

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO
IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Rok PISEK

**NARAVNO POMLAJEVANJE SUBALPINSKEGA
SMREKOVEGA GOZDA NA POKLJUKI**

DIPLOMSKO DELO

**NATURAL REGENERATION OF SUBALPINE SPRUCE FOREST ON
POKLJUKA**

GRADUATION THESIS

Ljubljana, 2000

Diplomsko delo je bilo izdelano na Univerzi v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Terenska dela so bila opravljena v gozdnogospodarski enoti Pokljuka.

Komisija za študijska in študentska vprašanja na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je na seji, dne 29. 8. 2000, sprejela predlagano temo in določila za mentorja doc. dr. Jurija Diacija in za recenzenta prof. dr. Marka Accetta.

Mentor: doc. dr. Jurij DIACI

Recenzent: prof. dr. Marko ACCETTO

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

KLJUČNA INFORMACIJSKA DOKUMENTACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 181.211:231:(497.12*02 Pokljuka):(043.2)
KG	subalpski smrekov gozd, naravna obnova, mrazišče, pobočje, ekološki dejavnik, sončno sevanje, visoka planota, Pokljuka
KK	
AV	PISEK, Rok
SA	DIACI, Jurij ment.
KZ	1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2000
IN	NARAVNO POMLAJEVANJE SUBALPINSKEGA SMREKOVEGA GOZDA NA POKLJUKI
TD	Diplomsko delo
OP	X, 83 str., 26 pregl., 17 graf., 6 fotograf., 1 karta, 3 slike, 35 vir.
IJ	SL
JI	sl / an
AI	Naloga obravnava naravno pomlajevanje subalpskega smrekovega gozda na Pokljuki. Meritve smo opravili v okolici planine Javornik ter ob barju Šijec. Na podlagi meritev in terenskih ogledov smo proučili pomlajevanje smreke. Študija kaže, da je za uspešno pomlajevanje najpomembnejše potencialno direktno sončno sevanje, vendar pa se njegova vloga med makrolegama mrazišče in pobočje bistveno razlikuje. V mrazišču je glavni problem pomanjkanje toplote, na pobočju pa je glavni problem sušnost in konkurenca zeliščne plasti. Predvsem v mrazišču ima velik pomen tudi oblikovanost mikroreliefa, ker vpliva na številčnost pomladka, na pobočju pa nanj vpliva prisotnost mrtve lesne mase, ki izboljšuje mikroklimatske razmere in zmanjšuje konkurenco trav, predvsem gozdne šašuljice. Študija ploskve ob barju Šijec pa kaže, da na uspešnost pomlajevanja najverjetneje vplivajo tudi drugi dejavniki, med katere spadata tudi sneg in mikoriza.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Gt

DC FDC 181.211:231:(497.12*02 Pokljuka):(043.2)

CX subalpine spruce forest, natural regeneration, frost land, slope, ecological factor, irradiation, high plateau, Pokljuka

CC

AU PISEK, Rok

AA DIACI, Jurij ment.

PP 1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources

PY 2000

TI NATURAL REGENERATION OF SUBALPINE SPRUCE FOREST ON POKLJUKA

DT Graduation thesis

NO X, 83 p., 26 tab., 17 graph., 6 phot., 1 map, 3 fig, 35 ref.

LA SL

AL sl / en

AB The diploma thesis deals with the natural regeneration of subalpine spruce forest on Pokljuka. The measurements were carried out in the surroundings of the mountain pasture Javornik and by the peat bog Šijec. The study shows that the potential direct solar radiation is the most important factor in successful regeneration, but the role of potential direct solar radiation between the frost land and slope is essentially different. Lack of warmth is the main problem in frost land and on the slope the main problem is aridity and the competition of the forest ground vegetation. An important regeneration factor in the frost land is also the configuration of micro relief, which has a strong influence on the number of seedlings. The most important regeneration factor on the slope is presence of dead wood mass which reduces grass competition. The study of research plot by the peat bog Šijec shows that variability of regeneration can also be influenced by other factors among which snow and mycorrhiza need to be mentioned.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA INFORMACIJSKA DOKUMENTACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO GRAFIKONOV	X
KAZALO FOTOGRAFIJ	XI
KAZALO KART	XI
KAZALO SLIK	XI
1 UVOD	1
2 NAMEN NALOGE	4
3 PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE	5
3.1 GEOGRAFSKI IN GEOLOŠKI OPIS	5
3.2 KLIMA	7
3.2.1 Temperatura	7
3.2.2 Padavine	8
3.2.3 Veter	9
3.2.4 Vremenski stres	10
3.3 FITOCENOLOŠKI OPIS RASTIŠČA	11
3.4 ZGODOVINA OBMOČJA	13
4 METODE DELA	16
4.1 ANALIZE V RUDNI DOLINI IN NA LIPENŠČEM HRIBU	17
4.2 OCENJEVANJE SONČNEGA SEVANJA NA PLOSKVICAH	21

4.3 IZDELAVA KLJUČA ZA OCENO VITALNOSTI MLADJA	22
4.4 ANALIZA NA PLOSKVI OB BARJU ŠIJEČ	24
4.5 OBDELAVA PODATKOV	24
5 REZULTATI IN RAZPRAVA	25
5.1 GOSTOTA MLADJA	25
5.1.1 Gostota mladja v mrazišču in na pobočju	25
5.1.2 Gostota mladja glede na velikost vrzeli	27
5.1.3 Gostota mladja glede na položaj v vrzeli	28
5.2 VIŠINA OSEBKOV	29
5.2.1 Povprečna višina osebkov v mrazišču in na pobočju	29
5.2.2 Povprečna višina mladja glede na velikost vrzeli	30
5.2.3 Povprečna višina mladja glede na položaj v vrzeli	31
5.3 PRIRASTEK OSEBKOV	32
5.3.1 Povprečni prirastek treh najvitalnejših osebkov v mrazišču in na pobočju	32
5.3.2 Povprečni prirastek treh najvitalnejših osebkov glede na velikost vrzeli	33
5.3.3 Povprečni prirastek treh najvitalnejših osebkov glede na položaj v vrzeli	34
5.4 SONČNO SEVANJE KOT EKOLOŠKI DEJAVNIK V GOZDU	36
5.4.1 Potencialno direktno sončno sevanje na ploskvicah	36
5.4.1.1 Vpliv potencialnega direktnega sončnega sevanja na pomlajevanje smreke	40
5.4.2 Difuzno sončno sevanje	42
5.4.2.1 difuzno sončno sevanje in pomlajevanje smreke	44
5.5 USPEŠNOST POMLAJEVANJA IN GLOBINA TAL	47
5.5.1 Globina tal	47
5.5.2 Odvisnost pomlajevanja od globine tal	48
5.6 HUMUS	51
5.6.1 Globina humusnega horizonta	51
5.6.2 Odvisnost pomlajevanja od globine humusa	52
5.7 MIKRORELIEF	54
5.7.1 Odvisnost pomlajevanja od mikoreliefa	54
5.8 MRTVA LESNA MASA	57
5.8.1 Odvisnost pomlajevanja od mrtve lesne mase	59

5.9 ZASTIRANJE ZELIŠČNE PLASTI IN NJEN VPLIV NA USPEŠNOST POMLAJEVANJA	61
5.9.1 <i>Zastiranje zeliščne plasti</i>	61
5.9.1.1 Vrstna sestava in stopnja zastiranja zeliščne plasti	61
5.9.2 <i>Vpliv zeliščne plasti na uspešnost pomlajevanja</i>	63
5.10 REZULTATI ANALIZE NA PLOSKVI OB BARJU ŠIJEČ	66
6 SKLEPNE UGOTOVITVE	68
7 POVZETEK	74
8 SUMMARY	76
9 ZAHVALA	78

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Razlike v gostoti mladja med makrolegama mrazišče in pobočje.____	26
Preglednica 2:	Razlike v številu mladja med stratumoma mala in srednjevelika vrzel v mrazišču in na pobočju._____	28
Preglednica 3:	Mediana in standardni odklon za gostoto mladja (N/m^2) po stratumih A, B in C. _____	29
Preglednica 4:	Ugotavljanje razlik v številu mladja po položajih v vrzeli s Kruskal – Wallisovim testom. _____	30
Preglednica 5:	Razlike v povprečni višini pomladka med makrolegama mrazišče in pobočje. _____	30
Preglednica 6:	Razlike v povprečni višini mladja med malo in srednjeveliko vrzeljo v mrazišču in na pobočju. _____	31
Preglednica 7:	Mediana in standardni odklon za povprečno višino mladja po položajih A, B in C. _____	32
Preglednica 8:	Ugotavljanje razlik v povprečni višini mladja po položajih A, B in C s Kruskal – Wallisovim testom. _____	33
Preglednica 9:	Ugotavljanje razlik v povprečnem prirastku med makrolegama mrazišče in pobočje s Kruskal – Wallisovim testom. _____	33
Preglednica 10:	Razlike v povprečnem prirastku osebkov med stratumoma mala in srednjevelika vrzel v mrazišču in na pobočju. _____	34
Preglednica 11:	Mediana in standardni odklon za povprečni prirastek osebkov po položajih A, B in C. _____	35
Preglednica 12:	Ugotavljanje razlik v povprečni višini mladja med položaji A, B in C s Kruskal – Wallisovim testom. _____	36
Preglednica 13:	Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja od potencialnega direktnega sončnega sevanja. _____	41
Preglednica 14:	Gibanje mediane in standardnega odklona po položajih A, B in C v mali in srednjeveliki vrzeli. _____	44
Preglednica 15:	Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja od difuznega sončnega sevanja v mrazišču in na pobočju. _____	45
Preglednica 16:	Vpliv direktne in difuzne svetlobe na število pomladka in	

	povprečni prirastek v mrazišču in na pobočju. _____	47
Preglednica 17:	Odvisnost uspešnosti pomlajevanja od globine tal. _____	51
Preglednica 18:	Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja od globine humusa v mrazišču in na pobočju. _____	53
Preglednica 19:	Vpliv direktne svetlobe in humusa na število pomladka in povprečni prirastek v mrazišču in na pobočju. _____	53
Preglednica 20:	Preizkušanje razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na mikrorelief v mrazišču s Kruskal – Wallisovim testom. _____	56
Preglednica 21:	Preizkušanje razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na mikrorelief na pobočju s Kruskal – Wallisovim testom. _____	57
Preglednica 22:	Preizkušanje razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na prisotnost mrtve lesne mase v mrazišču s Kruskal – Wallisovim testom. _____	60
Preglednica 23:	Preizkušanje razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na prisotnost mrtve lesne mase na pobočju s Kruskal – Wallisovim testom. _____	61
Preglednica 24:	Rezultati Spearmanove korelacije ranga za potencialno direktno sončno sevanje in delež difuznega sončnega sevanja v odvisnosti od zastiranja zeliščne plasti. _____	65
Preglednica 25:	Odvisnost števila pomladka (N), povprečne višine pomladka (h_p) in povprečnega prirastka pomladka (ih_p) od zastiranja zeliščne plasti v mrazišču in na pobočju. _____	66
Preglednica 26:	Rezultati meritev na ploskvi ob barju Šijec. _____	67

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Klimogram za Mrzli Studenec za obdobje 1948 – 1956, (nadmorska višina 1224 m). _____	8
Grafikon 2:	Količina padavin po letnih časih in skupaj za Gorjuše za obdobje 1961-1990, (nadmorska višina 940 m). _____	9
Grafikon 3:	Število osebkov na ploskvicah v mrazišču in na pobočju. _____	27
Grafikon 4:	Porazdelitev vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja skozi celo leto po stratumih A, B in C glede na velikost vrzeli. _____	38
Grafikon 5:	Porazdelitev vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja skozi celo leto v mrazišču in na pobočju. _____	39
Grafikon 6:	Povprečni prirastek glede na potencialno sončno sevanje po razredih v mrazišču in na pobočju. _____	42
Grafikon 7:	Porazdelitev vrednosti difuznega sevanja na ploskvicah po položajih A, B in C glede na velikost vrzeli. _____	44
Grafikon 8:	Povprečni prirastek glede na difuzno sevanje po razredih na pobočje in v mrazišču. _____	46
Grafikon 9:	Razlike v globini tal po razredih med makrolegama mrazišče in pobočje. _____	49
Grafikon 10:	Povprečno število mladja na ploskvicah glede na globino tal. _____	50
Grafikon 11:	Razlike v globini tal po razredih v mrazišču in na pobočju glede na način vzorčenja. _____	50
Grafikon 12:	Delež konveksnih leg sistematično postavljenih ploskvic in njihovih parov v mrazišču in na pobočju. _____	56
Grafikon 13:	Delež ploskvic z mrtvo lesno maso glede na položaj v vrzeli. _____	58
Grafikon 14:	Delež ploskvic z mrtvo organsko maso po položajih v vrzeli v mrazišču in na pobočju. _____	59
Grafikon 15:	Prisotnost posameznih rastlinskih vrst v zeliščni plasti na ploskvicah v mrazišču in na pobočju. _____	62
Grafikon 16:	Povprečno zastiranje najpomembnejših rastlinskih vrst v mrazišču in na pobočju. _____	63
Grafikon 17:	Zastiranje zeliščne plasti po položajih A, B in C. _____	65

KAZALO FOTOGRAFIJ

Fotografija 1:	Pogled na poključsko planoto s pobočja Viševnika (1700 m n. v.). ____	5
Fotografija 2:	Navadna smreka - <i>Picea abies</i> (L.) KARST; zelo vitalen osebek. ____	23
Fotografija 3:	Navadna smreka - <i>Picea abies</i> (L.) KARST; srednje vitalen osebek. ____	24
Fotografija 4:	Navadna smreka - <i>Picea abies</i> (L.) KARST; nevitalen osebek. ____	24
Fotografija 5:	Pomlajevanje v srednjeveliki vrzeli v mrazišču. V vrzeli je mladje prisotno ob sečnih ostankih v položaju z več direktne svetlobe. ____	40
Fotografija 6:	Ostra meja med pomlajeno in nepomlajeno površino. _____	68

KAZALO KART

Karta 1:	Lokacija raziskovalnih ploskev na Pokljuki (M 1 : 5 000). _____	17
-----------------	---	----

KAZALO SLIK

Slika 1:	Skica oblik in lege sestojnih vrzeli. _____	18
Slika 2:	Razporeditev ploskvic v srednjeveliki sestojni vrzeli. _____	19
Slika 3:	Skica postavitve ploskvic ob barju Šijec. _____	25

1 UVOD

Gozdovi Pokljuke spadajo v altimontanski in subalpinski pas, zato jih prištevamo med visokogorske in subalpinske gozdove. Zanje veljajo nekatere posebnosti, katere moramo pri gospodarjenju s temi gozdovi upoštevati. Nadmorska višina je eden od dejavnikov, ki skupaj z dejavniki podnebja, tal in življenja opredeljujejo rastiščne razmere. Rastiščni dejavniki učinkujejo na rastline in njihove skupnosti sočasno in vzajemno in tako opredeljujejo razmere za njihovo uspevanje. Gozdno rastišče moramo razumeti kot kompleks vseh štirih skupin dejavnikov. Toplotne in svetlobne razmere, ki so pomembne za uspevanje posameznih osebkov ali kar celotne rastlinske skupnosti, niso odvisne le od podnebja, ampak tudi od orografskih dejavnikov, tal, strukture gozdnega drevja itd. (BONČINA / MIKULIČ 1998). Dejavnike, ki vplivajo na uspevanje teh gozdov moramo prepoznati, nato pa ugotoviti na kakšen način so se nanje prilagodili.

Gozdni ekosistemi, ki so tukaj blizu svojih naravnih meja razširjenosti in zato močno dovzetni za motnje, se namreč soočajo z novodobnimi pojavi, kot so sprememba klime, onesnaženost zraka in naraščanje socialnih funkcij gozdov. Poleg tega se večina problemov iz preteklosti, kot npr. preštevilčna divjad, gozdna paša in labilnost velikopovršinskih enomernih zgradb, ki je posledica velikopovršinskega in golosečnega gospodarjenja v preteklosti, rešuje le počasi.

Posledica vsega tega so številni dogodki zadnjih let kot so naprimer vetrolomi, snegolomi in poškodbe po imisijah, boleznih ter škodljivcih. Vse to je prispevalo k temu, da se je delež slučajnih pripadkov v obdobju 1986 – 1995 v GGE Pokljuka povzpел na kar 58 %, k čemur prispevajo snegolomi 23,6 %, vetrolomi pa 14,2 % (GGN 1996).

Gozdovi Pokljuke so vse bolj presvetljeni. Površina takšnih gozdov se še povečuje. Od pomlajevanja je odvisno kako bodo vse funkcije gozda, na čelu z varovalno funkcijo, dolgoročno prizadete. Vse rizične faktorje moramo čim prej spoznati in lokalizirati. V gorskem gozdu poteka pomlajevanje zelo počasi, zato imajo vsi zaviralni dejavniki še toliko večji pomen.

Prav tako se pojavljajo motnje pri reprodukciji sestojev. Tako v Švici že nekaj desetletij ugotavljajo, da zlasti starejši sestoji v gorskem pasu razpolagajo z zelo malo pomladka, kar je primerjalno z nižjimi legami sicer pričakovano, vendar je ogrožena normalna reprodukcija z naravnim mladjem (GGN 1996). Preizkus kalivosti semena smreke, jelke, macesna in gorskega javorja iz gorskih gozdov, ki ga je opravil terenski gozdar A. Budkovič, dipl. ing., tudi kaže na očitne težave pri reprodukciji gozda.

Gozdovi Pokljuke imajo velikopovršinsko zasnovo sestojev. Nastali so v času, ko je bil zastorni sistem prevladujoč. Čisti enomerni sestoji, osiromašeni polnilne in grmovne plasti zelo slabo opravljajo socialne in ekološke funkcije gozdov.

Načina gospodarjenja z golosečnjami in postopnimi, a velikopovršinskimi zastornimi sečnjami sta v veliki meri računala na uspešno naravno pomlajanje. Pogosto se napoved ni uresničila zaradi prekratke pomladitvene dobe in zaradi motenj pri nasemenitvi in rasti mladovja, kot so paša, divjad in slab gozdni red. Potreba po umetni dopolnitvi mladja se je zlasti utrdila v načrtovanju po velikih golosekih v letih 1848 in 1849, ko ni bilo uspešne pomladitve niti po 30 letih čakanja (GGN 1996). Tako so že leta 1859 osnovali prvo drevesnico in v načrtu predvideli sadnjo kar 69 ha letno. Poznejši načrt iz 1888 leta je predvidel letno za 20 let še po 25,5 ha sadnje letno. Načrt je bil slabo uresničen. V vseh gozdovih verskega sklada so okoli preloma stoletja posadili letno le 6 ha in posejali s smreko in macesnom po 4 ha. Sadike so kljub zaščiti s količenjem uničevale domače živali na gozdni paši, ob pomoči pastirjev (GGN 1996).

Vse je bilo usmerjeno na čimbolj čiste enomerne smrekove sestoje s čim krajšo proizvodno dobo. Tako je zadostovalo borih sto let, da se je podoba gozdov zelo spremenila. Ni se samo močno odmaknila od naravne mešanosti le sestava in deleži vrst, spremenila se je tudi naravna zgradba, uravnoteženost stopenj razvoja in posledično so gozdovi enote postajali vse manj stabilni.

Sedanji obseg, vrsta in vsebina, ter pogostost motenj je nesprejemljivo visoka. Posledice motenj so namreč zelo dolgoročne, pomenijo izpad proizvodnje, neenakomernost donosov,

nezanesljivost po količini in strukturi, zelo povečane stroške pridobivanja in drage ter zamudne sanacijske ukrepe.

Zadnjih petdeset let je gospodarjenje zaznamovano z odločnim preходом na sonaravnejše sisteme gojenja gozdov (KOŠIR 1992). Prišlo je do spoznanja, da je nujno, da se postavijo naprednejši cilji in modeli gospodarjenja. Vračanje naravne mešanosti in zgradbe gozdov je eno ključnih strategij za stabilizacijo in bioekološko pestrost v enoti. Pomembna je stabilnost gozdov, povečevanje biološke raznovrstnosti in ustvarjanje pogojev za izpolnjevanje vseh splošnokoristnih funkcij in večjo uspešnost naravne reprodukcije.

Takšen prehod pa zahteva tudi nova znanja. Eno izmed teh znanj je tudi poznavanje zakonitosti pomlajevanja smreke. Zato smo se v nalogi usmerili k temu problemu. V višjih nadmorskih višinah in v mraziščih je pomladitvena doba zelo dolga, pomladitve pa so večkrat neuspešne. Poleg sončnega sevanja smo merili in ocenjevali tudi nekatere druge ekološke dejavnike kot so zastrtiranje zeliščne plastji, prisotnost organskega materiala, globino tal in humusa. Meritve smo opravili na prostorsko zaokroženem delu gozda, ki je obsegal tako mrazišče, kot tudi pobočje. V nalogi smo skušali pojasniti vpliv teh ekoloških faktorjev na pojav rast in razvoj smrekovega mladja in razlike, ki smo jih opazili med mraziščem in pobočjem.

Gozdove Pokljuke bi bilo potrebno v bodoče obravnavati še bolj previdno in v skladu s spoznanji sonaravnega načina gospodarjenja. Naravnim katastrofam, ki presegajo meje odpornosti sestojev se ne moremo povsem izogniti, ker so in bodo del razvoja sestojev. Z gospodarjenjem, ki bo v največji možni meri vključevalo vsa spoznanja o gozdu, pa se bo delež motenj sčasoma znižal na sprejemljivo raven.

2 NAMEN NALOGE

Namen naloge je spoznati zakonitosti naravnega pomlajevanja smreke v subalpskem smrekovem gozdu v odvisnosti od različnih ekoloških pogojev. V nalogi smo si postavili naslednje konkretnejše naloge.

V okolici planine Javornik smo izbrali primerno število različno velikih sestojnih vrzeli v mrazišču ter na pobočju v katere smo postavili mrežo vzorčnih ploskvic. Na teh ploskvicah smo analizirali mladje smreke, direktno in difuzno svetlobno sevanje, pritalno vegetacijo, humus, gozdna tla (globino tal, globino humusnega horizonta in mrtvo lesno maso) in mikrorelief.

S pomočjo teh podatkov smo ugotavljali uspešnost pomlajevanja smreke pri različnih kombinacijah ekoloških faktorjev s poudarkom na svetlobnih razmerah in identificirali kombinacije ekoloških faktorjev, ki delujejo na naravno pomlajevanje najbolj zaviralno oz. pospeševalno.

Praktični pomen naloge je v izpopolnjevanju strategij obnove gozdov na Pokljuki. Poznavanje vpliva kombinacij ekoloških faktorjev na uspešnost naravnega pomlajevanja je odločilnega pomena za malopovršinsko gospodarjenje s subalpskimi smrekovimi gozdovi v Triglavskem narodnem parku.

3 PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE

3.1 GEOGRAFSKI IN GEOLOŠKI OPIS

Pokljuka je visokogorska planota z nadmorsko višino 1000 - 1400 m. Zavzema vzhodni del Triglavskega pogorja. Omejujejo jo globoke ledeniške doline: na vzhodu in jugu dolina Save Bohinjke, na severovzhodu in severu dolina Radovne, na zahodu dolina Mostnica in na severozahodu dolina Krme. Pokljuka je ostanek ravnika, ki sta ga izdolbli na severni strani Radovna in na južni strani Sava Bohinjka. Sekundarno so njeno površje preoblikovali ledeniki. Tako je nastala mezo in mikro razgibana planota. Z zahodne in severne strani je osrednja depresija omejena s strmim hribovjem, katerega vrtačasta in valovita pobočja padajo v plitvo depresijo Pokljuke. Le - ta je rahlo razgibana, ponekod se nad njo dvigajo manjše ali večje vzpetine: Petkovec, Jerebikovec. Obrobje planote, ki pada proti vzhodu in jugu pa je omejeno z vzpetinami Goli vrh, Pleša in Kokošinjca. Te vzpetine otežkočajo hladnemu zraku odtok v dolino.



Fotografija 1: Pogled na pokljuško planoto s pobočja Viševnika (1700 m n. v.).

Ogromna poključka kotanja torej ni zaprta skleda, saj ima ta skleda odtok skozi katere se pretakajo hladni in toplejši zračni tokovi, ki dajejo pečat tej gospodarski enoti in ustvarjajo v na prvi pogled monotonem rastišču pestre podzdržbe (GGN 1996).

Gozdovi v katerih sem opravil raziskavo ležijo v okolici planine Javornik na jugozahodnem pobočju vzpetine Lipenšči hrib (1375 m n. v.) in pod njim v depresiji Rudne doline (1300 m n. v.). Manjši del raziskave pa je bil opravljen tudi v okolici barja Šijec (1200 m n. v.) (ATLAS SLOVENIJE 1986).

Po gozdnogospodarski rajonizaciji gozdov spadajo ti gozdovi v gozdnogospodarsko enoto Pokljuka, ta pa v blejsko gozdnogospodarsko območje. Objekti na Lipenščem hribu spadajo v oddelek 63 odsek a, objekti v Rudni dolini v oddelek 64 odsek b, objekt pri barju Šijec pa v oddelek 40 odsek c.

Objekti spadajo v gospodarski razred, ki ima gladek do valovit relief, zato je tudi ekspozicija večinoma nevtralna. To je razred z najbolj izravnanim reliefom in nizko stopnjo kamnitosti in skalnatosti (GGN 1996).

Matično podlago predstavlja karbonatna in mešana morena s 60 %, četrtno apnenec z roženci, ostalo pa predvsem apnenec in dolomitizirani apnenec. V Rudni dolini v spodnjem delu prevladuje sprsteninasta rendzina, v zgornjem delu pa plitva lesivirana rjava tla. V širši okolici barij prevladujejo površinsko zaglejena rjava tla z vložki globoko podzoljenih rjavih tal. Prevladujejo srednjegloboka tla na 60 %. V okolici planin povzroča paša živine na lesiviranih rjavih tleh antropogeni stagnoglej, ki ima slabšo zračnost in vlažnost tal (GGN 1996).

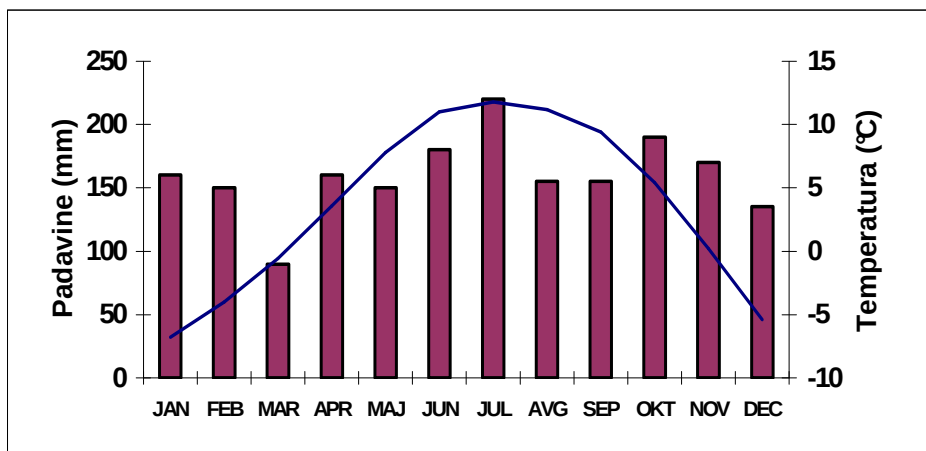
Prevladujejo torej mineralno bogata, a razvojno mlada, malo ustaljena in labilna tla, ki lahko hitro degradirajo ali erodirajo, če jih ne varuje gozd. Tudi za hidromorfna ali vlažna tla na glinah in peščenjaki je bolje, da jih izsušuje in izboljšuje gozd (GGN 1996).

3.2 KLIMA

Pokljuka leži v alpskem fitogeografskem (WRABER 1969), oziroma v alpskem fitoklimatskem območju (KOŠIR 1979). Prevladuje alpsko podnebje, oziroma višinsko podnebje gorskih planot in kotanj. Za to podnebje je značilna klima planot: podnevi akumulira velike količine sončne toplote, ponoči pa jo izžareva. Obilne padavine, kratka vegetacijska doba (3 do 4 mesece), dolgotrajna snežna odeja in veliki temperaturni ekstremi potencirani v mraziščnih legah so tipični za razmere Pokljuke. Ob jasnih nočeh je oddajanje toplote močnejše na obrobni območjih planote, kot na planoti sami, zato se zračne mase na pobočju močnejše ohlajajo. Zrak postaja težji, polzi po pobočju v kotanjo in izpodriva lažji toplejši zrak. Zaradi zaprtosti ni cirkulacije in vlekna se zapolni z mrzlim zrakom. Posledice tega procesa so močno izraženi temperaturni minimumi in velike letne amplitude (GGN 1996).

3.2.1 TEMPERATURA

Temperatura je med najpomembnejšimi oblikovalci drevesne, morfološke in fiziološke sestave sestojev na Pokljuki. Povprečna letna temperatura na Mrzlem studencu je nizka ($2,7^{\circ}\text{C}$), nižja od sosednje planote Jelovica (Rovtarica $4,8^{\circ}\text{C}$) (GGN 1996). Najhladnejši mesec je januar, saj njegova povprečna temperatura znaša $-6,8^{\circ}\text{C}$ (KLIMATOLOGIJA SLOVENIJE 1995). Zaradi reliefne depresije prihaja do zastajanja težjega mrzlega zraka, kar povzroča zamegljenost, slabo prevetrenost in s tem tudi nižje temperature. Ta vpliv reliefa na temperaturo je tako izrazit, da je bila najnižja temperatura v Julijskih Alpah izmerjena na Rudnem polju ($-38,9^{\circ}\text{C}$ - zima leta 1927/28) in ne na Kredarici, kot bi marsikdo pričakoval. Le poleti si lahko nadejamo dva meseca brez slane, kar je izredno pomembno za pomlajevanje. Na splošno so poleti temperaturne razlike med dolino in planoto bolj izrazite kot pozimi (GGN 1996).

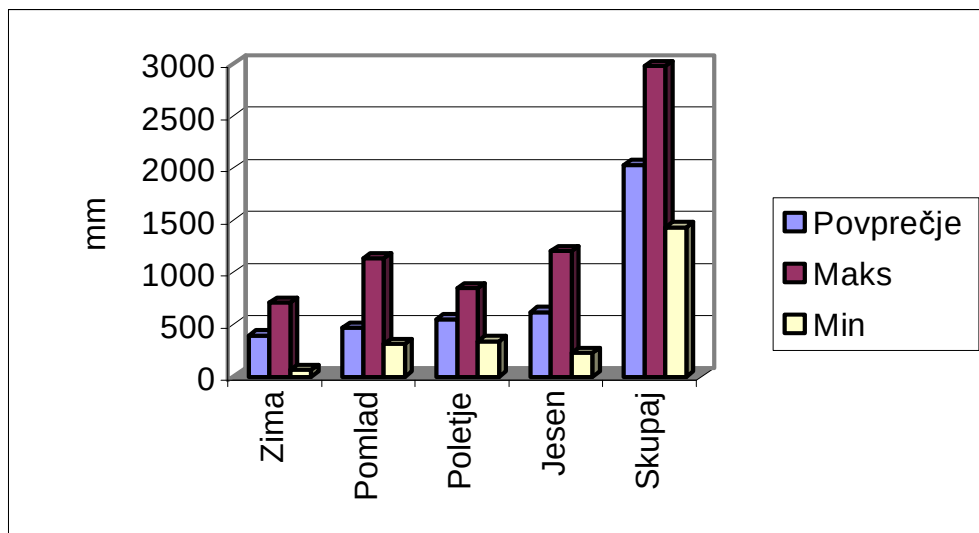


Grafikon 1: Klimogram za Mrzli Studenec za obdobje 1948 – 1956, (nadmorska višina 1224 m), (HORVAT – MAROLT 1978).

3.2.2 PADAVINE

Obilne padavine so značilnost Julijcev in rezultat adiabskega dviganja vlažnih zračnih gnot po njihovih pobočjih (GGN 1996). Količina padavin pada od zahoda proti vzhodu. Največ padavin je ob vznožju Debele peči, kjer so zračne mase še ohlajene. Tu pade tudi do 3000 mm padavin letno. Drugače se letna količina padavin giblje med 1900 in 1300 mm. Najbolj deževni so pomladni in jesenski meseci: september, oktober, april in maj, najsušnješa pa je zima (januar in februar) (KLIMATOLOGRAFIJA SLOVENIJE 1995). To prikazuje tudi grafikon 2. Od septembra do maja so možne padavine v obliki snega, včasih sneži tudi v poletnih mesecih. Za poletje so značilni močni, nenadni nalivi, ki pospešujejo erozijo. Padavinskih dni pri kriteriju 20 mm padavin / m² je okoli 40 dni, pri kriteriju 1 mm padavin / m² pa kar 140. Sneg v povprečju leži 170 dni (Rudno polje 177, Mrzli studenec 164). Zaradi mraziščne lege je predvsem v osrednjem delu pogosta tudi megla, ki včasih

lebdijo le nekaj metrov nad tlemi. Povprečno število meglenih dni na Pokljuki je 47 (GGN 1996).



Grafikon 2: Količina padavin po letnih časih in skupaj za Gorjše za obdobje 1961-1990, (nadmorska višina 940 m), (KLIMATOLOGIJA SLOVENIJE 1995).

3.2.3 VETER

Zelo pomembno je poznavanje prevledujočih vetrov, saj prevleduje smreka, ki ima plitev koreninski sistem in je zato bolj občutljiva na vetrolome. Glavni vetrovi pihajo z masiva Debele peči navzdol in tako še pridobivajo na hitrosti in moči. Najpogostejša smer, iz katere pihajo vetrovi, je zahodna in jugozahodna. Ti so skupaj z vetrovi, ki v drugi polovici leta pihajo s severa in severovzhoda, najnevarnejši za vetrolome. Po prehodu front pa piha v glavnem severovzhodnik, ki zaradi reliefa dobi severno smer. V osrednjem delu depresije običajno prevleduje brezvetrje. Na robovih planote se pojavljajo lokalni gorski vetrovi s smerjo s planote. Glavni kanal za prodor mrzlega zraka je preko Lipance, Medvedovca v depresijo Kranjske doline in naprej proti Bohinjski ravnini. Ta zračni tok je konstanten (GGN 1996). Močnejši vetrovi na območju Mrzlega Strudenca so dokaj pogosti, saj je bilo v 16 mesecih kar 36 viharov dni z vetrovi močnejšimi od osme stopnje po Beaufortu (HORVAT-MAROLT 1978).

3.2.4 VREMENSKI STRESI

V zadnjih desetletjih se povprečna količina padavin na Mrzlem studencu vseskozi zmanjšuje. To pokaže primerjava med zadnjima tridesetletjema. Razen za april, velja to prav za vse mesece v letu. Opazna je tudi sprememba v razporeditvi padavin. Od prvotnih padavinskih maksimumov v novembru in juniju, ostaja značilen še november, medtem ko juniju konkurira september. Spremembe v klimi so znane tako v poletnem kot tudi v zimskem času, ko prihaja do pogostih anomalij. Zime so krajše in z manj snega, toplejše in z nenadnimi vdori hudega mraza, kar stresno deluje na »pomehkuženo« vegetacijo. K temu moramo dodati tudi vpliv fotooksidantov, kislega dežja in onesnaženosti tal. To aditivno ali sinergistično vpliva na zdravstveno stanje gozdov in nikoli nemoteče (GGN 1996).

Bistvene značilnosti klime v preteklem desetletju (GGN 1996):

- V obdobju 1986 do 1995 so bile zime relativno tople, z malo ali brez snega in z zgodnjimi pomladmi v primerjavi s preteklim obdobjem. To velja za leta 1986, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992 in 1993.
- Sneg je bil pogostejši v februarju ali marcu in je povzročal snegolome v letih 1988, 1989 in 1991, nekaj manj pa leta 1993 in 1994.
- Poletja so bila večinoma topla in suha, posledica tega pa je pojav sušic v letih 1987, 1988 in 1990.
- Nevarni vetrovi niso v tem obdobju povzročili večjih katastrof, kljub temu pa je bilo zaradi njih posekano v letih 1993, 1994 in 1995 nad 30 % lesne mase.
- Pojavljanje podlubnikov kot sekundarnih škodljivcev je bilo vezano na oslabele in podrto drevje. Ob toplih poletjih so ogrožali z več generacijami kot običajno. Z lovniimi pastmi se je poleg boljšega evidentiranja dosegala tudi redukcija populacije podlubnikov. Podlubniki so skupaj z boleznimi prispevali 32 % posekane mase v letu 1993, v 1992 letu 27 %, leta 1990 22 % in leta 1994 18 % posekane mase.

Vremenski vplivi skupaj z onesnaženostjo zraka in tal, ter spremenjenostjo gozdov v gozdovih povečujejo multipli stres v gozdovih (GGN 1996).

3.3 FITOCENOLOŠKI OPIS RASTIŠČA

Gozdovi v osrednjem delu Pokljuške kotanje leže v dveh višinskih pasovih. V altimontanskem pasu sta naravno prisotna bukev in jelka, v subalpskem pasu pa bukev in smreka. Pomembna pa je tudi horizontalna razčlenitev vegetacije. Pokljuka je v smeri zahod – vzhod razčlenjena na tri okoliše (ČUK / PAVŠER / PISKERNIK 1968). Naše ploskve ležijo na meji med zahodnim in osrednjim okolišem. Zahodni okoliš je nekoliko hladnejši in vlažnejši. V subalpskem pasu, kjer se bukev po naravi umakne iglavcem, se je zato tu pod pasom macesna razvil še pas smreke. Zaradi večje vlažnosti okoliša se je proti suši odporen macesen pomaknil precej višje. V osrednji Pokljuki pa je padavin manj, zato tu ni smrekovega pasu, macesen pa se pomakne navzdol do nekdanjih najvišjih bukovih gozdov (ČUK / PAVŠER / PISKERNIK 1968).

Iz pelodnih analiz lahko ugotovimo, da je bila smreka prisotna v večjem ali manjšem deležu od preboreala do danes. Najbolj je prevladovala v atlantski dobi. Pred 200 do 300 leti pa jo je na račun bukve začel močno pospeševati človek. Danes so ostali naravni smrekovi gozdovi le na mestih, kjer so to dovoljevale ekološke razmere. To so rastišča v okolici pokljuških barij, ki imajo kontinentalno klimo, nekarbonatne kamnine in acidofilna tla (CULIBERG / ŠERCELJ / ZUPANČIČ 1981).

Gozdove Pokljuke so v preteklosti uvrščali v naslednje gozdne združbe: *Abieti - Fagetum prealpinum* je pokrival 12,9 % površine, *Adenostylo glabre – Piceetum* 4,3% površine, *Bazzanio – Piceetum* ob Močilih 1%, prevladoval pa je *Piceetum subalpinum* z 81,8 % površine (GGN 1996). Ta združba je tudi najpomembnejša, zato jo bomo podrobneje predstavili.

Subalpski smrekov gozd ima osrednji areal v Centralnih Alpah, ki pri nas dosegajo svojo skrajno vzhodno mejo razširjenosti. Nastopa v višinah od 1000 do 1600 m. Na območju Pokljuke pa v višinskem pasu od 1180 do 1580 nmv, kjer porašča vrtače, doline in široke jarke, zaravnice in pobočja blagih do srednje strmih nagibov (5 do 25°) povrh silikatnih kamenin in mraziščne lege s karbonatno osnovo. Porašča velike sklenjene površine na

območju Močil, Mrzlega studenca, Rudne doline, planine Javornik, Zmrzlice in Goše, manjše in raztresene površine pa tudi drugod po enoti (GGN 1996).

Združba je edafsko in mezoklimatsko pogojena v pasu alpskega bukovega gozda ali pasu predalpskega gozda jelke in bukve, kjer kisla tla in mraziščne razmere prevladajo nad ostalimi ekološkimi dejavniki in skupno ustvarjajo posebne pogoje za rast smrekovih gozdov z acidofilnimi zeliščnimi in mahovnimi vrstami. Odprt sklep pospešuje bujno razraščanje borovnice, katere organska snov slabo prepereva. Zato nastaja surovi humus, slejkoprej pa se uveljavijo tudi šotni mahovi, kar vodi v nadaljnje poslabševanje tal (GGN 1996).

Petrografski substrat tvorijo apnenci z roženci in laporji, tufini, tufiti in ledeniške morene bazične in mešane zgradbe. Tla so kisla do zelo kisla in spadajo v skupino kislih opodzoljenih tal ali že podzolov. Tla so plitva, srednje globoka do globoka, sveža, vlažna do mokra s surovim do šotnim humusom. Biološko so manj aktivna in imajo manj ugodne kemične in fizikalne lastnosti. Na kislih kamninah so vodo nepropustna in se rada zamočvirijo, na karbonatnih morenah pa precej propustna in nagnjena k osuševanju (GGN 1996).

Združbo predstavljajo visoki gozdovi smreke, redkeje je prisotna jelka, z bujno razvito acidofilno zeliščno in mahovno plastjo, ter lišaji na drevju. Smreka ima vitko izrast z gostimi tankimi povešenimi vejami. Zaradi obilne zračne vlage je drevje zelo poraslo z lišaji. Les je zdrav in dobre kakovosti, le v nekaterih sekundarnih oblikah združbe se pojavlja rdeča gniloba. Na silikatnih rastiščih je pomlajevanje smreke obilno in množično, na karbonatih pa slabše in posamično do skupinsko. Na splošno je značilna šopasta struktura pomlajevanja. Rastnost je dobra, drevje dosega velike višine in lesno zalogo povprečno od 200 do 600 m³/ha (GGN 1996).

Rodovitnost je za smreko prav dobra do odlična, za primešane vrste pa manj zadovoljiva. Izraba rastišča je najboljša v naravni obliki z ustreznim načinom gospodarjenja (GGN 1996).

3.4 ZGODOVINA OBMOČJA

Visoka planota Pokljuka je tipična gozdnata krajina, z zelo zaostrenimi ekološkimi pogoji, za stalno neposeljeno in mestoma izkrčeno za pašnike. Prve sledove prisotnosti naselitve ljudi najdemo že 10.000 let pred našim štetjem, pod robom planote Pokljuke, na Poljšici. Mnogo pozneje so odkrili na Rudnem polju železovo rudo bobovec, ki so jo nato izkopavali vse do 19. stoletja (GGN 1996).

Gozdovi Pokljuke so od nekdaj predstavljali velik oddaljen, neposeljen gozdni kompleks in so najprej služili predvsem lovu. Prebivalstvo je zlasti v bližnjih gozdovih imelo pravico do stelje, nabiranja gozdnih sadežev, drv in lesa za vzdrževanje poslopij. Dolgoročne posledice ima zlasti paša domače živine v gozdovih navkljub neurejenim servitutnim pravicam (GGN 1996).

Gozdovi so bili dolgo dobo del nekdanje posesti briksenških škofov in so zato tudi prvič omenjeni že leta 1004. Leta 1040 so bili s planinami in lovniimi pravicami podarjeni škofiji. Zaradi zadolženosti je bila leta 1858 briksenška posest prodana posestniku in fužinarju Viktorju Ruardu, ta pa jo je že leta 1871 prodal naprej Kranjski industrijski družbi (KID) (GGN 1996).

Gozdove v enoti so upravičenci izkoriščali nenačrtno in potratno, vse dokler ni prišlo zaradi pomanjkanja lesa do motene preskrbe. Posebej paša v gozdu je bila vzrok za pogoste krčitve, požare in poškodovanje mladih kultur smreke.

V 18. stoletju so pomembne terezijanske in jožefinske reforme, ki so omogočile urejanje lastninskih razmerij. Sami gozdovi v enoti Pokljuka so večinoma ostali veleposest v večjem kompleksu.

S stališča gospodarjenja z gozdovi je pomembna vloga takratne države. Država je namreč dala pod politični sekvester vse gozdove, ki jih je v času od 1858 do 1873 upravljala javna gozdna uprava, kljub lastništvu KID. Toda tudi KID ni bilo usojeno dolgoletno gospodarjenje z blejsko posestjo. Leta 1895 jo je kupilo cesarsko-kraljevo ministrstvo za

poljedelstvo in ustanovilo kranjski verski sklad. Tako je bilo pod takšno upravo vse do leta 1939, ko so gozdovi vse blejske posesti z dekretom ministrstva prešli na ljubljansko nadškofijo (GGN 1996).

Zlasti za Pokljuko pa je še bolj pomemben razvoj rudarstva in fužinarstva, ki je bilo že zgodaj razširjeno, največji vzpon pa je doživelo v 18. stoletju. Na Pokljuki je delovalo večje število kopišč, zato so za kuhanje oglja porabili vso dosegljivo bukovino. Fužinarji so le v začetku spoštovali servitutne pravice, pozneje pa so nastopili pogosti konflikti s kmeti. V gozdovih je prihajalo do velikega pustošenja in pričakovana posledica je bila intervencija države s sekvestracijo v letu 1858 do 1873 (GGN 1996).

Šele v sedemdesetih letih 19. stoletja so se nasprotja med koristniki dobrin gozda začela uravnavati in sicer v končni stopnji z odkupom servitutnih pravic in razdelitvijo nižinskih gozdov in gozdov na pobočjih planot pašnim upravičencem ali z denarno odškodnino. Tudi gospodarski načrt iz leta 1888 ugotavlja neracionalnost paše in dvomi v ustreznost pravne ureditve (GGN 1996).

Po I. svetovni vojni je bilo ob podpori poslancev ponovno živahno prizadevanje za ureditev servitutnih pravic v gozdu. Servitutne pravice pa so ostale nerešene še vse do današnjih dni. Tako je bilo še med obema vojnama s pašo obremenjenih preko 50 % površine gozdov.

Les je pridobival vse večjo tržno vrednost, s katero je gozdna posest dobivala na veljavi. Po izgradnji bohinjske železnice so že 1904 pričeli z načrtovanjem izgradnje cest in izdelavo posameznih odsekov ceste Krnica - Zatrnik - Mrzli studenec, v naslednjih letih do 1911, pa je bila zgrajena do Rudnega polja (GGN 1996).

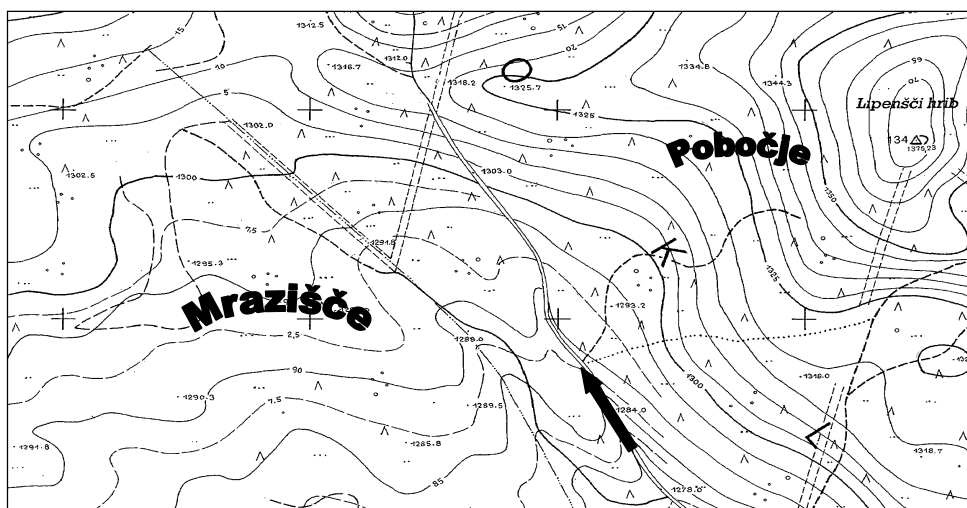
Prodaja tehničnega lesa je napredovala z razvojem žagarstva v zaledju enote, povečalo pa se je tudi povpraševanje po celuloznem in rudniškem lesu. Tržna vrednost lesa in stroški vzgoje in pridobivanja so bili odločilni pri prevzemu teorije največje zemljiške rente pri gospodarjenju s čisto smreko. Od takrat tudi izvirajo načini sečnje in površine za obnovo po metodi dobnih razredov, ter način pomlajevanja (GGN 1996).

Po letu 1945 so postali splošno ljudsko premoženje, po osamosvojitvi Slovenije pa državni gozdovi v upravljanju sklada kmetijskih in gozdnih zemljišč. Po drugi svetovni vojni so za potrebe obnove države posekali velike količine lesa, vzporedno pa so gradili mrežo gozdnih prometnic, ki danes predstavlja enega ključnih pogojev za sonaravno gospodarjenje s sedaj precej spremenjenimi in labilnimi gozdovi (GGN 1996).

Danes so ti gozdovi del zunanje cone triglavskega narodnega parka. Gospodarsko izkoriščanje gozdov je tako usmerjeno v turizem, gozdarstvo, kmetijstvo in vodarstvo, vse usklajeno z usmeritvami varstva okolja ter varovanja naravne in kulturne dediščine (GGN 1996).

4 METODE DELA

Gozdovi, ki smo jih proučevali se nahajajo na dveh lokacijah. Večji del raziskave smo opravili v okolici planine Javornik na jugozahodnem pobočju vzpetine Lipenšči hrib (1375 m n. v.) in pod njim v depresiji Rudne doline (1300 m n. v.). Do sem najlažje pridemo po cesti, ki vodi od Mrzlega Studenca proti Rudnemu Polju. Tri in pol kilometre pred Rudnim poljem se na levo odcepi cesta. Po njej se peljemo 1400 metrov nato pa se le ta konča. Popisne ploskve se nahajajo do 500 m proti zahodu od te točke in 400 m proti vzhodu na pobočju Lipenškega hriba (karta 1).

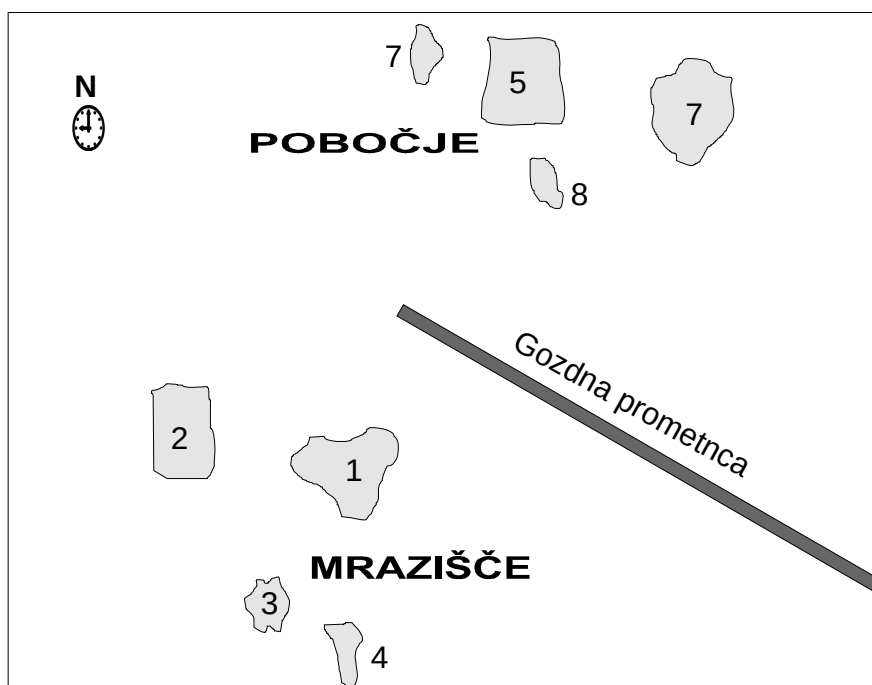


Karta 1: Lokacija raziskovalnih ploskev na Pokljuki (M 1 : 5 000).

Manjši del raziskave smo opravili tudi v okolici barja Šijec (1200 m nmv), ki leži na desni strani ceste, ki vodi od Mrzlega Studenca proti Gorjušam in sicer 2 km od Mrzlega Studenca. Tu je le ena ploskev na severozahodnem obrobju barja na nekoliko dvignjenem delu v oddeku 40 odsek c.

4.1 ANALIZE V RUDNI DOLINI IN NA LIPENŠČEM HRIBU

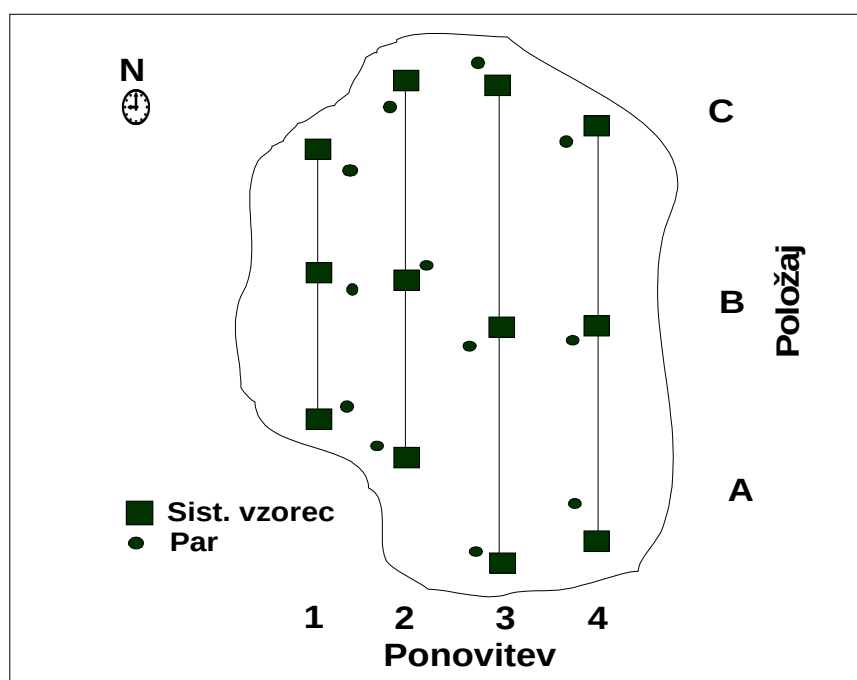
Popis smo opravili v času od 14.9.1998 do 10.10.1998. Vseh popisnih ploskev je bilo 8. Popisno ploskev predstavlja majhna (1 - 2 ara) ali srednjevelika (6 – 8 arov) sestojna vrzel. Vse vrzeli so nastale v istem času pred dvema desetletjema. Štiri popisne ploskve so na JZ pobočju vzpetine Lipenšči hrib, štiri popisne ploskve pa so v depresiji Rudne doline. Vse ploskve so na približno isti nadmorski višini (pobočje ± 15 m, depresija ± 5 m). V posamezni makrolegi (pobočje, depresija) smo izbrali dve srednjeveliki in dve majhni vrzeli (vendar z jasnimi znaki nasemenitve). Velikih vrzeli nismo izbirali.



Slika 1: Skica oblik in lege sestojnih vrzeli.

V izbranih vrzelih smo postavili sistematično mrežo ploskvic, vsaki ploskvici pa še njen par. Vseh ploskvic je bilo skupaj 144. Velikost vsake ploskvice je $0,5 \text{ m}^2$. V srednjih vrzelih smo opravili štiri ponovitve merjenja, v majhnih pa dve. Ponovitve smo postavili v smeri jug – sever. Postavljene so od zahodne strani sestojne vrzeli proti vzhodni strani sestojne vrzeli.

V vrzeli smo ločili tri položaje. Prva sistematično postavljena ploskvica leži 1 m od roba zadnje krošnje, druga ploskvica leži na sredini vrzeli, tretja pa na severni strani 1 m od roba krošenj. Posamezne ponovitve so med seboj oddaljene najmanj 2 m.



Slika 2: Razporeditev ploskvic v srednjeveliki sestojni vrzeli.

Prvo mladje, ki se pojavi ob sistematično postavljeni ploskvici je pogoj za postavitev para. Na tej drugi ploskvici je prvo najbližje mladje v levem spodnjem kotu ploskvice, če leži na desni strani sistematično postavljene ploskvice in v desnem spodnjem kotu ploskvice, če leži na levi strani sistematično postavljene ploskvice. Pri postavitvi vzorcev smo se izogibali zunanjim človeškim vplivom (npr. sečnim kupom) in golim skalam.

Ob popisu smo podatke zapisovali na popisni list. Ta vsebuje naslednje podatke:

1. splošni podatki:

- *zaporedna številka vrzeli:* 1 – 4 mrazišče, 5 – 8 pobočje
- *podatki o položaju v vrzeli:* A – južni rob sestojne vrzeli, B – sredina sestojne vrzeli, C – severni rob sestojne vrzeli
- *ponovitev v vrzeli:* 1, 2, 3, 4 v srednjeveliki vrzeli in 1, 2 v majhni vrzeli; ponovitve si sledijo od zahodnega roba proti vzhodnemu robu sestojne vrzeli
- *makrorelief:* mrazišče, pobočje

2. podatki o ploskvi (sistematično postavljeni in njenem paru)

- *mikrorelief:* konkavna lega, konveksna lega
- *podatki o potencialni direktni svetlobi:* število ur na leto (h / leto); način merjenja: glej poglavje 4.2
- *podatki o difuzni svetlobi:* v odstotkih (%); način merjenja: glej poglavje 4.2
- *podatki o mrtvi lesni masi:* da, ne

3. podatki o mladju na ploskvi

- *število vseh osebkov na ploskvi*
- *višina treh najrazvitejših osebkov:* (cm)
- *povprečna višina treh najrazvitejših osebkov:* (cm)
- *prirastek treh najrazvitejših osebkov:* (cm)
- *povprečni prirastek treh najrazvitejših osebkov:* (cm)

4. podatki o tleh

- *globina tal:* (cm); merjeno do največ 65 cm s pomočjo kovinske šibke
 - *globina humusnega horizonta:* (cm) – humus, prhnina in Ah horizont
-

5. podatki o zeliščni plasti

- *zastrtost skupaj*: (%)
 - *rastlinska vrsta*: popisane so vse rastlinske vrste, ki se nahajajo na ploskvici.
Nomenklatura po Martinčič et al. (1999)
 - *zastrtost po posamični rastlinski vrsti*: (%)
-

4.2 OCENJEVANJE SONČNEGA SEVANJA NA PLOSKVICAH

Za ocenjevanje sončnega sevanja smo uporabili horizontoskop (DIACI 1999, GOBEC 1998). Pripravo so sprva uporabljali v arhitekturi za merjenje svetlobnih razmer v prostoru (koliko ur je prostor osvetljen, kateri objekti predstavljajo oviro za sončno obsevanje itd...). S tako imenovanim »stabilnim horizontoskopom« je mogoče precej natančnejše ocenjevanje svetlobnih razmer, zato se metoda vse bolj uveljavlja pri gozdoslovnih raziskavah in v praksi gojenja gozdov.

Horizontoskop je sestavljen iz plastične kupole, v kateri se na horizontalno površino, pod katero damo pavs papir, zrcali celotna površina neba in drevesnih krogenj, ki nebo zastirajo. Kupola je na aluminijastem podstavku, le-ta pa je pritrjen na fotografsko stojalo.

Horizontoskop smo namestili na sredino vzorčne ploskvice velikosti 0,5 m², kupola horizontoskopa pa je bila postavljena 1 m nad ploskvico. Nato smo ga postavili v horizontalni položaj in orientirali proti severu. Obris krošenj, ki so se zrcalili v kupoli horizontoskopa smo prerisali na podložen pavs papir. To je predstavljalo osnovo za izvednotenje potencialnega direktnega in deleža difuznega sončnega sevanja.

Potencialno direktno sončno sevanje smo ocenili tako, da smo prešteli segmente, na kartočku za izvednotenje, le-ti pa predstavljajo število ur sončnega sevanja čez dan v posameznem mesecu. Delež difuznega sevanja pa smo ocenili tako, da smo pavs papir prekrili z mrežo 1000-ih krožnih kolobarjev in sektorjev različnih velikosti. Vsak sektor predstavlja 0,1 % celotnega difuznega sevanja. S seštevkom vseh sektorjev na nepokriti površini neba smo dobili oceno za delež difuznega sevanja na posamezni ploskvici.

4.3 IZDELAVA KLJUČA ZA OCENO VITALNOSTI MLADJA

Pri merjenju višin osebkov in njihovih višinskih prirastkov smo izbrali tri najbolj vitalne osebkke na posamezni ploskvici. Za primerjavo vitalnosti smo fotografirali tri osebkke smreke visoke 20 – 25 cm skupaj s koreninskim sistemom na beli podlagi. Izbrali smo jih glede na njihovo vitalnost (zelo vitalen osebek, srednje vitalen osebek, nevitalen osebek).



Fotografija 2: Navadna smreka - *Picea abies* (L.) KARST; zelo vitalen osebek.



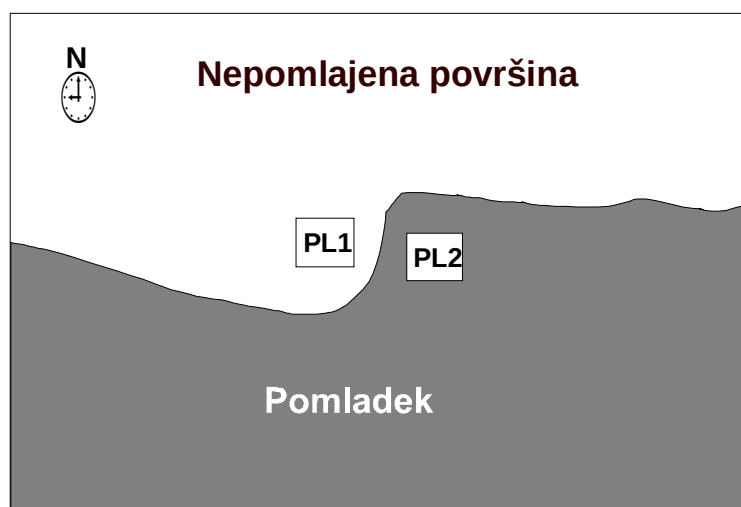
Fotografija 3: Navadna smreka - *Picea abies* (L.) KARST; srednje vitalen osebek.



Fotografija 4: Navadna smreka - *Picea abies* (L.) KARST; nevitalen osebek.

4.4 ANALIZA NA PLOSKVI OB BARJU ŠIJEČ

Ob barju Šijec smo ob ostri meji med pomlajeno in nepomlajeno površino na dveh točkah s horizontoskopom izmerili količino direktne in difuzne svetlobe in objekt fotografirali. Prav tako smo izmerili globino tal. Razdalja med tema dvema točkama je bila 1,2 m. svetlobo smo merili na višini 1 m. Meritve smo opravili 13.11.1998.



Slika 3: Skica postavitve ploskvic ob barju Šijec.

4.5 OBDELAVA PODATKOV

Pridobljene podatke smo obdelovali s pomočjo programov Microsoft Excel 97 SLO (MS EXCEL 97 1997) in SPSS 8.0 for Windows (SPSS 8.0 1997).

5 REZULTATI IN RAZPRAVA

Da bi spoznali specifične zahteve po direktnem sevanju za pomlajevanje smreke smo podrobno analizirali število mladja, njihovo višino in prirastek glede na makrolego (pobočje in mrazišče), stratum (mala in velika vrzel), ter položaj v vrzeli (A, B in C).

5.1 GOSTOTA MLADJA

5.1.1 GOSTOTA MLADJA V MRAZIŠČU IN NA POBOČJU

Gostota mladja se giblje v mrazišču od 2 do 142 osebkov / m² (Me = 36 osebkov / m²), na pobočju pa od 2 do 128 osebkov / m², (Me = 20 osebkov / m²).

Razlike v gostoti mladja po posameznih stratumih smo preverjali s Kruskal – Wallisovim testom. Rezultati so razvidni iz preglednice 1.

Preglednica 1: Razlike v gostoti mladja med makrolegama mrazišče in pobočje.

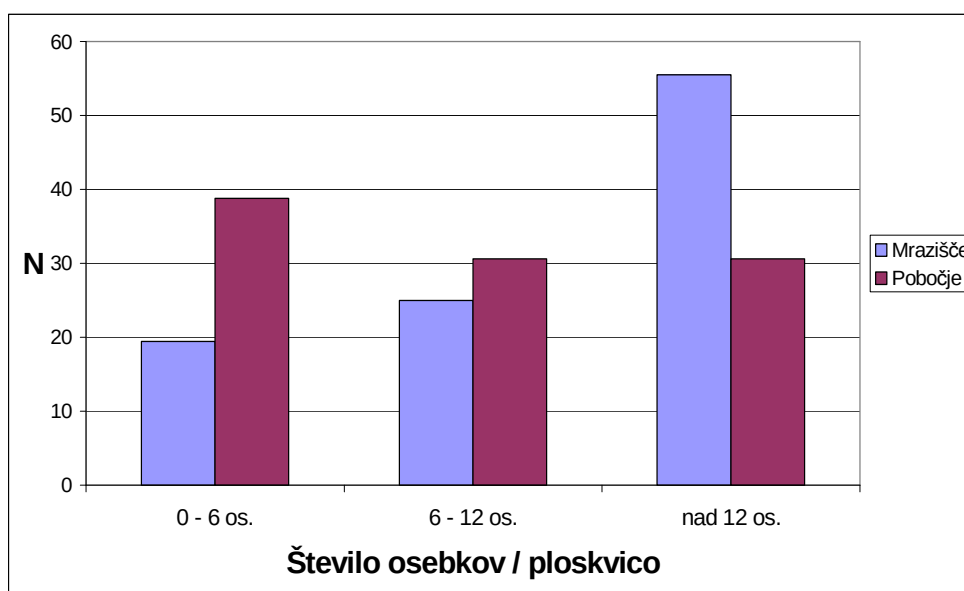
Kruskal – Wallisov test	Mrazišče	Pobočje			
	Vsota rangov		St. p.	N	H
Gostota pomladka (N / m ²)	1531,5	1096,5	1	72	6,00*

Vidimo, da so razlike v gostoti mladja med makrolegama statistično značilne. Vrednost mediane je na pobočju manjša za 16 osebkov / m², kljub temu, da je mediana vrednosti potencialnega direktnega sevanja na pobočju večja za 210 ur. Razlog je lahko v večji sušnosti rastišča na pobočju zaradi večjega direktnega sevanja (JZ ekspozicija), hkrati pa je

kar 76 % ploskvic v mrazišču postavljenih na nekoliko dvignjene lege (vpliv mikroreliefa), s čimer se lahko vpliv mrazišča nekoliko omili.

Razlike v gostoti mladja med makrolegama mrazišče in pobočje smo preverili tudi s pomočjo čistega hierarhičnega ali gnezdastega poskusa (KOTAR 1977). Rezultati poskusa kažejo, da obstajajo visoko značilne razlike v številu mladja med mraziščem in pobočjem ($F = 11,36^{**}$, $m_1 = 1$, $m_2 = 36$).

Ker sta mediani gostote osebkov na ploskvicah v mrazišču in na pobočju precej veliki, nas je zanimalo, koliko je ploskvic, ki imajo manj kot 6 osebkov, 6 – 12 in več kot 12. Rezultate nam prikazuje grafikon 3.



Grafikon 3: Število osebkov na ploskvicah v mrazišču in na pobočju.

Vidimo, da v mrazišču ni težav s pomlajevanjem saj ima le 20 % ploskvic manj kot 6 osebkov, kar 55 % ploskvic pa jih ima več kot 12. Manj uspešno pa je pomlajevanje na pobočju, kjer ima skoraj 40 % ploskvic manj kot 6 osebkov.

5.1.2 GOSTOTA MLADJA GLEDE NA VELIKOST VRZELI

Gostota mladja po stratumih mala in srednjevelika vrzel se giblje takole: v mali vrzeli v mrazišču je gostota od 2 do 138 os. / m² (Me = 47) na pobočju pa od 8 do 128 os. / m² (Me = 44), v stratumu srednjevelika vrzel v mrazišču pa je gostota mladja od 2 do 142 os. / m² (Me = 26), na pobočju pa od 2 do 78 os. / m² (Me = 14).

Razlike v gostoti mladja med stratumoma mala in srednjevelika vrzel v mrazišču in na pobočju smo preverjali s Kruskal – Wallisovim testom. Rezultate prikazuje preglednica 2.

Preglednica 2: Razlike v številu mladja med stratumoma mala in srednjevelika vrzel v mrazišču in na pobočju.

Kruskal – Wallisov test	Mala (N = 12)	Srednjev. (N = 24)			
Gostota pomladka (N / m ²)	Vsota rangov		St. p.	N	H
Mrazišče	251	415	1	36	0,95
Pobočje	317,5	348,5	1	36	10,27**

Minimalne in maksimalne vrednosti nam ne podajo jasne slike o gostoti pomladka v odvisnosti od velikosti vrzeli. Preseneča pa mediana števila mladja v stratumu srednjevelika vrzel, ki je za 21 (mrazišče) oziroma 30 (pobočje) osebkov manjša od mediane v stratumu mala vrzel. Mediana potencialnega direktnega sončnega sevanja je v stratumu srednjevelika vrzel večja kar za 150 h. Mogoče je prav preveliko število ur sončnega sevanja razlog za manjšo gostoto v srednjevelikih vrzelih. Tudi Kruskal – Wallisov test kaže na značilne razlike v gostoti mladja glede na velikost vrzeli na pobočju (v srednjeveliki vrzeli je mladja manj).

5.1.3 GOSTOTA MLADJA GLEDE NA POLOŽAJ V VRZELI

Preglednica 3 nam kaže kako se giblje gostota mladja po položajih A, B in C. V mrazišču v mali vrzeli imajo vsi položaji enako mediano, te pa so povsod večje kot v srednjeveliki vrzeli. Tu je največja mediana v položaju B. Tudi na pobočju so mediane gostot v mali vrzeli približno enako velike in vedno večje od median v srednjeveliki vrzeli. Tu ima najmanjšo vrednost mediane položaj B.

Preglednica 3: Mediana in standardni odklon za gostoto mladja (N/m^2) po stratumih A, B in C.

	Mrzišče				Pobočje			
	Mala vrzel		Srednjev. vrzel		Mala vrzel		Srednjev. vrzel	
	Me	σ	Me	σ	Me	σ	Me	σ
Položaj A	46	25,6	16	12,0	42	45,2	14	11,8
Položaj B	46	30,4	26	36,8	38	34,4	10	11,8
Položaj C	46	33,4	25	26,4	44	29,2	18	23,8

Tako v mrazišču, kot na pobočju, so v malih vrzelih gostote mladja povsod večje kot v srednjevelikih vrzelih. Mogoče je razlog v manjši konkurenci pritalne vegetacije, saj je povprečno zastiranje zelišč na pobočju v mali vrzeli 28,3 %, v srednjeveliki vrzeli 52,2 %. V mrazišču pa se zastiranje glede na velikost vrzeli ne razlikuje veliko (mala vrzel 50,6 %, srednjevelika vrzel 55,8 %). V mrazišču je v srednjeveliki vrzeli največja mediana gostote mladja v položaju B. Tu so tudi največje vrednosti direktne svetlobe. Na pobočju pa je gostota mladja v srednjevelikih vrzelih prav tu najmanjša. Razlog za to je lahko v večjem zastiranju trav in večji sušnosti tal.

Preglednica 4: Ugotavljanje razlik v številu mladja po položajih v vrzeli s Kruskal – Wallisovim testom.

Število pomladka (N)		A	B	C			
Makrolega	Vrzel	Vsota rangov			St. p.	N	H
Mrzišče	Mala	92,5	106	101,5	2	24	0,24
	Srednjev.	59,5	132,5	108	2	24	6,90*
Pobočje	Mala	106,5	71,5	122	2	24	3,35
	Srednjev.	108,5	74	117,5	2	24	2,63

Kruskal – Wallisov test nam kaže, da so statistično značilne razlike med položaji A, B in C le v mrzišču v veliki vrzeli. S pomočjo hierarhičnega testa razlik nismo odkrili.

5.2 VIŠINA OSEBKOV

5.2.1 POVPREČNA VIŠINA OSEBKOV V MRZIŠČU IN NA POBOČJU

Povprečna višina osebkov se v makrolegah mrzišče in pobočje giblje v mrzišču od 5,5 cm do 50 cm (Me = 16,9 cm), na pobočju pa od 5,8 cm do 41,5 cm (Me = 10,2 cm).

Preglednica 5: Razlike v povprečni višini mladja med makrolegama mrzišče in pobočje.

Kruskal – Wallisov test	Mrzišče	Pobočje			
	Vsota rangov		St. p.	N	H
Povprečna višina pomladka (h_p)	6280	4161	1	144	18,00***

Preglednica 5 nam kaže razlike v povprečni višini mladja med makrolegama mrazišče in pobočje. Razlike med legama so statistično značilne. Mediana povprečne višine mladja je na pobočju manjša za 6,7 cm. Razlogi za to so najverjetneje enaki kot pri številčnosti mladja. Velikost mladja bi bila lahko tudi različna tudi zaradi različnih starosti vrzeli, vendar so vse nastale v istem obdobju (glej pogl. 4 Metode dela).

5.2.2 POVPREČNA VIŠINA MLADJA GLEDE NA VELIKOST VRZELI

Povprečna višina mladja v mali in srednjeveliki vrzeli se giblje takole: v stratumu mala vrzel v mrazišču je mediana $Me = 17$ cm ($\sigma = 8,4$) na pobočju pa je $Me = 8,8$ cm ($\sigma = 2,2$). V stratumu srednjevelika vrzel v mrazišču je mediana $Me = 16,8$ ($\sigma = 13,0$), na pobočju pa je mediana povprečne višine osebkov $Me = 10,9$ cm ($\sigma = 8,7$).

Razlike v povprečni višini mladja med malo in srednjeveliko vrzeljo v mrazišču in na pobočju smo preverjali s Kruskal – Wallisovim testom. Rezultate nam kaže preglednica 6.

Preglednica 6: Razlike v povprečni višini mladja med malo in srednjeveliko vrzeljo v mrazišču in na pobočju.

Povprečna višina mladja (h_p)	Mala (N = 24)	Srednjev. (N = 48)			
	Vsota rangov		St. p.	N	H
Mrazišče	864	1764	1	72	0,02
Pobočje	648,5	1979,5	1	72	7,39**

Mediani povprečne višine mladja v mrazišču se med seboj ne razlikujeta mnogo, sta pa v mrazišču obe precej večji kot na pobočju. Na pobočju pa sta mediani povprečne višine mladja med stratumoma mala in srednjevelika vrzel med seboj značilno različni. Mediana

v srednjeveliki vrzeli je večja za 2,1 cm. To se da ta razložiti z večjimi vrednostmi direktne svetlobe v tem stratumu.

5.2.3 POVPREČNA VIŠINA MLADJA GLEDE NA POLOŽAJ V VRZELI

Preglednica 7 kaže mediane in njihove standardne odklone po posameznih položajih. V mrazišču v mali vrzeli ima največjo mediano položaj B, v srednjeveliki vrzeli pa C. Ta je tudi absolutno največja. Na pobočju so v mali vrzeli zelo majhne vrednosti mediane, po stratumih pa ni večjih razlik. Prav tako se v stratumu srednjevelika vrzel mediani položajev B in C skorajda ne razlikujeta.

Preglednica 7: Mediana in standardni odklon za povprečno višino mladja po položajih A, B in C.

	Mrzišče				Pobočje			
	Mala vrzel		Srednjev. vrzel		Mala vrzel		Srednjev. vrzel	
	Me	σ	Me	σ	Me	σ	Me	σ
Položaj A	13,2	7,1	10,1	9,3	9,2	1,7	8,8	1,5
Položaj B	17,7	6,2	12,7	9,3	9,4	2,8	10,0	8,7
Položaj C	16,1	8,3	24,5	16,2	8,8	1,7	10,8	8,8

Med položaji A, B in C smo ugotavljali razlike po posameznih stratumih s Kruskal – Wallisovim testom. V mrazišču v mali in veliki vrzeli, ter na pobočju razlike niso značilno različne. Pač pa so značilno različne na pobočju v srednjeveliki vrzeli med položaji A, B in C.

Preglednica 8: Ugotavljanje razlik v povprečni višini mladja po položajih A, B in C s Kruskal – Wallisovim testom.

Višina mladja		A	B	C			
Stratum	Vrzel	Vsota rangov			St. p.	N	H
Mrzišče	Mala	76,5	120	103,5	2	24	2,41
	Srednjev.	76,5	120	103,5	2	48	2,41
Pobočje	Mala	88,5	110,5	101	2	24	0,61
	Srednjev.	225	478	473	2	48	13,34**

5.3 PRIRASTEK OSEBKOV

5.3.1 POVPREČNI PRIRASTEK TREH NAJVITALNEJŠIH OSEBKOV V MRZIŠČU IN NA POBOČJU

Primerjali smo povprečni prirastek treh najvitalnejših osebkov med mrziščem in pobočjem. Ta se giblje v mrzišču od 0,7 cm do 6,8 cm (Me = 2,0 cm), na pobočju pa od 0,7 cm do 6,0 cm (Me = 1,7 cm).

Preglednica 9: Ugotavljanje razlik v povprečnem prirastku med makrolegama mrzišče in pobočje s Kruskal – Wallisovim testom.

Spremenljivka	Mrzišče	Pobočje			
	Vsota rangov		St. p.	N	H
Povprečni prirastek mladja (ih _p)	5647,5	4792,5	1	144	2,92

Minimalne vrednosti se med makrolegama ne razlikujejo, nekoliko večji pa so maksimalni prirastki in tudi mediana v mrazišču. V prejšnjem poglavju smo ugotovili, da je bila tudi višina mladja v mrazišču nekoliko večja. Prirastek posameznega osebka je odvisen od njegove razvojne starosti. Glede na majhne razlike v višini pa smo predpostavili, da so vsi osebki približno enako razvojno stari. S Kruskal – Wallisovim testom nismo odkrili značilnih razlik med stratumoma glede na povprečni prirastek mladja (preglednica 9).

5.3.2 POVPREČNI PRIRASTEK TREH NAJVITALNEJŠIH OSEBKOV GLEDE NA VELIKOST VRZELI

Mediana povprečnega prirastka osebkov je v mali vrzeli v mrazišču $Me = 1,9$ cm ($\sigma = 0,7$) na pobočju pa je $Me = 1,8$ cm ($\sigma = 0,8$). V stratumu srednjevelika vrzel v mrazišču je mediana $Me = 2,2$ ($\sigma = 1,6$), na pobočju pa je mediana povprečnega prirastka $Me = 1,7$ cm ($\sigma = 1,2$).

Preglednica 10: Razlike v povprečnem prirastku osebkov med stratumoma mala in srednjevelika vrzel v mrazišču in na pobočju.

Povprečni prirastek (h_p)	Mala (N = 24)	Srednjev. (N = 48)			
	Vsota rangov		St. p.	N	H
Mrazišče	716,5	1911,5	1	72	3,63
Pobočje	877	1751	1	72	0,00

V mrazišču je mediana prirastka v srednjeveliki vrzeli večja kot v mali vrzeli, na pobočju pa je ravno obratno. Kruskal- Wallisov test ni pokazal značilnih razlik v prirastku med velikostjo vrzeli, vendar pa je bila vrednost H v mrazišču zelo blizu potrditvi značilnih razlik.

Razlike v povprečnem prirastku mladja med med stratumoma mala in srednjevelika vrzel v mrazišču in na pobočju pa smo preverili tudi s pomočjo čistega hierarhičnega ali gnezdastega poskusa (KOTAR 1977). Rezultati poskusa kažejo, da obstajajo značilne razlike v povprečnem prirastku ($F = 5,01^*$, $m_1 = 2$, $m_2 = 36$).

5.3.3 POVPREČNI PRIRASTEK TREH NAJVITALNEJŠIH OSEBKOV GLEDE NA POLOŽAJ V VRZELI

Na vsaki ploskvi, smo trem najvitalnejšim osebkom izmerili prirastke. Mediana in standardni odklon povprečnega prirastka osebkov po položajih A, B in C se giblje takole:

Preglednica 11: Mediana in standardni odklon za povprečni prirastek osebkov po položajih A, B in C.

	Mrzišče				Pobočje			
	Mala vrzel		Srednjev. vrzel		Mala vrzel		Srednjev. vrzel	
	Me	σ	Me	σ	Me	σ	Me	σ
Položaj A	1,1	0,6	1,7	0,7	1,3	0,4	1,0	0,6
Položaj B	2,0	0,7	2,7	1,7	1,5	0,8	1,3	1,4
Položaj C	1,7	0,6	2,9	1,7	2,0	0,8	1,7	1,2

Razen v mali vrzeli v mrazišču, kjer je največja mediana v položaju B, je povsod največja mediana v položaju C in od položaja A do C vseskozi narašča. Kruskal – Wallisov test nam kaže, da so tako v mrazišču kot na pobočju statistično značilne razlike med položaji A, B in C (preglednica 12).

Preglednica 12: Ugotavljanje razlik v povprečni višini mladja med položaji A, B in C s Kruskal – Wallisovim testom.

Prirastek		A	B	C			
Stratum	Vrzel	Vsota rangov			St. p.	N	H
Mrzišče	Mala	67	144	89	2	24	7,87*
	Srednjev.	233,5	491	451,5	2	48	12,27**
Pobočje	Mala	54,5	123,5	122	2	24	7,77*
	Srednjev.	229	476	471	2	48	12,71**

Podobne rezultate smo dobili tudi ob preverjanju razlik v povprečnem prirastku mladja med položaji v vrzeli v stratumih mala in srednjevelika vrzel v mrzišču in na pobočju, s pomočjo čistega hierarhičnega ali gnezdatega poskusa. Rezultati poskusa kažejo, da obstajajo visoko značilne razlike v povprečnem prirastku ($F = 3,66^{**}$, $m_1 = 8$, $m_2 = 36$).

5.4 SONČNO SEVANJE KOT EKOLOŠKI DEJAVNIK V GOZDU

Sončno sevanje je eden najpomembnejših naravnih virov in ekoloških dejavnikov. Pomeni edini vir energije, ki ga zelene rastline lahko uporabijo v procesu metabolizma (BEGON / HARPER / TOWNSEND, cit. po DIACI 1999). Poleg tega sončno sevanje neposredno vpliva na ostale ekološke dejavnike npr. toploto zraka in tal, vlažnostne razmere v zraku in tleh (KREČMER, KUNZ, cit. po DIACI 1999). Posredno pa vpliva skoraj na vse dejavnike žive in nežive narave, od oblike humusa, porazdelitve flore in favne v prsti do zimovališč velikih rastlinojedcev. Sončno sevanje je sestavljeno iz direktnega in difuznega sončnega sevanja. Razmerje med direktnim in razpršenim sončnim sevanjem se časovno in prostorsko spreminja glede na dnevni in letni položaj sonca in glede na splošne klimatske razmere.

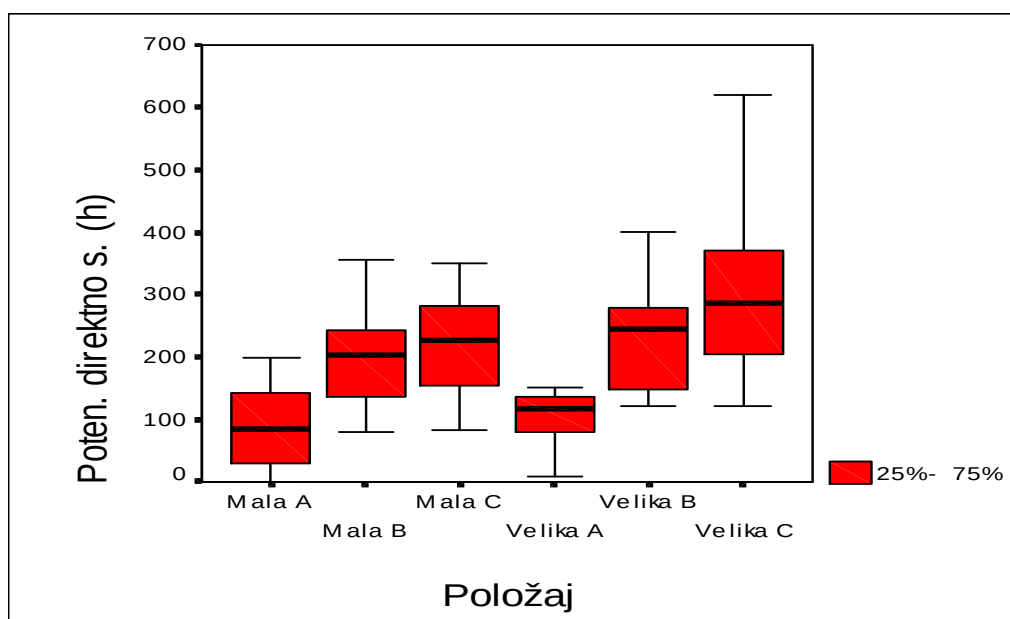
Direktno sončno sevanje je sevanje, ki ga oddaja sončni disk in ga sprejema površina pravokotna na os sončnih žarkov (DIACI 1999). Odvisno je od položaja sonca na nebu, ki določa vpadni kot sončnih žarkov. Zato se vrednosti spreminjajo preko dneva in preko leta (BRUNNER, cit. po DIACI 1999). Velik vpliv na direktno sončno sevanje ima tudi oblačnost. Absolutno direktno sončno sevanje, ki upošteva tudi oblačnost je zelo težko ugotavljati. Potencialno direktno sončno sevanje pa oblačnosti ne upošteva, ter ga je lažje ugotavljati. Pri analizi svetlobnih razmer v sestojnih vrzelih smo zato ugotavljali le potencialno direktno sončno sevanje (v nadaljevanju direktno sevanje).

5.4.1 POTENCIALNO DIREKTNO SONČNO SEVANJE NA PLOSKVICAH

Iz grafikona 4 je razvidna porazdelitev potencialnega direktnega sončnega sevanja glede na položaj v sestojni vrzeli. Ločili smo tri položaje, v katerih je bilo postavljeno 144 ploskvic. Najnižje vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja dosega položaj A (od 0 h do

607,5 h, Me = 135,3 h). V položaju B se gibljejo vrednosti od 81 h do 974,4 h, mediana pa znaša 278,7 h. V položaju C pa se vrednosti gibljejo od 84,2 h do 1143,4 h (Me = 296,0 h).

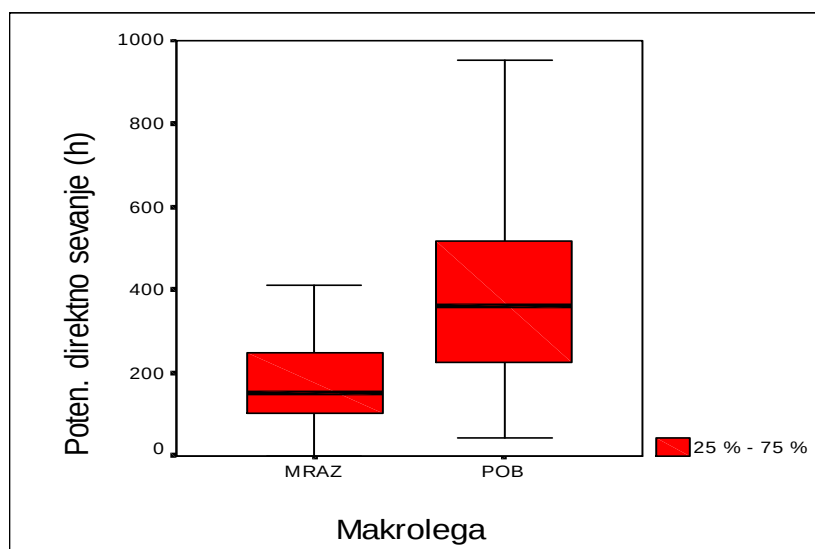
Vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja zelo odstopajo predvsem v položaju A, kjer je mediana direktnega sevanja enkrat manjša od mediane v položaju B. To je, razumljivo, posledica načina postavitve ploskvic v položaju A (1 m od zadnjega roba krošenj na južni strani sestojne vrzeli). Položaj A se tako loči od ostalih dveh predvsem po minimalnih vrednostih, maksimalne vrednosti pa se povsem približajo vrednostim v položaju B, kar je posledica vrzelaste zgradbe sestojev. Položaj C pa ima podobno mediano kot položaj B, podobne minimalne vrednosti, odstopajo pa maksimalne, ki presegajo tudi 1000 h / leto. Te vrednosti so bile dosežene izključno v srednjevelikih sestojnih vrzelih.



Grafikon 4: Porazdelitev vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja skozi celo leto po stratumih A, B in C glede na velikost vrzeli.

Grafikon 5 pa nam prikazuje razlike v potencialnem direktnem sončnem sevanju v mrazišču in na pobočju. Vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja se med makrolegama zelo razlikujeta. V mrazišču se gibljejo vrednosti od 0 h do 618,8 h, (Me = 150,75 h). Na pobočju pa se gibljejo vrednosti potencialnega sevanja od 42,8 h do 1143,4 h (Me = 361,4 h).

Na pobočju je mediana kar za 210 ur večja od mediane v mrazišču. Prav tako so precej večje maksimalne in minimalne vrednosti, kar je razvidno tudi iz grafikona 5. Takšna razporeditev vrednosti je posledica JZ ekspozicije pobočja (povprečen naklon je 20 %). Velikost, oblika in usmerjenost vrzeli se med makrolegama ni razlikovala.

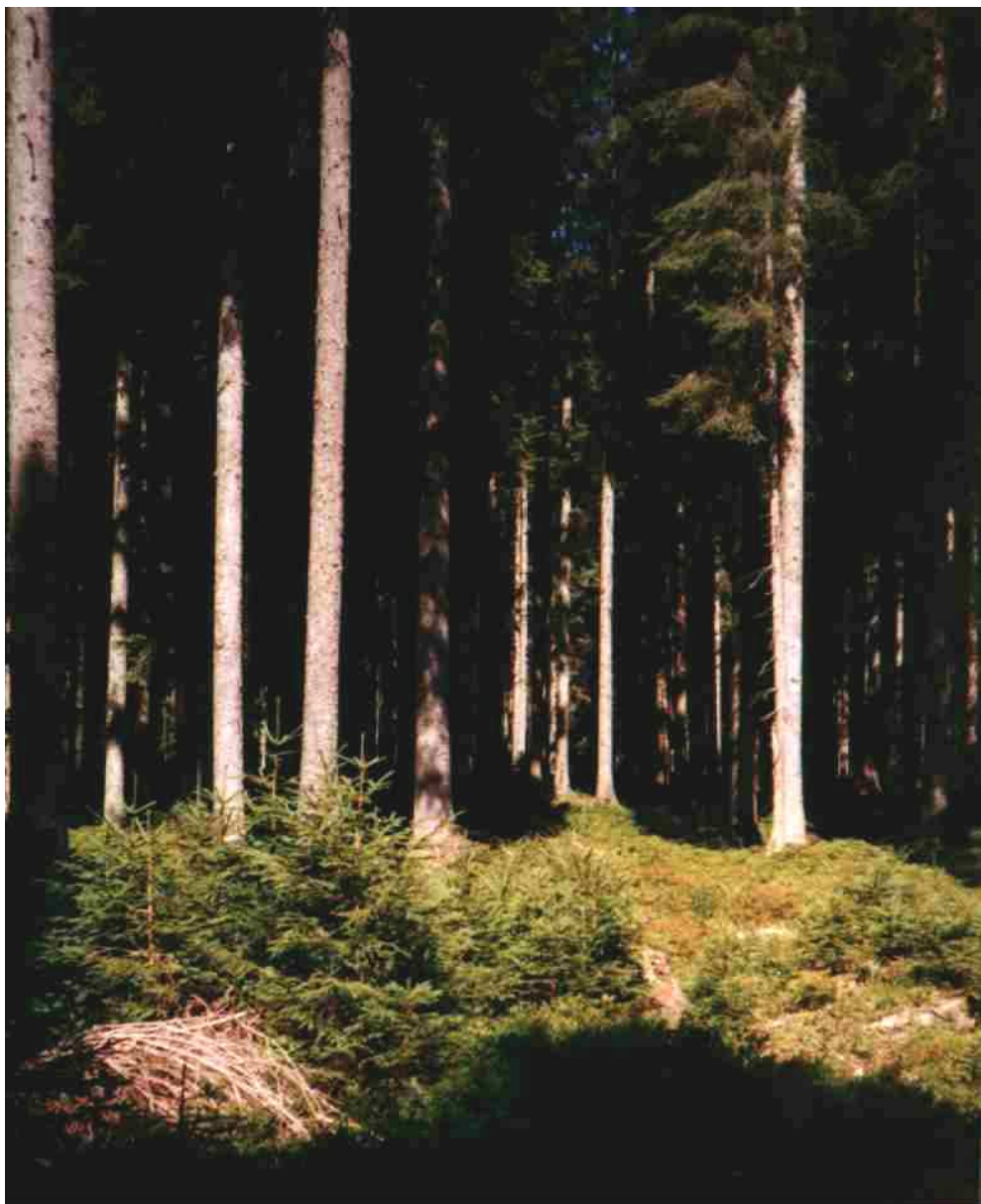


Grafikon 5: Porazdelitev vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja skozi celo leto v mrazišču in na pobočju.

Tudi glede na velikost vrzeli se potencialno direktno sončno sevanje različno porazdeljuje. V malih vrzelih se gibljejo vrednosti od 0 h do 355,9 h (Me = 164,2 h), v srednjevelikih vrzelih pa se vrednosti gibljejo od 7,5 h do 1143,4 h, mediana pa znaša 314,9 h.

V srednjevelikih vrzelih so vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja veliko večje. Zelo odstopajo predvsem maksimalne vrednosti, mediana je večja za 150 h/leto,

minimalne vrednosti pa se ne razlikujejo veliko. Minimalne vrednosti nastopajo predvsem v položaju A, kjer velikost vrzeli ne vpliva bistveno na vrednosti potencialnega sončnega sevanja, obratno pa seveda velja za položaja B in C, kjer so vrednosti sevanja največje, hkrati pa prihaja do največjih razlik glede na velikost vrzeli.



Fotografija 5: Pomlajevanje v srednjeveliki vrzeli v mrazišču. V vrzeli je mladje prisotno ob sečnih ostankih v položaju z več direktne sončne svetlobe.

5.4.1.1 VPLIV POTENCIALNEGA DIREKTNEGA SONČNEGA SEVANJA NA POMLAJEVANJE SMREKE

V subalpinskem smrekovem gozdu je pomanjkanje toplote zelo pogosto dejavnik minimuma za preživetje in rast smrekovega mladja. Odločilnega pomena za razvoj mladja oziroma rast korenin je toplota v zgornjem delu tal (IMBECK / OTT 1987, DIACI 1999). Mladje smreke lahko pomanjkanje toplote nadomesti z ostalimi ekološkimi faktorji – z bolj ugodnimi talnimi razmerami, še bolj pogosto pa z boljšo izrabo svetlobnih razmer. Predvsem direktno sončno sevanje je v visokogorskem gozdu odločilnega pomena za naravno pomlajevanje (DIACI 1999).

Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja smreke (število pomladka, povprečna višina pomladka in povprečni prirastek pomladka) od potencialnega direktnega sončnega sevanja smo preverjali s Spearmanovo korelacijo ranga. Odvisnosti smo preverjali posebej za makrolegi mrazišče in pobočje. Rezultati analize so razvidni iz preglednice 13.

Preglednica 13: Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja od potencialnega direktnega sončnega sevanja.

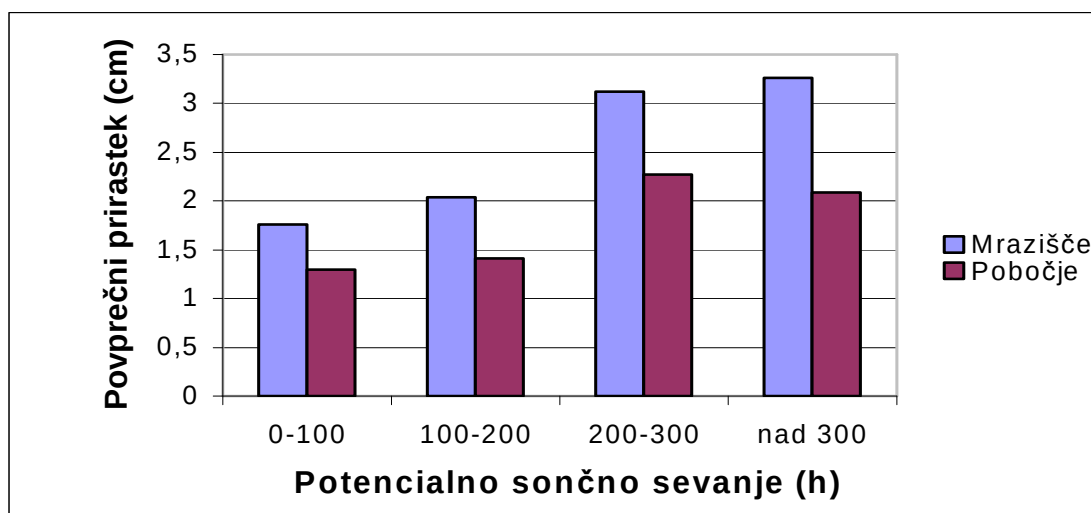
Spremenljivka	Število pomladka (N)	Povprečna višina poml. (h_p)	Povprečni prirastek (ih_p)
	Spearmanov R		
Direktno sončno sevanje	N =36	N=72	N=72
Mrazišče	0,095	0,250*	0,385***
Pobočje	-0,453**	0,462***	0,248*

V mrazišču sta statistično značilno odvisna parametra povprečna višina pomladka in povprečni prirastek pomladka. Pri tem je slednji zelo značilen. Število pomladka ni značilno odvisno od direktnega sončnega sevanja.

Na pobočju pa je število pomladka v zelo značilni negativni odvisnosti od direktnega sončnega sevanja. Vzrok za takšno odvisnost je lahko konkurenca trav ali izsušitev zgornje plasti tal na ploskvicah z maksimalnim direktnim sončnim sevanjem (DIACI et. al. 1999). Prav tako sta statistično značilno odvisna parametra povprečna višina pomladka in povprečni prirastek pomladka. Na pobočju je povprečni prirastek nekoliko manj značilno pozitivno odvisen kot v mrazišču. To je lahko posledica večjega zastiranja zeliščnega plasti na ploskvicah z večjim direktnim sončnim sevanjem.

Zanimiva je primerjava povprečnega prirastka treh najvitalnejših osebkov glede na potencialno direktno sončno sevanje med makrolegama mrazišče in pobočje. Iz grafikona 6 vidimo, da je povprečni prirastek v mrazišču vseskozi večji od povprečnega prirastka na pobočju. Prirastek v mrazišču narašča z večanjem števila ur sončnega sevanja skozi leto, vendar to naraščanje pri sevanju v razredu nad 200 - 300 h / leto ni več veliko. Pri teh vrednostih direktnega sončnega sevanja najverjetneje svetloba ni več omejitveni faktor razvoja mladja.

Na pobočju so absolutne vrednosti povprečnega prirastka manjše. Pri sevanju nad 300 h / leto se začne povprečni prirastek zmanjševati. Razlog za to lahko iščemo v večji sušnosti rastišč na pobočju, ko presežemo vrednost 300 h direktnega sončnega obsevanja na leto.



Grafikon 6: Povprečni prirastek glede na potencialno sončno sevanje po razredih v mrazišču in na pobočju.

5.4.2 DIFUZNO SONČNO SEVANJE

Sončni žarki pridejo na zemeljsko površino deloma direktno, deloma pa kot razpršeno sončno sevanje. Svetloba se razprši na zračnih molekulah, ki so precej manjše od valovnih dolžin sončnega spektra. Razpršitev svetlobe je obratno sorazmerna četrti potenci valovne dolžine (HOČEVAR / PETKOVŠEK 1988).

Pri popolni oblačnosti prihaja do zemeljske površine samo difuzno sevanje. Sestavljeno je iz direktnega sončnega sevanja, ki se je razpršilo pri prehodu skozi oblake in iz difuznega sevanja atmosfere nad oblaki in pod njimi (DIACI 1999).

Delež difuznega sončnega sevanja v sestoji podajamo kot razmerje med difuznim sevanjem na prostem in difuznim sevanjem na določenem mestu v sestoji. To količino izražamo v %.

Med makrolegama mrazišče in pobočje se vrednosti difuzne svetlobe ne razlikujejo mnogo. V mrazišču se gibljejo od 8,5 % do 31,3 %, na pobočju pa od 10,9 % do 55,0 %. Vrednost mediane znaša v mrazišču 20,95 % na pobočju pa 20,05 %.

Majhne razlike med izmerjenimi vrednostmi so posledica izbire sestojnih vrzeli katerih velikost, oblika in usmerjenost se med stratumoma ni veliko razlikovala.

Med stratumoma mala vrzel in srednjevelika vrzel pa se vrednosti difuzne svetlobe zelo razlikujejo. V stratumu mala vrzel se gibljejo od 8,5 % do 21,5 % (Me = 14,9 %). V stratumu srednjevelika vrzel pa se izmerjene vrednosti gibljejo od 10,7 % do 55,0 % (Me = 23,95 %).

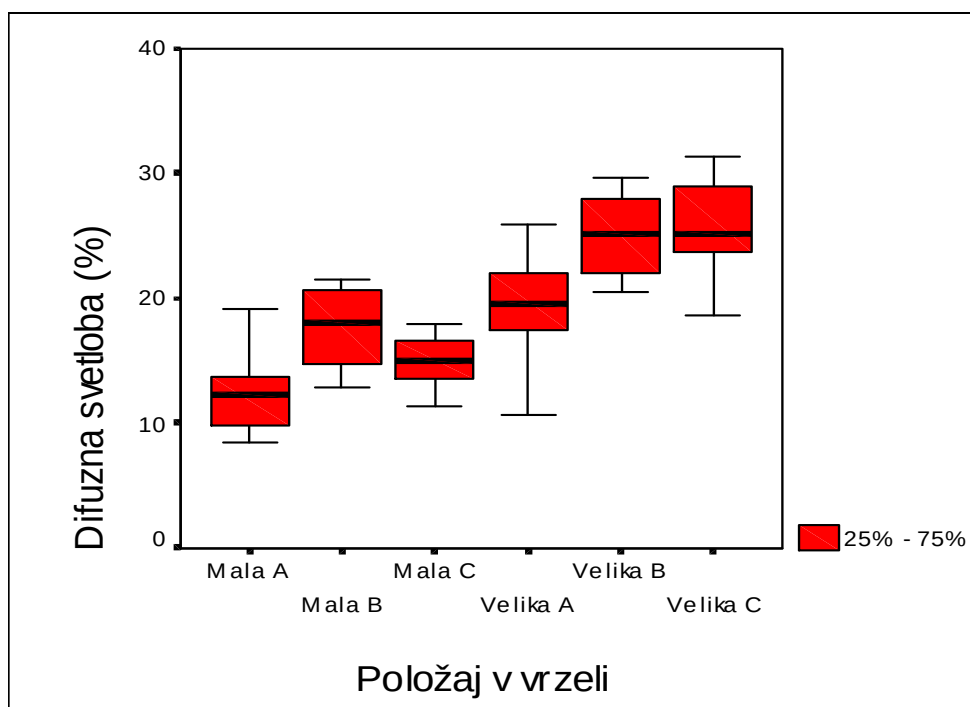
Površina srednjevelikih vrzeli (6 – 8 arov) je bila nekajkrat večja od površine malih vrzeli (do 2 ara). To pojasni za 9,05 % večjo vrednost mediane vrednosti difuzne svetlobe v srednjevelikih vrzelih.

Preglednica 14 pa prikazuje gibanje mediane in standardnega odklona po položajih A, B in C v mali in srednjeveliki vrzeli.

Preglednica 14: Gibanje mediane in standardnega odklona po položajih A, B in C v mali in srednjeveliki vrzeli.

Položaj	Mala vrzel		Srednjevelika vrzel	
	Me	σ	Me	σ
A	12,3	2,9	20,7	9,2
B	18,1	2,9	25,2	12,1
C	15,0	2,4	25,2	7,3

V mali vrzeli je največja vrednost mediane v položaju B, v srednjeveliki vrzeli pa med položajema B in C v mediani ni razlik, vrednosti pa so precej večje (grafikon 7).



Grafikon 7: Porazdelitev vrednosti difuznega sevanja na ploskvicah po položajih A, B in C glede na velikost vrzeli.

5.4.2.1 DIFUZNO SONČNO SEVANJE IN POMLAJEVANJE SMREKE

Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja (število pomladka, povprečna višina pomladka in povprečni prirastek pomladka) od difuznega sončnega sevanja v mrazišču in na pobočju smo preverjali s Spearmanovo korelacijo ranga. Rezultati analize so razvidni iz preglednice 15.

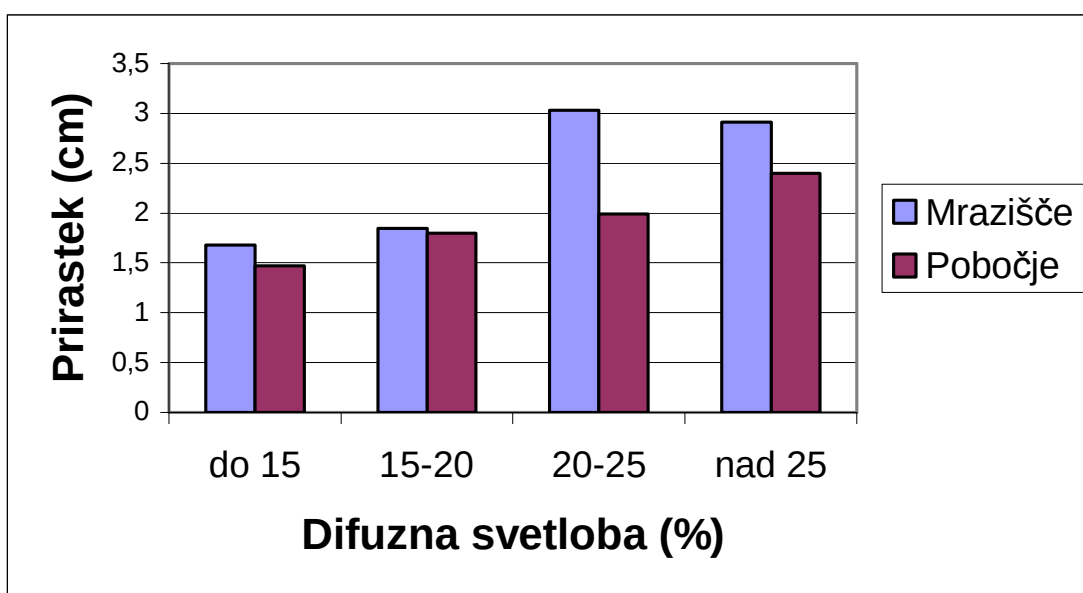
Preglednica 15: Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja od difuznega sončnega sevanja v mrazišču in na pobočju.

Makrolega	Število pomladka (N)	Povprečna višina poml. (h_p)	Povprečni prirastek poml. (ih_p)
	Spearmanov R		
	N =36	N=72	N=72
Mrazišče	0,153	0,275*	0,385***
Pobočje	-0,539***	0,434***	0,248*

Opazimo lahko, da veljajo za difuzno sevanje povsem enake odvisnosti kot za potencialno direktno sevanje. V mrazišču sta statistično značilna parametra povprečna višina pomladka in povprečni prirastek pomladka. Pri tem je slednji zelo značilen. Število pomladka ni značilno odvisno od difuznega sončnega sevanja

Na pobočju je število pomladka v zelo značilni negativni odvisnosti od difuznega sevanja. Prav tako sta statistično značilno odvisna parametra povprečna višina pomladka in povprečni prirastek pomladka. Tudi tu je povprečni prirastek nekoliko manj značilno pozitivno odvisen kot v mrazišču. Razlogi za takšne odvisnosti so najverjetneje enaki kot pri potencialni direktni svetlobi.

Grafikon 8 pa prikazuje vrednosti povprečnega prirastka treh najvitalnejših osebkov na ploskvicah glede na difuzno sevanje v mrazišču in na pobočju po razredih. V mrazišču je prirastek vseskozi večji od prirastka na pobočju, vendar se večje razlike pokažejo šele v razredu 20 –25 %. Zanimivo pa je da prirastek v mrazišču v zadnjem razredu nad 25 % nekoliko pade, medtem ko na pobočju vseskozi narašča. Razlog za takšno gibanje prirastka je lahko v tem, da je prirastek na pobočju vseskozi manjši in da difuzna svetloba ni edini faktor, ki vpliva na njegovo gibanje.



Grafikon 8: Povprečni prirastek glede na difuzno sevanje po razredih na pobočje in v mrazišču.

Opazovali smo tudi, kakšna je uspešnost pomlajevanja in razvoj pomladka, če hkrati proučujemo vpliv direktne in difuzne svetlobe. Razlike smo preizkušali s Kruskal – Wallisovim testom. Rezultati so prikazani v preglednici 16.

Preglednica 16: Vpliv direktne in difuzne svetlobe na število pomladka in povprečni prirastek v mrazišču in na pobočju.

Kruskal – Wallisov test	Stratum	Direktna in difuzna svetloba						
		Dir- Dif-	Dir- Dif+	Dir+ Dif-	Dir+ Dif+			
		Povprečen rang				St	p	N
Število pomladka	Mrzišče	16,6	17,5	17,5	21,0	3	36	1,290
Povprečni prirastek		25,8	42,8	35,7	45,1	3	72	12,052**
Število pomladka	Pobočje	25,0	18,6	16,0	13,0	3	36	8,764*
Povprečni prirastek		33,1	33,7	31,1	43,1	3	72	4,084

Iz preglednice vidimo, da je v mrazišču najuspešnejša nasemenitev ob velikem direktnem in difuznem sevanju, vendar razlike niso značilne. Tudi za nadaljnji razvoj mladja velja, da so takšni pogoji najugodnejši. Tu so razlike visoko značilne. Na pobočju pa je nasemenitev najuspešnejša predvsem ob majhnih vrednostih direktne in difuzne svetlobe. Visoke vrednosti direktne in difuzne svetlobe zelo otežkočajo pomlajevanje. Razlike so statistično značilne. Nadaljnji razvoj mladja pa je seveda najuspešnejši ob večjih vrednostih direktne in difuzne svetlobe, vendar je na pobočju ob takšnih vrednostih sončnega sevanja glavni problem predvsem pojav pomladka.

5.5 USPEŠNOST POMLAJEVANJA IN GLOBINA TAL

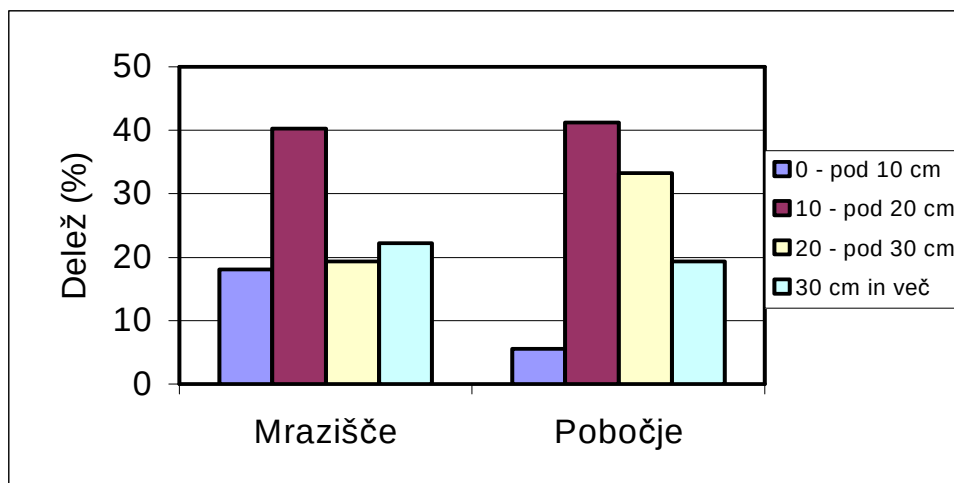
Gozdna tla so življenjski prostor številnih mikroorganizmov in drobnoživk, hkrati pa tudi življenjski prostor korenin vseh rastlin, ki uspevajo v gozdu. Tla so tudi posrednik rastnih dejavnikov (voda, zrak in hranilne snovi). Globina tal in njene fizikalne, kemične in biološke lastnosti so zelo pomembne pri uspešni nasenitvi in razvoju rastlin (KOROŠEC 1984).

5.5.1 GLOBINA TAL

Tako v mrazišču, kot na pobočju ni bilo površinske skalovitosti. Zato so tla v povprečju precej globoka. Globina se med makrolegama v povprečju ne razlikuje mnogo. Vrednosti globine tal se gibljejo v mrazišču je od 2 cm do 65 cm, mediana znaša 17,8 cm, na pobočju pa od 1,5 cm do 65 cm, z mediano 20,5 cm. Če je bila globina tal 65 cm ali več, sem privzel, da je globina tal 65 cm. Mediana globine tal v mrazišču je nekoliko manjša kot na pobočju.

Iz grafikona 9 pa vidimo, da ima stratum pobočje le 5,6 % ploskvic z globino tal manjšo od 10 cm, medtem ko je takšnih ploskvic v stratumu mrazišče kar 18,1%. Delež ploskvic z globino tal 20 do pod 30 pa je na pobočju 33,3 %, v stratumu mrazišče pa le 19,4 %. Med razredoma 10 – 20 cm in 30 cm in več pa med stratumoma ni večjih razlik.

Primerjali smo tudi globino tal glede na mikrorelief. Razlike niso velike, vendar pa je v mrazišču na konveksnih legah povprečna globina tal nekoliko manjša (20,3 cm) kot v konkavnih (23,7 cm). Na pobočju pa je nekoliko večja povprečna globina na konveksnih legah (24,4 cm). V konkavnih znaša povprečna globina tal 22,9 cm.



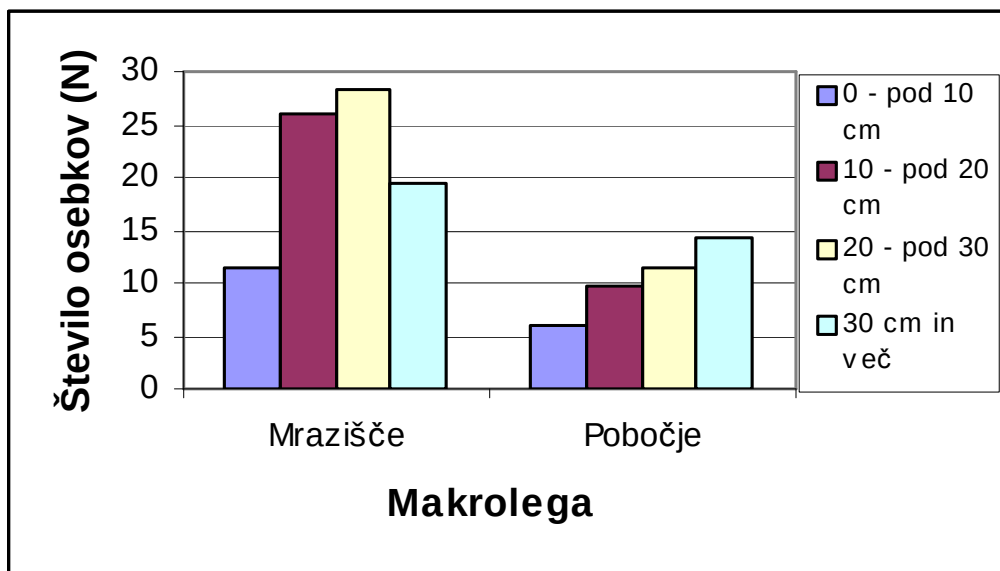
Grafikon 9: Razlike v globini tal po razredih med makrolegama mrzišče in pobočje.

5.5.2 ODVISNOST POMLAJEVANJA OD GLOBINE TAL

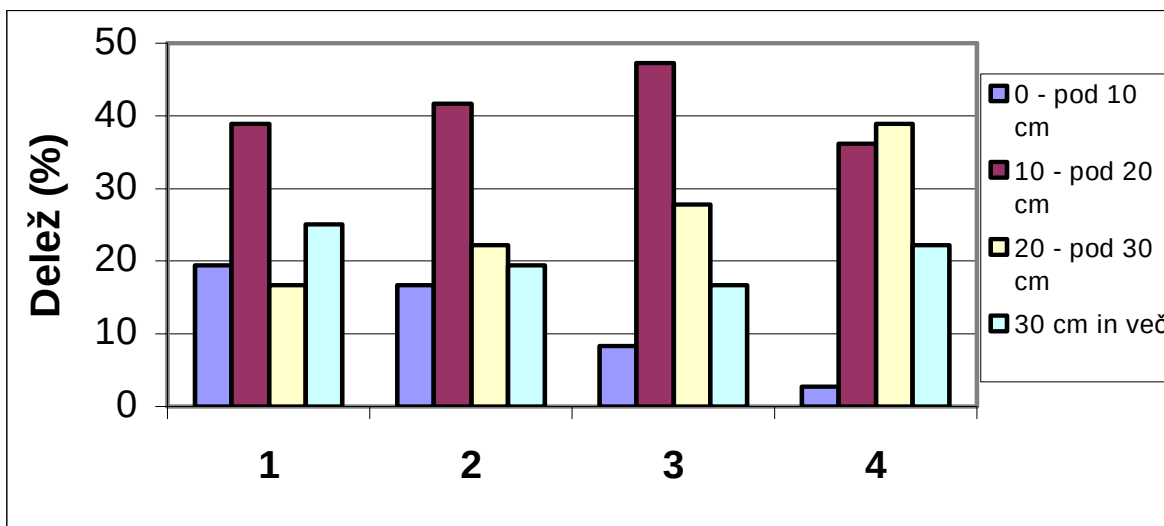
Grafikon 10 nam prikazuje kako se giblje povprečno število mladja na ploskvicah glede na globino tal v mrzišču in na pobočju. Vidimo, da v je v mrzišču najmanj osebkov v razredu do 10 cm, v ostalih razredih pa je število mladja precej večje, med razredi pa ni večjih razlik. Na pobočju pa je število osebkov precej manjše, globina tal pa ima velik vpliv na uspešnost pomlajevanja, saj število osebkov na ploskvici vseskozi narašča. Tla, ki so globlja, lahko zadržijo več vlage, kar je na pobočju še posebej pomembno.

Da ima globina tal pri pomlajevanju večji pomen na pobočju kot v mrzišču nam kaže tudi grafikon 11. Primerjali smo globino tal sistematično postavljenih ploskvic in njihovih parov, ki so bili postavljeni le tam, kjer je bilo mladje. Za postavitev ploskvice v sistematičnem razporedu takšne zahteve ni bilo. Vidimo, da je v mrzišču globina tal nima večjega vpliva, na pobočju pa so precej ugodnejše globine nad 20 cm, saj je delež ploskvic,

ki so postavljene kot par, s temi globinami precej večji kot na ploskvicah, ki so postavljene sistematično.



Grafikon 10: Povprečno število mladja na ploskvicah glede na globino tal.



Grafikon 11: Razlike v globini tal po razredih v mrzishču in na pobočju glede na način vzorčenja.

Legenda:

- 1 – mrazišče, sistematično vzorčenje
- 2 – mrazišče, ploskvice postavljene kot par
- 3 – pobočje, sistematično vzorčenje
- 4 – pobočje, ploskvice postavljene kot par

Odvisnost uspešnosti pomlajevanja od globine tal smo preverjali s pomočjo Spearmanove korelacije ranga. Rezultati so prikazani v preglednici 17. Tako v mrazišču, kot na pobočju smo odkrili značilno pozitivno odvisnost med globino tal in številom pomladka. Med globino tal in višino pomladka in globino tal in povprečnim prirastkom pomladka pa odvisnosti nismo odkrili.

Preglednica 17: Odvisnost uspešnosti pomlajevanja od globine tal.

Spremenljivka: - globina tal	Število pomladka (N)		
	N	Spearmanov R	p - nivo
Mrazišče	72	0,309**	0,008
Pobočje	72	0,267*	0,023

Iz tega lahko sklepamo, da ima pri nasenitvi smreke globina tal pomembno vlogo, za nadaljnji razvoj pomladka pa je njen pomen manjši.

5.6 HUMUS

Humus nastaja v tleh iz odmrlih, zlasti rastlinskih, ostankov organizmov. V širšem pomenu besede pa so to vse tiste organske snovi, ki razpadajo in gnijejo v tleh. Za nastajanje humusa so pomembni mikroorganizmi tal. Procesi nastajanja humusa potekajo najlažje v nevtralnem ali slabo alkalnem okolju. Humifikacija pa je precej počasnejša, če so tla kislila ali podnebne razmere neugodne (MRŠIČ 1986).

Prof. dr. J. Sušin je (HORVAT – MAROLT 1984) z analizo tal na moreni s karbonatnim in nekarbonatnim materialom iz vrha grebena v dno ugotovil, da so se na celotnem prerezu razvila globoka distrična rjava tla, ki pa so se razlikovala v zgornjih plasteh, ki leže nad kambičnim horizontom (B)_v. Tla na grebenu so imela najdebelejši humificiran organski podhorizont O_h, tla na pobočju so imela najdebelejši humusnoakumulacijski horizont A_h, tla na dnu pa so imela najdebelejši fermentacijski podhorizont O_f.

5.6.1 GLOBINA HUMUSNEGA HORIZONTA

Podobno kot se giblje globina tal se tudi globina humusnega horizonta in sicer takole: v stratumu mrazišče od 1 cm do 20 cm, mediana znaša 4,3 cm v stratumu pobočje pa od 1 cm do 33 cm, mediana pa znaša 9 cm.

Globina humusnega horizonta je na pobočju precej večja. Prav tako pa je v stratumu mrazišče, delež ploskvic z globino humusnega horizonta 7 cm ali manj 72 %, v stratumu pobočje pa je takšnih ploskvic 39 %.

S pomočjo Kruskal – Wallisovega testa smo odkrili razlike med globino humusa v mrazišču in na pobočju (**H = 22,74 *****, N = 144, m = 1). Globina humusa na pobočju je značilno večja od globine humusa v mrazišču. Najverjetneje poteka na pobočju zaradi sušnosti razgradnja organskih snovi počasneje.

5.6.2 ODVISNOST POMLAJEVANJA OD GLOBINE HUMUSA

S pomočjo Spearmanove korelacije ranga smo ugotavljali odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja od globine humusa v mrazišču in na pobočju. Rezultate nam prikazuje preglednica 18.

Preglednica 18: Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja od globine humusa v mrazišču in na pobočju.

Stratum	Število pomladka (N)	Povprečna višina poml. (h_p)	Povprečni prirastek (ih_p)
	Spearmanov R		
	N =36	N=72	N=72
Mrazišče	0,050	0,380***	0,109
Pobočje	0,229	-0,138	-0,025

Od globine humusa je značilno odvisna le povprečna višina pomladka v mrazišču. Tu je razgradnja organskih snovi počasnejša zaradi nižjih temperatur. V takšnih legah je bilo prisotno le manjše število višjih osebkov, ki so preživel pozebe. Zanimivo je, da je na pobočju nakazana negativna odvisnost povprečne višine in prirastka pomladka od globine humusa. Najverjetneje tu zaradi sušnosti poteka počasna razgradnja organskih snovi, hkrati pa pomanjkanje vode zavira razvoj pomladka.

Opazovali smo tudi, kako vplivata direktna svetloba in humus na uspešnost pomlajevanja in razvoj pomladka. Razlike smo preizkušali s Kruskal – Wallisovim testom. Rezultati so prikazani v preglednici 19.

Preglednica 19: Vpliv direktne svetlobe in humusa na število pomladka in povprečni prirastek v mrazišču in na pobočju.

Kruskal – Wallisov test	Stratum	Direktna svetloba in humus						
		D-H-	D-H+	D+H-	D+H+			
		Povprečen rang				St	p	N
Število pomladka	Mrzišče	12,8	18,8	22,4	18,4	3	36	2,917
Povprečni prirastek		27,4	32,8	36,4	51	3	72	10,699**
Število pomladka	Pobočje	21,5	25,9	10,4	16,6	3	36	9,406*
Povprečni prirastek		32,1	34,5	45,5	35,1	3	72	4,024

Iz preglednice vidimo, da je v mrazišču najuspešnejša nasemenitev ob velikem direktnem sončnem sevanju in ob majhni globini humusa (prisotnost humusa nakazuje hladnejše lege). Razlike niso značilne. Nadaljnji razvoj pomladka pa je najuspešnejši ob prisotnosti velike količine humusa in direktnega sončnega sevanja. Razlike so statistično značilne. Na pobočju pa je nasemenitev najuspešnejša predvsem ob majhnih vrednostih direktne svetlobe. Razlike so statistično značilne. Prirastek pa je seveda večji ob večjih vrednostih direktne svetlobe, vendar je na pobočju glavni problem pojav pomladka.

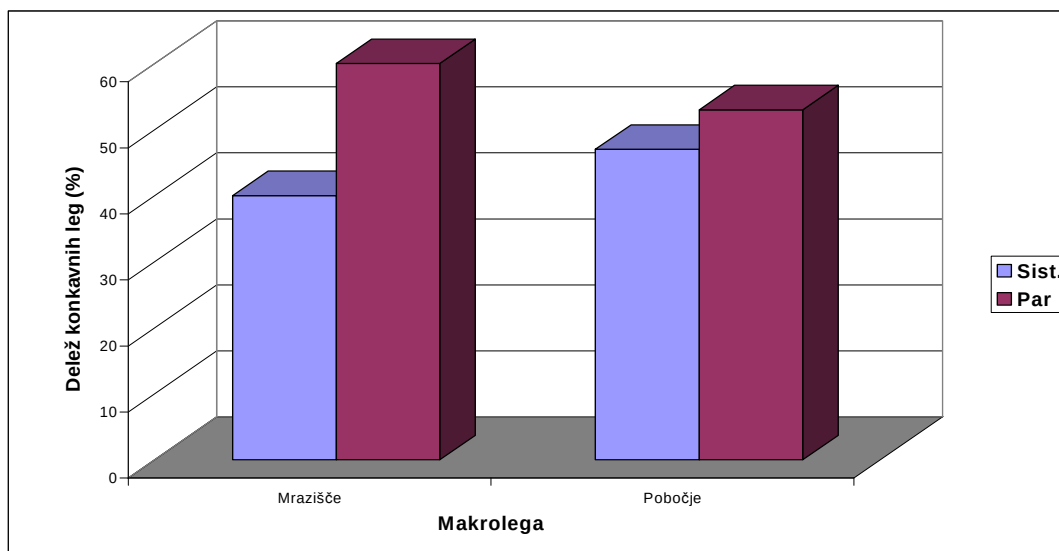
5.7 MIKRORELIEF

Za morensko matično podlago je značilen grbav mikrorelief, imenovan grbavine (grbine). Gre za drobno vzvalovljen svet majhnih vzpetin in globeli, ki so razporejene mozaično in odločilno vplivajo na razvoj vegetacije. Njegovi grebeni so najugodnejša mesta za nasemenitev in razvoj naravnega smrekovega mladja (HORVAT – MAROLT, cit. po URBANČIČ / KUTNAR 1998).

Takšen mikrorelief nastane zato, ker se v razpoke in vrtače izpirajo drobnejši delci morene in zato se ta poseda. K nastanku razgibanost pripomore še zmrzal, ki neenakomerno dviga morensko površino. Živina, ki se pase v gozdu pa še pogloblja vleknine med vzpetinami mikroreliefa (PAVŠER 1968).

5.7.1 ODVISNOST POMLAJEVANJA OD MIKRORELIEFA

Pri opisovanju mikroreliefa na ploskvicah smo razlikovali konkavno in konveksno obliko. Tako v mrazišču kot na pobočju je bilo 76 % ploskvic postavljenih v konveksni obliki mikroreliefa. Polovica ploskvic je postavljena kot par k sistematično postavljeni ploskvici. Pogoji za postavitev para je prvo mladje, ki se pojavi ob takšni ploskvici (glej pogl. Metode dela). Za postavitev ploskvice v sistematičnem razporedu takšne zahteve ni. Zato smo preskusili ali obstajajo razlike v mikroreliefu med sistematično postavljenimi ploskvicami in njihovim parom. Delež konveksnih leg v mrazišču in na pobočju nam prikazuje grafikon 12. Razlike smo odkrivali po metodi parov. Ugotovili smo, da obstajajo značilne razlike v mikroreliefu v mrazišču ($t = 3,49^{**}$, $m = 35$). Na pobočju razlik nismo ugotovili. Iz tega lahko sklepamo, da ima v mrazišču pri pomlajevanju pomembno vlogo tudi mikrorelief. Pomlajevanje je uspešnejše na konveksnih legah, kjer je manjši vpliv mrazišča. Na pobočju ni vpliva mrazišča, zato mikrorelief nima tako pomembne vloge pri pomlajevanju.



Grafikon 12: Delež konvexnih leg sistematično postavljenih ploskvic in njihovih parov v mrazišču in na pobočju.

Kruskal – Wallisovim testom smo preizkusili tudi razlike med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na mikrorelief v mrazišču in na pobočju. Rezultate nam kažeta preglednici 20 in 21.

Preglednica 20: Preizkušanje razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na mikrorelief v mrazišču s Kruskal – Wallisovim testom.

Kruskal – Wallisov test	Mikrorelief		MRAZIŠČE		
	∪	∩			
	Povprečen rang		St. p.	N	H
Število pomladka	15,5	20,4	1	36	1,857
Povprečna višina pomladka	36,6	36,5	1	72	0,000
Povprečni prirastek	34,8	37,0	1	72	0,119

Značilnih razlik nismo odkrili. Vendar pa iz povprečnih rangov vidimo, da je v mrazišču konvexna lega nekoliko ugodnejša, kar se kaže v nekoliko večji gostoti pomladka in

nekoliko večjih povprečnih prirastkih. To velja tudi za pobočje, kjer pa je povprečna višina pomladka na konveksnih legah celo manjša.

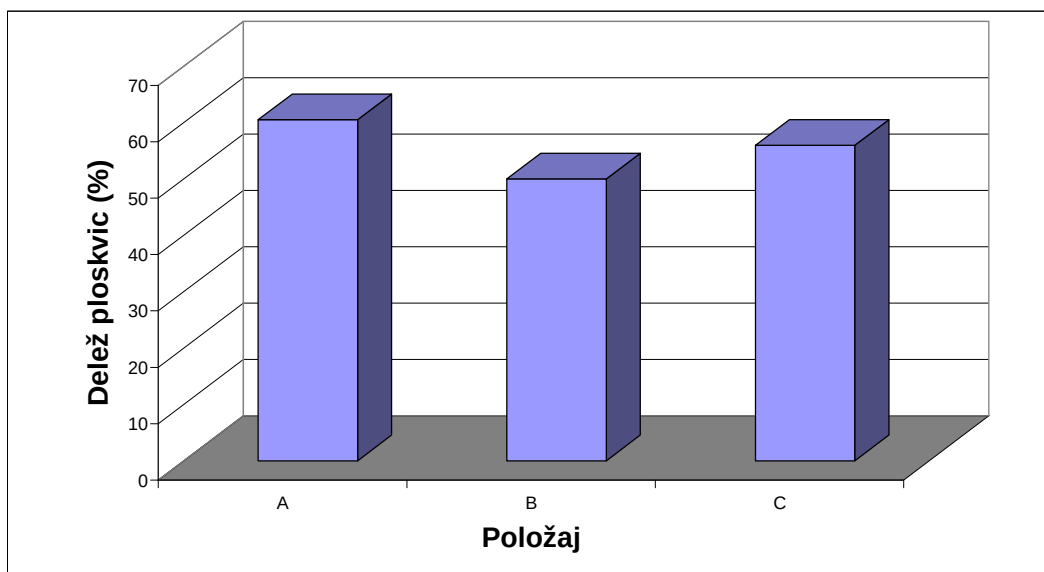
Preglednica 21: Preizkušanje razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na mikrorelief na pobočju s Kruskal – Wallisovim testom.

Kruskal – Wallisov test	Mikrorelief		POBOČJE		
	∪	∩			
	Povprečen rang		St. p.	N	H
Število pomladka	13,2	20,6	1	36	3,570
Povprečna višina pomladka	39,2	35,7	1	72	0,380
Povprečni prirastek	35,7	36,7	1	72	0,032

Ugotovimo lahko torej, da ima oblikovanost mikroreliefa največji pomen predvsem na številčnost pomladka, na njegov nadaljnji razvoj pa nima več pomembnejšega vpliva.

5.8 MRTVA LESNA MASA

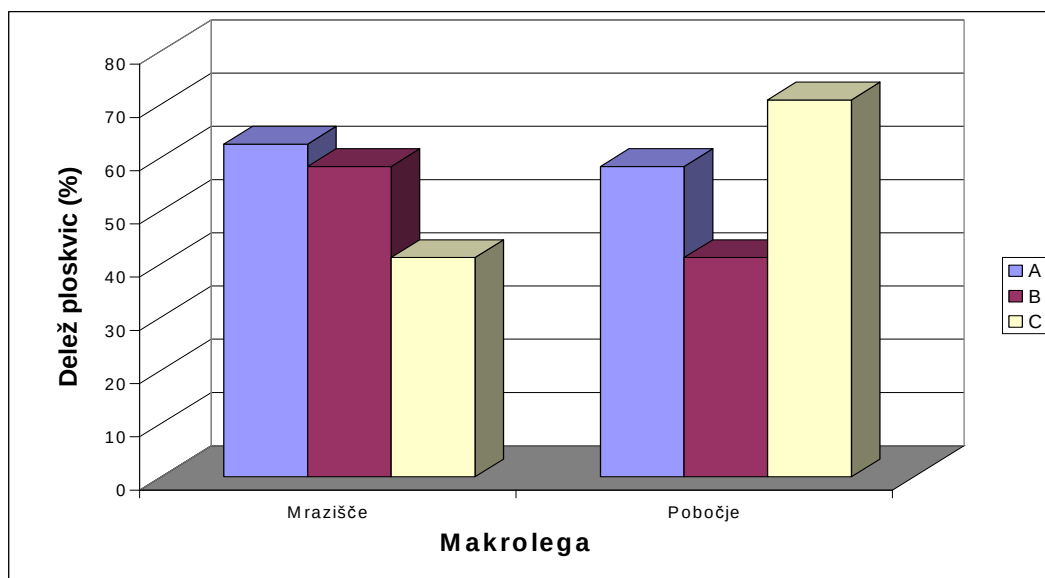
Kot mrtva lesna masa so se najpogosteje pojavljali delno razgrajeni panji, sečni ostanki debelejših vej, ostanki krojenja debel in večje odmrle korenine, ki so bile razgaljene. V mrazišču je bil delež ploskvic z prisotno mrtvo organsko maso 54 %, na pobočju pa 57 %. Proučevali smo tudi razporeditev mrtve organske mase glede na mikrorelief. Razporeditev nam prikazuje grafikon 13. V konkavnih legah je delež ploskvic z mrtvo organsko maso 40 %, v konveksnih legah pa 60 %. Yulov koeficient asociacije za obravnavani primer znaša 0,364, koeficient asociacije V pa znaša 0,16 (interval od -1 do 1). Koeficient je pozitiven in razmeroma majhen. Na konveksnih legah je precej več mrtve lesne mase kot v konkavnih.



Grafikon 13: Delež ploskvic z mrtvo lesno maso glede na položaj v vrzeli.

Zaradi večje sušnosti je razgradnja mrtve lesne mase na konveksnih legah počasnejša, hkrati pa prisotnost mrtve lesne mase izboljšuje mikrorastiščne razmere na teh legah, kar je ugodnejše za pomlajevanje (glej pogl. Mikrorelief).

Proučevali smo tudi razporejanje mrtve lesne mase med položaji v vrzeli glede na makrolego. V mrazišču je v položaju A na 62,5 % ploskvic prisotna mrtva lesna masa, v položaju B na 58,3 % ploskvic, v položaju C pa na 41,2 % ploskvic. Na pobočju pa je v položaju A na 58,3 % ploskvic prisotna mrtva lesna masa, v položaju B na 41,2 % ploskvic, v položaju C pa na 70,8 % ploskvic. To nam prikazuje tudi grafikon 14.



Grafikon 14: Delež ploskvic z mrtvo lesno maso po položajih v vrzeli v mrazišču in na pobočju.

Delež mrtve lesne mase glede na položaj v vrzeli se med makrolegama zelo razlikuje. V mrazišču, kjer je toplota v minimumu, je razgradnja najhitrejša v položaju C. Na pobočju pa je v tem položaju zelo toplo, a hkrati tudi sušno, zato je prav tu razgradnja mrtve lesne mase najpočasnejša.

Razgradnja je odvisna od toplote in vlage v ozračju. Za poključsko planoto so ugotavljali hitrost razgradnje mrtve organske snovi s pomočjo indikatorskih rastlin. Od toplejšega jugovzhoda proti hladnejšemu severozahodu si v prepletenih pasovih sledijo naslednje vrste: borovnica – zajčja deteljica – trorobi resnik – borovnica – zajčja deteljica. To bi lahko pomenilo, da se razkroj stelje najprej izboljšuje, nato peša (mrazišče), na

severozahodu, pa se pod vplivom vlažnih prisojnih leg spet izboljša (ČUK / PAVŠER / PISKERNIK 1968).

5.8.1 ODVISNOST POMLAJEVANJA OD MRTVE LESNE MASE

S Kruskal – Wallisovim testom smo preizkušali značilnosti razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na prisotnost mrtve lesne mase v mrazišču in na pobočju. Rezultate nam prikazujeta preglednici 22 in 23.

Preglednica 22: Preizkušanje razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na prisotnost mrtve lesne mase v mrazišču s Kruskal – Wallisovim testom.

Kruskal – Wallisov test	Mrtva lesna masa		MRAZIŠČE		
	NE	DA			
	Povprečen rang		St. p.	N	H
Število pomladka	18,1	18,9	1	36	0,049
Povprečna višina pomladka	29,1	42,8	1	72	7,667**
Povprečni prirastek	31,2	40,9	1	72	3,845*

V mrazišču smo odkrili značilne razlike v povprečni višini in povprečnem prirastku pomladka. Na ploskvicah s prisotno mrtvo lesno maso so povprečne višine in povprečni prirastki pomladka značilno večji. Po ugotovitvah Eichrodta (EICHRODT 1967) predstavljajo površnice, na katerih je razpadajoča lesna substanca, mikrorastišča s posebnimi kemičnimi, fizikalnimi in biološkimi lastnostmi. Ostanki razpadajočih korenin, panjev in drugih organskih primesi v tleh predstavljajo tudi mesta z višjo stopnjo vlage. Takšna mesta imajo posebno »higrotropsko« privlačno silo in pritegujejo rast živih korenin (KÖSTLER, cit. po HORVAT – MAROLT 1978). Odstotek kaljivosti na prhnečem lesu je izjemno visok, vendar pa večji del vznika propade.

Preglednica 23: Preizkušanje razlik med parametri uspešnosti pomlajevanja (N , h_p , ih_p) glede na prisotnost mrtve lesne mase na pobočju s Kruskal – Wallisovim testom.

Kruskal – Wallisov test	Mrtva lesna masa		POBOČJE		
	NE	DA			
	Povprečen rang		St. p.	N	H
Število pomladka	13,6	22,9	1	36	7,085**
Povprečna višina pomladka	39,4	34,3	1	72	0,993
Povprečni prirastek	37,1	36,1	1	72	0,042

Na pobočju pa smo odkrili zelo značilne razlike v številu pomladka glede na prisotnost mrtve lesne mase. Ob prisotnosti mrtve lesne mase je število pomladka značilno večje. Razlog za to je v zmanjšani konkurenci trav, ki drugače s svojim tesnim koreninskim pletežem otežkočajo pomlajevanje. Prhneči les ni idealen hranilni substrat, zato pa ima ugodne fizikalne lastnosti (HORVAT- MAROLT 1979). Zlasti dobra je preskrba z vodo, ki je za kaljivost posebej pomembna. Na prhnečem lesu skoraj ni konkurenčne vegetacije, hkrati pa panji, ležeča debela in izrjavani koreninski pleteži predstavljajo za pomlajevanje ugodne dvignjene lege.

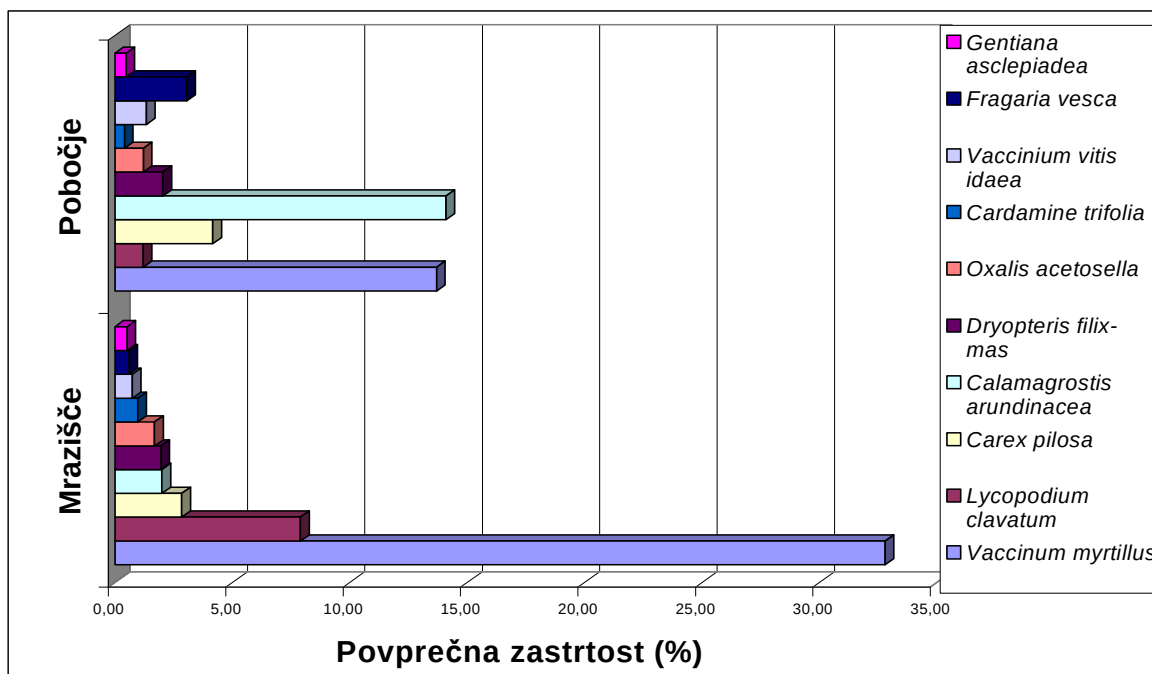
Ugotovili smo tudi, da sta ob prisotnosti mrtve lesne mase višina in prirastek pomladka nekoliko manjša. Pomladek, ki se je pojavil na mestih brez mrtve lesne mase je maloštevilen, vendar pa ima zaradi ugodnih svetlobnih pogojev večjo višino in prirastke. Na pobočju je glavni problem pojav pomladka in ne njegov nadaljnji razvoj, zato je prisotnost mrtve organske snovi vsekakor zaželjena.

5.9 ZASTIRANJE ZELIŠČNE PLASTI IN NJEN VPLIV NA USPEŠNOST POMLAJEVANJA

5.9.1 ZASTIRANJE ZELIŠČNE PLASTI

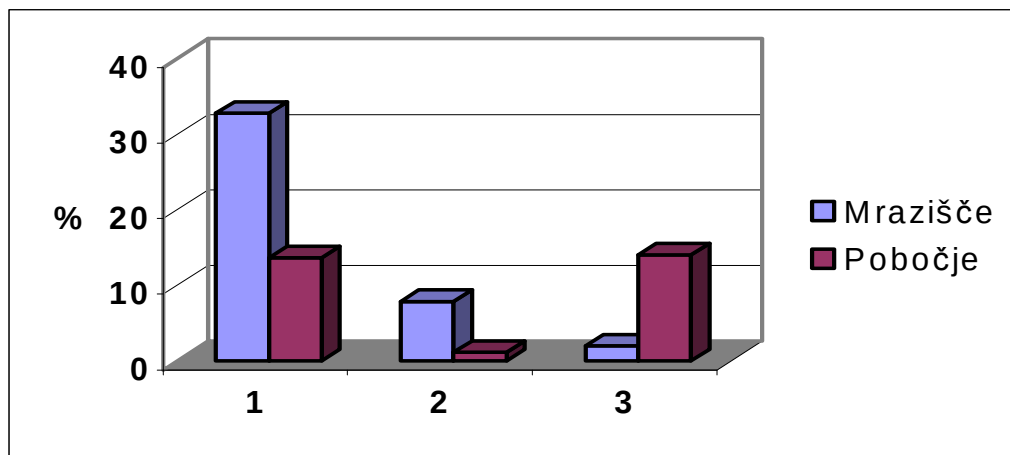
5.9.1.1 VRSTNA SESTAVA IN STOPNJA ZASTIRANJA ZELIŠČNE PLASTI

V pritalni vegetaciji smo popisali 32 vrst. Od teh dvaintrideset vrst se jih le 13 pojavi na več kot dveh ploskvicah. Zastiranje teh vrst v mrazišču in na pobočju kaže grafikon 15 (tri vrste z zelo majhnim zastiranjem niso prikazane). Grafikon 16 pa kaže primerjavo povprečnega zastiranja treh najznačilnejših rastlinskih vrst med mraziščem in pobočjem. V mrazišču ima daleč največji delež borovnica (*Vaccinium myrtillus*) z 32,8 % zastiranjem, sledi kijasti lisičnjak (*Lycopodium clavatum*) z 7,9 % in gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*) z 2,0 %. Na pobočju pa zastrtost borovnice zelo pade saj le ta znaša le še 13,7 %, prav tako močno pade zastrtost kijastemu lisičnjaku 1,2 %, gozdna šašuljica pa poveča zastrtost na kar 14,1 %.



Grafikon 15: Prisotnost posameznih rastlinskih vrst v zeliščni plasti na ploskvicah v mrazišču in na pobočju.

V mrazišču sta konkurenčno najmočnejši borovnica (*Vaccinium myrtillus*) in kijasti lisičnjak (*Lycopodium clavatum*), na pobočju pa se borovnici pridruži gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*).



Grafikon 16: Povprečno zastiranje najpomembnejših rastlinskih vrst v mrazišču in na pobočju.

Legenda:

Vrsta 1: borovnica (*Vaccinium myrtillus*)

Vrsta 2: kijasti lisičnjak (*Lycopodium clavatum*)

Vrsta 3: gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*)

Med rastlinami z manjšim zastiranjem pa izstopata predvsem vejicati šaš (*Carex pilosa*), ki ima v mrazišču povprečno zastiranje 2,85 % na pobočju pa se ta dvigne na 4,17 % in navadni jagodnak (*Fragaria vesca*), ki ima v mrazišču zastiranje 0,60 %, na pobočju pa 3,06 %.

Vrste z zelo razvitim koreninskim sistemom in bujnim nadzemnim delom so smreki zelo konkurenčne. Značilen predstavnik je gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*). Ta ima zelo veliko povprečno zastiranje predvsem na pobočju. Tu ima največjo zastiranje v položajih v sestojni vrzeli z večjim direktnim sončnim sevanjem. V mrazišču pa je v nekaterih položajih smreki najkonkurenejša borovnica (*Vaccinium myrtillus*), ki je lahko visoka tudi do 35 cm.

Mahovi niso ne v mrazišču in ne na pobočju močnejše zastopani. V mrazišču se ponekod pojavljajo šotni mahovi (*Sphagnum sp.*), na pobočju pa se pojavlja islandski lišaj (*Cetraria islandica*).

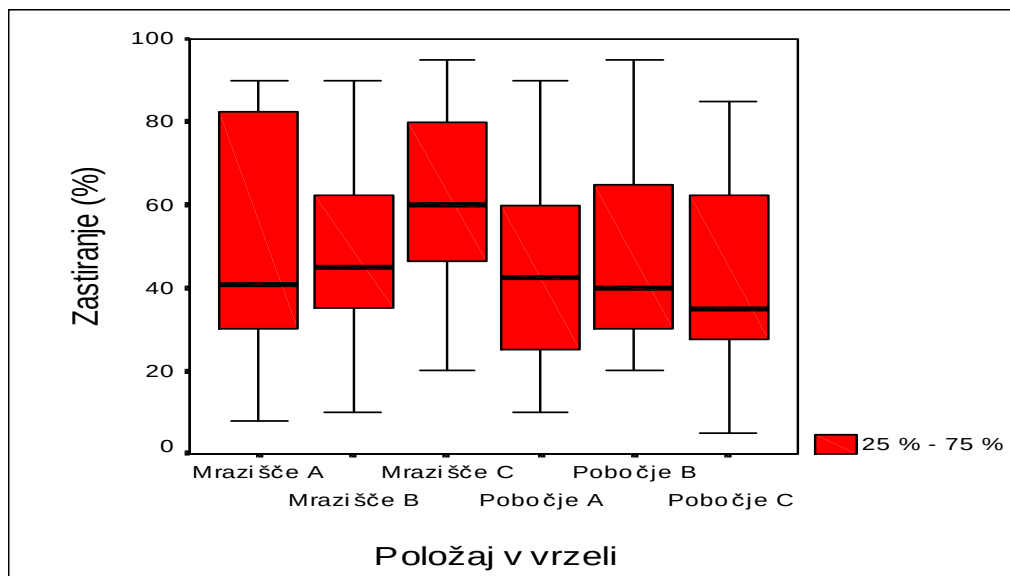
Povprečno zastiranje pritalne vegetacije je mrazišču 50 %, na pobočju pa 40 %. Na pobočju je torej za 10 % manjše kot v mrazišču, vendar pa se povprečno število vrst na ploskvi med stratumoma ne razlikuje veliko. V mrazišču je povprečno število vrst na ploskvi 4,6, na pobočju pa 4,3.

5.9.2 VPLIV ZELIŠČNE PLASTI NA USPEŠNOST POMLAJEVANJA

Na pojav in razvoj smrekovega mladja poleg sončnega sevanja, prisotnosti organskega materiala, makro in mikrolege, globine tal ter humusa vpliva tudi zeliščna plast s svojim zastiranjem. Iz grafikona 17 lahko vidimo, da je v mrazišču največje zastiranje pritalne vegetacije v položaju C, hkrati pa je v mrazišču zastrtost tal s pritalno vegetacijo v položajih B in C večja kot na pobočju. Zanimivo je, da je na pobočju najmanjše zastiranje v položaju C, vendar razlike niso velike.

S pomočjo Spearmanove korelacije ranga smo ugotavljali, kako vpliva zastiranje borovnice v mrazišču in zastiranje gozdne šašuljice na pobočju na gostoto in prirastek pomladka. Ugotovili smo, da borovnica na gostoto in prirastek pomladka ne vpliva, gozdna šašuljica pa na pobočju na njegovo gostoto vpliva negativno (značilnih razlik nismo ugotovili, vendar je R precej velik in negativen ($p = 0,091$)).

Manjše zastiranje s pritalno vegetacijo na pobočju torej ne pomeni, da so tu razmere za pomlajevanje ugodnejše, ker se tu pojavlja gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*), ki spada med trave, te pa tvorijo gost pletež korenin, ki predstavlja mehansko oviro za semenice, hkrati pa je tudi glavni porabnik vode in hranil (HORVAT – MAROLT 1967).



Grafikon 17: Zastiranje zeliščne plasti po položajih A, B in C.

S pomočjo Spearmanove korelacije ranga smo ugotavljali vpliv potencialnega direktnega in difuznega sončnega sevanja na zastiranje zeliščne plasti. Rezultate prikazuje preglednica 24.

Preglednica 24: Rezultati Spearmanove korelacije ranga za potencialno direktno sončno sevanje in delež difuznega sončnega sevanja v odvisnosti od zastiranja zeliščne plasti.

	N	Potencialno direktno sevanje		Delež difuznega sevanja	
		Spear. R	p-nivo	Spear. R	p-nivo
Zeliščna plast	144	0,122	0,144	0,332***	0,000

Koeficient korelacije ranga je statistično značilen le za difuzno sončno sevanje, medtem ko za potencialno direktno sončno sevanje to ne velja. Zeliščna plast je v pozitivni korelaciji z difuznim sevanjem. Razlog, zakaj to ne velja tudi za direktno sončno sevanje, je lahko tudi večja sušnost in večje zastiranje smreke v legah z večjim direktnim sončnim sevanjem.

Na zastiranje zeliščne plasti vpliva tudi mikrorelief. Njegov vpliv je statistično neznačilen, vendar pa nam primerjava aritmetičnih sredin zastiranja med mraziščem in pobočjem ter med konkavnimi in konveksnimi legami nakazuje določene posebnosti. V mrazišču je zastiranje zeliščne plasti v konkavnih legah manjše (51,9 %) kot v konveksnih legah (54,7 %), na pobočju pa je ravno obratno. Zastiranje v konkavnih legah je tu 45,3 %, v konveksnih pa 43,9 %.

Preglednica 25 nam prikazuje odvisnost števila pomladka (N), povprečne višine pomladka (h_p) in povprečnega prirastka pomladka (ih_p) od zastiranja zeliščne plasti v mrazišču in na pobočju.

Preglednica 25: Odvisnost števila pomladka (N), povprečne višine pomladka (h_p) in povprečnega prirastka pomladka (ih_p) od zastiranja zeliščne plasti v mrazišču in na pobočju.

Stratum	Število pomladka (N)	Povprečna višina poml. (h_p)	Povprečni prirastek poml.
	Spearmanov R		
	$N=36$	$N=72$	$N=72$
Mrazišče	-0,057	0,262*	0,138
Pobočje	-0,384*	0,281*	0,135

Tako v mrazišču, kot na pobočju je Spearmanov R značilno različen od nič, kar pomeni, da je višina pomladka v pozitivni odvisnosti z zastiranjem zeliščne plasti. Večje zastiranje zeliščne plasti je povsod tam, kjer so ugodnejši pogoji za njen razvoj (svetloba, toplota, voda), zato je tu večja tudi višina pomladka. Hkrati pa večje zastiranje otežuje pomlajevanje smreke, kar se kaže v negativni odvisnosti z zastiranjem zeliščne plasti na pobočju. Prav tako pa se negativna odvisnost nakazuje tudi v mrazišču, vendar ni statistično značilna.

5.10 REZULTATI ANALIZE NA PLOSKVI OB BARJU ŠIJEČ

Preglednica 26 nam prikazuje rezultate meritev na ploskvi ob barju Šijec. Vidimo, da so vrednosti direktne svetlobe precej velike, med ploskvicama pa se število ur potencialnega sončnega sevanja razlikuje le za 4,1 h / leto. Na ploskvici, ki smo jo postavili na nepomlajeno površino je vrednost difuzne svetlobe manjša za 3,1 %, kar ni veliko, zanimivo pa je, da sta obe vrednosti zelo majhni glede na veliko količino direktne svetlobe. Razlog za to leži v obliki vrzeli, ki je bila sestavljena iz treh ozkih krakov usmerjenih proti JV, J in JZ, obdajal pa jo je strnjen sestoje. Globina tal se med ploskvicama ne razlikuje in ni omejujoč faktor.

Preglednica 26: Rezultati meritev na ploskvi ob barju Šijec.

	Direktna svetloba (h / leto)	Difuzna svetloba (%)	Globina tal (cm)
Nepomlajena površina (PL1)	449,6	17,2	nad 65 cm
Pomladek (PL2)	445,7	20,3	nad 65 cm

Pomladek na ploskvici PL2 je imel višino od 30 do 38 cm ($M = 32$ cm) in prirastek od 5 – 11,5 cm ($M = 6$ cm). Prirastki so zelo veliki, torej so razmere za razvoj mladja na tem mestu ugodne.

Opazili pa smo določene razlike v porazdelitvi direktnega sončnega sevanja med letom. Nepomlajena ploskvica PL1 ima kar 29 % vsega direktnega sončnega sevanja izven rastne dobe, pomlajena ploskvica PL2 pa le 13 %. Ker leži ploskvica PL1 nekoliko bližje krošnjam dreves lahko prihaja tudi do vpliva prestrezanja snega, ki se odlaga na pomlajeno površino ploskvice PL2. Manjša zaščita s snegom in večje direktno sončno obsevanje pa lahko povzroči pojav mrazne suše in s tem propad pomladka.

Da bi potrdili to domnevo bi morali v zimskem času opazovati odlaganje snega s krošenj okoliških dreves. Za natančnejšo pojasnitev pojava pa bi morali podrobneje raziskati tudi talne razmere in mikorizo.



Fotografija 6: Ostra meja med pomlajeno in nepomlajeno površino.

6 SKLEPNE UGOTOVITVE

V subalpinskem smrekovem gozdu je pomanjkanje toplote zelo pogosto dejavnik minimuma za preživetje in rast smrekovega mladja. Mladje smreke lahko pomanjkanje toplote nadomesti z boljšo izrabo svetlobnih razmer ali drugih rastiščnih dejavnikov. Predvsem direktno sončno sevanje je v visokogorskem gozdu odločilnega pomena za naravno pomlajevanje (DIACI 1999).

Uspešnost pomlajevanja je odvisna od svetlobnih razmer, vendar pa se pomen svetlobe med makrolegama razlikuje. Ugotovili smo, da na pobočju gostota pomladka v legah z večjim direktnim sončnim sevanjem značilno manjša. Večje direktno sončno sevanje lahko povzroči izsušitev zgornje plasti tal (DIACI et. al. 1999), kar otežkoča uspešno nasemenitev. Nadaljnji razvoj pomladka pa je ob večjem direktnem sevanju uspešnejši. Isto velja tudi za difuzno sevanje.

Direktna in difuzna svetloba na nasemenitev in razvoj pomladka ne vplivata povsem ločeno. Ob proučevanju hkratnega vpliva smo ugotovili, da dosega pomladek v mrazišču največje prirastke ob večjem direktnem in difuznem sončnem sevanju na pobočju pa je pomlajevanje najuspešnejše predvsem ob majhnih vrednostih direktne in difuzne svetlobe. Posledica tega je, da je navkljub večjemu direktnemu sevanju gostota pomladka na pobočju značilno manjša. Ob močnem direktnem sevanju in pobočju, usmerjenemu proti jugozahodu, prihaja do pregrevanja in izsušitve zgornje plasti tal.

Potencialno direktno sončno sevanje vpliva tudi na nadaljnji razvoj pomladka, vendar pa je tudi tu njegov vpliv med makrolegama različen. Ob proučevanju povprečnega prirastka smo ugotovili, da je ta v mrazišču je vseskozi večji od povprečnega prirastka na pobočju in z večanjem števila ur sončnega sevanja med letom vseskozi narašča, vendar to naraščanje pri sevanju nad 200 - 300 h / leto ni več veliko. Pri teh vrednostih direktnega sončnega sevanja najverjetneje svetloba ni več omejitveni faktor razvoja mladja. Na pobočju so absolutne vrednosti povprečnega prirastka manjše. Pri sevanju nad 300 h / leto pa se začne povprečni prirastek celo zmanjševati, saj so takšna rastišča sušnejša.

Največje gostote mladja so, tako v mrazišču kot na pobočju, prisotne v malih vrzelih. V teh je konkurenca zeliščne plasti manjša. Povprečna zastrtost z zelišči na pobočju v mali vrzeli je 28,3 % (srednjevelika vrzel 52,2 %), v mrazišču pa je le ta v mali vrzeli 50,6 %, v srednjeveliki vrzeli pa 55,8 %. V mrazišču v srednjevelikih vrzelih največja gostota mladja v sredini vrzeli, na pobočju pa je prav tu najmanjša, kar kaže, da so razmere za pomlajevanje na pobočju ob velikem sončnem sevanju zelo neugodne.

Ob uspešni nasemenitvi je nadaljnji razvoj pomladka v mrazišču uspešnejši v srednjeveliki vrzeli, na pobočju pa v mali vrzeli. Hkrati pa je uspešnost razvoja odvisna tudi od položaja v vrzeli. Razen v mali vrzeli v mrazišču, kjer pomladek dosega največje prirastke v sredini vrzeli, je povsod najuspešnejši razvoj pomladka na severnem robu sestojne vrzeli, kjer je manjše zastiranje zeliščne plasti.

Eden od dejavnikov, ki vplivajo na uspešnost pomlajevanja, je tudi globina tal. Ugotovili smo, da ima največji pomen predvsem na pobočju. V mrazišču je izrazito manjša gostota pomladka le do globine tal 10 cm, pobočju pa gostota pomladka z globino tal vseskozi narašča. Tla, ki so globlja, lahko zadržijo več vlage, kar je na pobočju še posebej pomembno.

V obeh stratumih globina tal ugodno vpliva na uspešnost nasemenitve. Med globino tal in višino pomladka in globino tal in povprečnim prirastkom pomladka pa odvisnosti nismo odkrili. Iz tega lahko sklepamo, da ima globina tal na uspešno nasemenitev pomemben vpliv, na nadaljnji razvoj pomladka pa je le ta manjši.

Na pobočju poteka zaradi sušnosti razgradnja organskih snovi počasneje, zato je tu globina humusa precej večja. V mrazišču pa je globina humusa manjša, razgradnja organskih snovi pa je počasnejša le v konkavnih legah zaradi nižjih temperatur. V takšnih legah je bilo prisotno le manjše število višjih osebkov, ki so preživel pozebe. Tudi na pobočju večja globina humusa nakazuje razmere, ki so za razvoj pomladka manj primerne, saj tu zaradi sušnosti poteka počasna razgradnja organskih snovi, hkrati pa pomanjkanje vode zavira razvoj pomladka.

Ob proučevanju hkratnega vpliva direktne svetlobe in humusa na uspešnost nasemenitve in razvoj pomladka smo opazili, da je v mrazišču najuspešnejša nasemenitev, če je prisotno veliko direktne svetlobe in malo humusa (prisotnost humusa nakazuje hladnejše lege). Največje prirastke pa pomladek dosega ob prisotnosti velike količine humusa in direktnega sončnega sevanja. Na pobočju je pomlajevanje najuspešnejše predvsem ob majhnih vrednostih direktne svetlobe. Prirastek pa je seveda večji ob večjih vrednostih direktne svetlobe, vendar je na pobočju glavni problem pojav pomladka.

V mrazišču ima pri pomlajevanju pomembno vlogo tudi mikrorelief, saj smo pri preverjanju razlik med mikroreliefom sistematično postavljenih ploskvic in njihovih parov ugotovili, da obstajajo značilne razlike v mikroreliefu v mrazišču. Na pobočju razlik nismo odkrili. Tu je konveksna lega nekoliko ugodnejša, kar se kaže v nekoliko večji gostoti pomladka in nekoliko večjih povprečnih prirastkih. Pomlajevanje je uspešnejše na konveksnih legah, kjer je vpliv mrazišča manjši. Konveksna lega je za pomlajevanje nekoliko ugodnejša tudi na pobočju, uspešnost nadaljnjega razvoja pa je celo manjša. Ugotovimo lahko torej, da ima oblikovanost mikroreliefa, tako kot globina tal, največji pomen predvsem pri nasemenitvi, na nadaljnji razvoj pomladka pa nima več pomembnejšega vpliva.

V konveksnih legah je precej več mrtve lesne mase kot v konkavnih. Zaradi večje sušnosti je razgradnja mrtve lesne mase na konveksnih legah počasnejša, hkrati pa prisotnost mrtve lesne mase izboljšuje mikrorastiščne razmere na teh legah, kar je ugodnejše za pomlajevanje.

V mrazišču je razvoj pomladka uspešnejši, če je mrtva lesna masa prisotna, saj so ob njeni prisotnosti povprečne višine in povprečni prirastki značilno večji. Po ugotovitvah Eichrodta (EICHRODT 1967) predstavljajo površnice, na katerih je razpadajoča lesna substanca, mikrorastišča s posebnimi kemičnimi, fizikalnimi in biološkimi lastnostmi. Ostanki razpadajočih korenin, panjev in drugih organskih primesi v tleh predstavljajo tudi mesta z višjo stopnjo vlage.

Na pobočju pa prisotnost mrtve lesne mase ugodno vpliva tudi na gostoto pomladka. Mrtva lesna masa zmanjšuje konkurenco trav, ki drugače s svojim tesnim koreninskim pletežem otežkočajo pomlajevanje. Prhneči les ni idealen hranilni substrat, zato pa ima ugodne fizikalne lastnosti (HORVAT- MAROLT 1979). Zlasti dobra je preskrba z vodo, ki je za kaljivost posebej pomembna. Na prhnečem lesu skoraj ni konkurenčne vegetacije, hkrati pa panji, ležeča debela in izrjavani koreninski pleteži predstavljajo za pomlajevanje ugodne dvignjene lege.

Večja višina in prirastek pomladka na pobočju na ploskvicah s prisotno mrtvo lesno maso nakazuje le ugodne svetlobne razmere, gostota pomladka, ki se je pojavil na mestih brez mrtve lesne mase pa je zelo majhna. Ker je na pobočju je glavni problem pojav pomladka in ne njegov nadaljnji razvoj je prisotnost mrtve organske snovi vsekakor zaželjena.

V zeliščni plasti so vrste z močno razvitim koreninskim sistemom in bujnim nadzemnim delom smreki močno konkurenčne. Značilen predstavnik je gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*), ki ima zelo veliko zastiranje predvsem na pobočju. Tu ima največjo zastiranje v srednjeveliki sestojni vrzeli, v položajih, kjer so vrednosti direktnega sončnega sevanja največje.

Na pojav in razvoj smrekovega mladja poleg sončnega sevanja, prisotnosti organskega materiala, makro in mikrolege, globine tal ter humusa vpliva torej tudi zeliščna plast s svojim zastiranjem. Največja zastrtost tal s zeliščno plastjo v mrazišču je na severnem robu sestojne vrzeli (položaj C), vendar tu prevladuje v zeliščni plasti borovnica (*Vaccinium myrtillus*), ki ima na uspešnost nasemenitve manjši vpliv. Na pobočju pa je v tem položaju zastrtost z zeliščno plastjo najmanjša. Z vidika pomlajevanja je na pobočju najmanj primeren položaja B, saj je tu zelo velika zastrtost z zeliščno plastjo v kateri prevladuje gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*).

Mikrorelief vpliva tudi na zastiranje zeliščne plasti, saj je v mrazišču zastiranje zeliščne plasti največje v konveksnih legah, ker so tu ugodnejše toplotne razmere, na pobočju pa je največje zastiranje v konkavnih legah zaradi večje vlažnosti tal.

Tako v mrazišču, kot na pobočju je višina pomladka v pozitivni odvisnosti z zastiranjem zeliščne plasti. Večje zastiranje pritalne vegetacije je povsod tam, kjer so ugodnejši pogoji za njen razvoj (svetloba, toplota, voda), zato je tu večja tudi višina pomladka. Hkrati pa večje zastiranje otežuje pomlajevanje smreke, kar se kaže v negativni odvisnosti gostote pomladka z zastiranjem zeliščne plasti na pobočju. Prav tako pa se negativna odvisnost nakazuje tudi v mrazišču.

Pri analizi sestojne vrzeli ob barju Šijec, ki je bila prostorsko nekoliko odmaknjena, in je imela zelo ostro mejo med pomlajeno in nepomlajeno površino smo opazili določene razlike v porazdelitvi sončnega sevanja med letom. Nepomlajena ploskvica ima 29 % vsega potencialnega direktnega sončnega sevanja izven rastne dobe, pomlajena ploskvica pa le 13 %. Ker leži nepomlajena ploskvica nekoliko bližje krošnjam dreves lahko prihaja do vpliva prestrezanja snega, ki se odlaga na pomlajeno površino. Manjša zaščita s snegom in večje sončno obsevanje pa lahko povzroči pojav mrazne suše in s tem propad pomladka. Razlog za različno uspešnost nasemenitve pa lahko leži tudi v drugačnih talnih pogojih ali v mikorizi.

Primerjava uspešnosti pomlajevanja med makrolegama mrazišče in pobočje nam kaže, da sta potrebna dva različna gojitvena pristopa k obnovi gozda. V našem primeru so bile proučevane vrzeli velike do 2 ara (male vrzeli) in 6 do 8 arov (srednjevelike vrzeli). V mrazišču so verjetno najprimernejše vrzeli velikosti med malo in srednjeveliko vrzeljo, saj v manjših vrzelih v mrazišču po nekaj letih životarjenja smrekovo mladje propade (DIACI et. al. 1999). Zaradi mraziščnega značaja je za preživetje pomladka potrebno nekoliko več direktnega in difuznega sončnega sevanja. Za uspešno nasemenitev naj potencialno direktno sončno sevanje ne bi preseglo od 1h 20 minut do 1h 40 minut na dan v rastni dobi, oziroma 250 – 300 h / leto. Najugodnejša položaja v vrzeli sta B in C.

Na pobočju pa so najprimernejše nekoliko manjše vrzeli z malo direktne in difuzne svetlobe. Za uspešno nasemenitev naj potencialno direktno sončno sevanje ne bi preseglo od 1h do 1h 20 minut na dan v rastni dobi, oziroma 180 – 220 h / leto. Tu je glavni problem otežkočeno pomlajevanje zaradi sušnosti in konkurence pritalne vegetacije. Širjenje vrzeli je smiselno šele po uspešni pomladitvi. Primerno je puščanje ostankov

krojenja in odmrlih dreves v vrzeli. To izboljšuje mikroklimatske razmere in zmanjšuje konkurenco pritalne vegetacije. Te ugotovitve pa veljajo le za ta okoliš in jih ne smemo prenašati v razmere z večjo vlažnostjo (proti severozahodu) ali z še bolj izraženim mraziščnim značajem.

Dober znak za uspešno nasemenitev je gostota mladja po ploskvicah. V prvi fazi bomo vrzeli oblikovali tako, da bomo imeli čim več takšnih položajev, ki so ugodni za nasemenitev oziroma položajev, kjer smo ugotovili visoko gostoto mladja. Ko je nasemenitev enkrat uspela pa nas zanima nadaljnji razvoj mladja, ki ga najlažje karakterizira višinski prirastek. To pomeni, da geometrija vrzeli, ki je ugodna za nasemenitev ni nujno ugodna za nadaljnji razvoj mladja.

7 POVZETEK

Gozdovi Pokljuke spadajo v altimontanski in subalpinski pas in ležijo na obrobju Julijskih Alp. Prištevamo jih med visokogorske in subalpinske gozdove. Zanje veljajo nekatere posebnosti, katere moramo pri gospodarjenju s temi gozdovi upoštevati. Nadmorska višina je eden od dejavnikov, ki skupaj z dejavniki podnebja, tal in življenja opredeljujejo rastiščne razmere.

Gozdovi, v katerih smo opravili raziskavo, ležijo v okolici planine Javornik na jugozahodnem pobočju vzpetine Lipenšči hrib in pod njim v depresiji Rudne doline. Manjši del raziskave pa je bil opravljen tudi v okolici barja Šijec. Matično podlago predstavlja karbonatna in mešana morena. Prevladujejo mineralno bogata, a razvojno mlada, malo ustaljena in labilna tla. Prevladuje alpsko podnebje, oziroma višinsko podnebje gorskih planot in kotanj.

Smreka je bila prisotna v večjem ali manjšem deležu od preboreala do danes. Pred 200 do 300 leti pa jo je na račun bukve začel močno pospeševati človek. Naravni smrekovi gozdovi so ostali le na mestih, kjer so to dovoljevale ekološke razmere.

V okolici planine Javornik smo izbrali primerno število različno velikih sestojnih vrzeli v mrazišču ter na pobočju v katere smo postavili mrežo vzorčnih ploskvic. Na teh ploskvicah smo analizirali mladje smreke, direktno in difuzno svetlobno sevanje, pritalno vegetacijo, gozdna tla (globino tal, globino humusnega horizonta in mrtvo lesno maso) in mikorelief.

Za pomlajevanje je najpomembnejše direktno sončno sevanje. Ugotovili pa smo, da se njegova vloga med makrolegama mrazišče in pobočje bistveno razlikuje. Primerjava uspešnosti pomlajevanja med makrolegama nam kaže, da sta potrebna dva različna gojitvena pristopa k obnovi gozda. V mrazišču je glavni problem pomanjkanje toplote, zato so tu verjetno najprimernejše vrzeli velikosti med malo in srednjeveliko vrzeljo. Zaradi mraziščnega značaja je za preživetje pomladka potrebno nekoliko več direktnega in difuznega sončnega sevanja. Za uspešno nasemenitev naj potencialno direktno sončno sevanje ne bi preseglo od 1h 20 minut do 1h 40 minut na dan v rastni dobi. Na pobočju pa

je glavni problem sušnost in konkurenca pritalne vegetacije, zato so najprimernejše manjše vrzeli. Za uspešno nasemenitev naj potencialno direktno sončno sevanje ne bi bilo daljše od 1h do 1h 20 minut na dan v rastni dobi.

Poleg svetlobnih razmer na pomlajevanje vpliva tudi mikrorelief. Oblikovanost mikroreliefa največji pomen predvsem v mrazišču, kjer vpliva najbolj na številčnost pomladka, na njegov nadaljnji razvoj pa nima več pomembnejšega vpliva.

Na pojav in razvoj smrekovega mladja vpliva tudi zeliščna plast s svojim zastiranjem. Večje zastiranje otežuje pomlajevanje smreke, kar velja predvsem za pobočje, kjer se pojavlja gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*).

Predvsem na pobočju ima velik pomen tudi prisotnosti mrtve lesne mase. Število pomladka je ob njeni prisotnosti značilno večje. Razlog za to je v zmanjšani konkurenci trav, ki drugače s svojim tesnim koreninskim pletežem otežkočajo pomlajevanje. Prhneči les ni idealen hranilni substrat, zato pa ima ugodne fizikalne lastnosti (HORVAT- MAROLT 1979).

Pri analizi sestojne vrzeli ob barju Šijec, ki je imela zelo ostro mejo med pomlajeno in nepomlajeno površino, smo opazili razlike v porazdelitvi potencialnega direktnega sončnega sevanja med rastno dobo in izven nje. Nepomlajena ploskvica ima precej več potencialnega direktnega sončnega sevanja izven rastne dobe kot pomlajena ploskvica. Hkrati leži nepomlajena ploskvica nekoliko bližje krošnjam dreves tako, da najverjetneje prihaja do vpliva prestrezanja snega, ki se odlaga na pomlajeno površino. Manjša zaščita s snegom in večje sončno obsevanje pa lahko povzroči pojav mrazne suše in s tem propad pomladka. Vzrok za različno uspešno nasemenitev pa lahko leži tudi v mikorizi.

8 SUMMARY

The forests of Pokljuka belong to altimontane and subalpine belt. They are situated on the edge of the Julian Alps. They are classified as subalpine forests. The mountain forests have some special characteristics we have to consider when we manage them. The altitude is one of the factors, which, together with climate, soil and life, determine the growing site conditions.

The forests, in which the research was carried out, are situated in the surroundings of the mountain pasture Javornik and under the pasture, in the depression of Rudna valley. A minor part of the research was carried out also in the surroundings of the Šijec peat bog. The underlying bedrock consists of carbonate and mixed moraine. Rich in minerals, but evolutionally young, unstable labile soil predominates. The prevalent climate is alpine, or high – altitude climate of plateaus and basins. The spruce has been present in these forests although its share has varied, since preboreal. 200 to 300 years ago, man began to promote the Norway spruce instead of the beech. Today, natural Norway spruce stands remain only in the locations with favorable ecological conditions for the spruce.

In the surroundings of the Javornik pasture the appropriate number of differently sized gaps were selected. Into the gaps the net of sampling plots was placed. These sampling plots were analyzed for spruce seedlings, direct and diffuse solar radiation, forest ground vegetation, soil conditions (soil and humus layer depth and presence of dead wood mass) and micro relief.

Direct solar radiation is the most important for successful natural regeneration. Nevertheless, we found out that the role of direct solar radiation varies greatly between the macro sites frost land and slope. A comparison of regeneration variability between the macro sites shows that the different silvicultural approaches are needed. The main problem in frost land is lack of warmth, and here the size of the most appropriate gaps ranges between our small and medium – sized gaps. Because of the temperature inversion, more direct and diffuse solar radiation for the development of the seedlings is needed. To

achieve successful seeding, direct solar radiation should not exceed 1^h 20' to 1^h 40' a day in the growing period. On the slope the main problem is drought and the competition of the forest ground vegetation. Smaller gaps proved most appropriate. To achieve successful seedling, direct solar radiation should not exceed 1^h to 1^h 20' a day in the growing period.

Micro relief is another important regeneration factor. Its shape is of at most importance in frost land where it influences the number of seedlings strongly, but has no significant influence on further seedlings development.

The forest ground vegetation cover also affects the accuracy and development of Norway spruce seedlings. Higher degree of herbal vegetation cover holds back regeneration of the spruce. This effect is mainly present slopes, where *Calamagrostis arundinacea* can be found.

Presence of dead wood mass has a significant influence mainly on the slope. The number of seedlings is significant higher when dead wood mass is present. Dead wood mass reduces the grasses competition. The grasses with well-developed root system represent strong competition for the Norway spruce. Moulding wood is not ideal as a nutritious substratum, but it has favorable physical characteristics (HORVAT- MAROLT 1979).

The analysis of the stand gap with a very sharp border between the regenerated and open surface has revealed differences in distribution of direct solar radiation, between the growing and outside the growing period. The plot with no seedlings has considerably more direct solar radiation outside the growing period as the regenerated plot. The unregenerated surface is also closer to the spruce crowns. The crowns intercept the snow, which has deposited on the regenerated surface. Lower protection by snow and higher solar radiation can result in the appearance of the frost drought and decline of the seedlings. The cause for different variability of seedling can also be mycorrhiza.

9 ZAHVALA

Najprej bi se rad zahvalil doc. dr. Juriju Diaciju za pomoč in usmerjanje pri delu.

Prof. dr. Marku Accettu se zahvaljujem za opravljeno recenzijo.

Zahvalil bi se rad tudi zaposlenim v KE Zavoda za gozdove Bled, ki so mi pomagali pri terenskem delu in mi posredovali informacije, katere sem potreboval pri diplomskem delu.

Pri zbiranju podatkov na terenu mi je pomagal tudi oče. Zahvaljujem se mu za pomoč, družini pa za potrpežljivost v času pisanja diplomskega dela.

Nazadnje bi se rad zahvalil tudi Bredi Gladek s sobelavci, ki so mi pomagali pri računalniški obdelavi fotografij in vsem ostalim, ki so kakorkoli pomagali pri izdelavi te naloge.

10 LITERATURA IN VIRI

ATLAS SLOVENIJE, 1986. Geodetski zavod SR Slovenije, Mladinska Knjiga, Ljubljana, 367 str.

BEGON, M. / HARPER, J. L. / TOWNSEND, C. R., 1996. Ecology: individuals, populations and communities. – Boston, Blackwell Scientific Publications, 1068 str.

BONČINA, A. / MIKULIČ, V., 1998. Posebnosti strukture gozdov, gojenja, načrtovanja in gospodarjenja v Sloveniji vzdolž gradienta nadmorske višine. – V: Gorski gozd (ed. J. Diaci), gozdarski študijski dnevi (19; 1998; Logarska dolina). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, str. 29-52.

BRUNNER, A., 1994. Ökologische Lichtmessung im Wald. – Forstarchiv, 65, str. 133 – 138.

BUDKOVIČ, L., Predstavitev Pokljuke. – Pokljuka, ustni vir, avgust 1998.

CIESLAR, A., 1904. Die Rolle des Lichtes im Walde. – Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, 30, sr. 1 – 105.

CULIBERG, M. / ŠERCELJ, A. / ZUPANČIČ, M., 1981. Palynologische und Phytozönologische Untersuchungen auf den Ledine am hoch Plateau Jelovica. - Razprave SAZU IV, 23 / 6, str. 175 – 193.

ČUK, C. / PAVŠER, M. / PISKERNIK, M., 1968. Gozdna rastišča in gojenje gozdov Triglavskega gozdnogospodarskega območja v luči sodobnih rastiščnih raziskovanj. – Gozdarski vestnik, 26, št. 7 – 8, str. 193 – 218.

- DIACI, J. / SMOLEJ, I. / RUPEL, M., 1999. Zaključno poročilo o delu na raziskovalni nalogi "Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja (1996 – 1998)". Podprojekt: Raziskave svetlobnih razmer in zakonitosti pomlajevanja smreke na trajni raziskovalni ploskvi Šijec. – Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 23 str.
- DIACI, J., 1999. Meritve sončnega sevanja v gozdu – I. Presoja metod in instrumentov. – Zbornik gozdarstva in lesarstva 58, str. 105 – 138.
- EICHRODT, R., 1969. Über die Bedeutung von Moderholz für die natürliche Verjüngung in subalpinen Fichtenwald. – Diss. No. 4261. Zürich, ETH, 122 str.
- GOBEC, J., 1998. Pomlajevanje nasadov smreke (*Picea abies* Karst.) na Rudnici pri Podčetrtku. – Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 64 str.
- Gozdnogospodarski načrt za GGE Pokljuka 1996 – 2005. 2000. Bled, Zavod za gozdove Slovenije, OE Bled. 180 str.
- HOČEVAR, A. / PETKOVŠEK, Z., 1988. Meteorologija. Osnove in nekatere aplikacije. – Ljubljana, Partizanska knjiga, TOZD Založba, 219 str.
- HORVAT – MAROLT, S., 1978. Kakovost smrekovega mladja v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih alp. – Doktorska disertacija, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 111 str.
- HORVAT – MAROLT, S., 1984. Kakovost smrekovega mladja v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih alp. – Zbornik gozdarstva in lesarstva, 24, Ljubljana, str. 5 – 64.
- IMBECK, H. / OTT, E., 1987. Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der
-

Schneeablagerung. Mitteilungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee – und Lawinenforschung, 42, 202 str.

KLIMATOLOGRAFIJA SLOVENIJE 1961 – 1990, 1995. Padavine. – Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana, 393 str.

KOROŠEC, J., 1984. Pridelovanje krme na travinju. – Ljubljana, ČZP Kmečki glas, 276 str.

KOŠIR, J., 1992. Gozd in njegove funkcije v gorskem svetu. V: *Gorski svet - varstvo in razvoj* (ed. M. Močivnik), ZDIT GLS – Gozdarska založba, Bled. str. 21-56.

KOŠIR, Ž., 1979. Ekološke, fitocenološke in gozdnogospodarske lastnosti Gorjancev v Sloveniji. – Zbornik gozdarstva in lesarstva 17, Ljubljana, str. 1 – 242.

KÖSTLER, J. N., 1955. Der Bestockungsaufbau in der Waldbaulichen Bestandsdiagnose. – Allg . Forstschr. Nr. 1, str. 1 - 8.

KOTAR, M., 1977. Statistične metode – Izbrana poglavja za študij gozdarstva. – Ljubljana, Vtozd za gozdarstvo (Interno gradivo), 378 str.

KREČMER, V., 1966. Das Mikroklima der Kieferlochkahlschläge. - I. Teil: Einleitung, Strahlung. – Wetter und Leben, 18, 7 – 8, str. 133 – 141.

KUNZ, S., 1983. Anwendungsorientierte Kartierung der Besonnung im regionalen Masstab. – Geogr. Bernensia, 19, 87 str.

MARTINČIČ, A. / WRABER, T. / JOGAN, N. / RAVNIK, V. / PODOBNIK, A. / TURK, B. / VREŠ, B., 1999. Mala flora Slovenije. – Tehniška založba Slovenije, Ljubljana. 845 str.

MICROSOFT Excel 97 SLO, 1997. Računalniški program.

MITSCHERLICH, G. / KÜNSTLE, E. / LANNG, W., 1967. Ein Beitrag zur Frage der Beleuchtungsstärke im Bestande. – Allg. Forst. und. J. Ztg., 138, 10, str. 213 – 223.

MLINŠEK, D., 1992. Gojenje gozdov I in II – skripta za univerzitetni študij gozdarstva.

MRŠIĆ, N., 1986. Deževniki – biologija in gojenje. – Ljubljana, ČZP Kmečki glas, 71 str.

PAVŠER, M., 1968. Tla gozdov Pokljuke in Mežaklje. – Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, 111 str.

POLJANEC, A., 2000. Razvoj alpskega smrekovega gozda v dolini Lopučnice. – Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 84 str.

SPSS 8.0 for Windows, 1997. Računalniški program.

URBANČIČ, M. / KUTNAR, L., 1998. Pestrost talnih razmer in pritalne vegetacije gozdov na morenah poključke planote. – V: Gorski gozd (ed. J. Diaci), gozdarski študijski dnevi (19; 1998; Logarska dolina). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, str. 223 - 241.

WRABER, M., 1969. Pflanzegeographische Stellung und Gliederung Sloweniens. – Vegetatio 17, Haag, str. 176 – 199.