McVEAN, D.N., 1955. Ecology of *Alnus Glutinosa* (L.) GAERTN. (II. Seed distribution and germination).- Journal of Ecology, 43, 1, s. 61-71, Blackwell scientific Publications, Oxford.

- McVEAN, D.N., 1956. Ecology of *Alnus Glutinosa* (L.) GAERTN. (III. Seedling establishment).- *Journal of Ecology*, 44, 1, s. 194-217, Blackwell scientific Publications, Oxford.
- McVEAN, D.N., 1956. Ecology of *Alnus Glutinosa* (L.) GAERTN. (IV. Root system).- *Journal of Ecology*, 44, 1, s. 218-224, Blackwell scientific Publications, Oxford.
- MELIK, A., 1957. Štajerska s Prekmurjem in Mežiško dolino.- *Slovenska matica*, Ljubljana 594 s.
- MLINŠEK, D., 1961. Rast in gospodarska vrednost črne jelše.- *Murska Sobota*, 28 s.
- MURPHY, J.O., PALMER, J.G., 1992. A comparison of two tree-ring-index standardization techniques.- *Can.J.For.Res* 22, s. 1922-1928, Canada.
- NEMESSZEGHY, L., 1986. Črna jelša v Prekmurju.- *Pomurska založba*, Murska Sobota, 88 s.
- NORUŠIS, 1986. Advanced statistics SPSS/PC+.- Spss Inc. Chichago, 240 s.
- OTOREPEC, S., 1980. Agrometeorologija.- Nolit, Beograd, 231 s.
- PEREIRA, J.S. / PALLARDY, S., 1989. Water stress limitations to tree productivity.- *Biomass production by Fast Growing trees* (edited by J.Pereira and J.J. Landsberg). NATO ASI Series, Series E: Applied sciences - Vol. 166, Kluwer Academic Publishers (London, Boston, Dordrecht).
- PRANJIĆ, A. / LUKIĆ, N., 1989. Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena.- *Zagreb, Glasnik za šumske pokuse*, 25, s. 79-92.
- PRANJIĆ, A., 1972. Odnos visinskog i debljinskog prirasta u sastojinama hrasta lužnjaka.- *Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Zagreb*, 108 s.
- PREUSHLER, T., 1986. Zuwachsreaktion auf Grundwasserabsenkungen in einem süddeutschen Auenwaldgebiet.- *Allg Forst. - u. Jagtztg*, 157 (1), str. 1-12.
- PRODAN, M., 1961. Forstliche Biometrie.- *Verlagsgesellschaft Muenchen*.
- RAVEN, H.P. / EVERT R.F. / CURTIS H., 1985: *Biologie der Pflanzen*.- Verlag Walter de Gruyter, Berlin, 764 s.
- RICHARD, F., 1984. Pflanzenstandorte, Wasserspiegellagen und Wasserhaushalt im Wurzelraum.- *Beihefte zur Schweiz. Z. Forst.* 72, s. 102-115.
- SCHWEINGRUBER, F.H., 1983: *Der Jahrring (Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie)*.- Paul Haupt Verlag Bern, 234 s.
- ŠKORIĆ, A., 1977. Tipovi naših tala.- *Zagreb*
- ŠOLAR et all, 1987. Umiranje gozda (navodila za izvedbo ankete).- *Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana*.
- ŠOLAR, M., 1990. Stanje slovenskih gozdov v letu 1989 in gibanje njihove poškodovanosti v obdobju 1985-1989.- *GozdV*, 2, s. 85-90, Ljubljana.
- TARMAN, K., 1992. Osnove ekologije in ekologija živali.- *Državna založba Slovenije*, 547 s.

- WALTER, H., 1957. Wie kann man den Klimatypus anschaulich darstellen?.- Umsehen in Wissenschaft und Technik, H.24.
- WRABER, M., 1951. Gozdno vegetacijska slika in gozdnogojitveni problemi Prekmurja.- Posebni odtis iz Geografskega vestnika, 23, 52 s.
- WRABER, M., 1965. Združba črne jelše in podaljšanega šaša v slevenskem Pomurju.- SAZU, Ljubljana, tipkopis.
- WRABER, M., 1969. Über die Verbreitung, Ökologie und systematische Gliederung der Eichen-Hainbuchenwälder in Slovenien.- Feddes Repertorium, Berlin, 79, 6, s. 373-389.
- ZAHNER, R. 1968. Water deficits and growth of trees.- "Water deficits and plant growth", vol II., T.T. Kozłowski, Academic Press Edition, New York, s. 191-254
- ZAVRL BOGATAJ, A. 1977. Vrednostni prirastek črne jelše na njenih optimalnih rastiščih.- Diplomsko delo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, s. 29.

Zahvala

Zahvaljujem se vodstu gozdnega gospodarstva Murska Sobota in delavcem ter revirnim vodjem revirjev Mala Polana in Črni Log. Posebna zahvala pa gre Feliksu Golenku, Ladislavu Idziku in Andreju Göntzu, ki so mi pomagali pri izvedbi terenskih del in dajali prepotrebne nasvete in informacije, brez katerih pričujoč prispevek ne bi mogel nastati.

Zahvaljujem se tudi mojemu mentorju, prof. dr. Marijanu Kotarju, ki me je z zanesljivo roko vodil k željenemu cilju.

Zahvala gre tudi recenzetom prof. dr. Francu Gašperšiču, prof. dr. Iztoku Winklerju in mag. Dušanu Robiču, ki so s skrbnim pregledom in nasveti pripomogli k nastanku tega dela.

