

Razvoj alpskega smrekovega gozda v dolini Lopusnice

Development of Alpine Spruce Forest in Lopusnica Valley

Aleš POLJANEC*

Izvleček:

Poljanec, A.: Razvoj alpskega smrekovega gozda v dolini Lopusnice. Gozdarski vestnik, št. 5-6/2000. V slovenščini, s povzetkom v angleščini, cit. lit. 22. Prevod v angleščino: Aleš Poljanec.

Prispevek obravnava zgradbo, razvoj in pomlajevanje alpskega smrekovega gozda v dolini Lopusnice. Ponovili smo meritve na trajni raziskovalni ploskvi pri Črnem jezeru in v njeni okolici. Študija kaže skromne spremembe v zgradbi gozda v zadnjih petnajstih letih. Opazen je postopen premik sestojev iz mlajše v srednjo optimalno fazo. Lesna zaloga je visoka (720 m³/ha), gozdovi pa še vedno močno priraščajo (7 m³/ha/leto). Krošnje dreves so dolge, ozke in zaradi rasti v šopih precej asimetrične. Smrekovo mladje je skromno prisotno. Pojav, rast in razvoj pomladka je zlasti odvisen od potencialnega direktnega sončnega sevanja, mikoreliefnih razmer in mrtve lesne mase.

Ključne besede: alpski smrekov gozd, razvoj gozda, krošnja, pomlajevanje, ekološki dejavnik.

Abstract:

Poljanec, A.: Development of Alpine Spruce Forest in Lopusnica Valley. Gozdarski vestnik, No. 5-6/2000. In Slovene with a summary in English, cit. lit. 22. Translated into English by Aleš Poljanec.

The article deals with the structure, development and regeneration of the Alpine spruce forest in the Valley of Lopusnica. The measurements were carried out on the permanent research plot by the Črno Jezero lake and its surroundings. The developmental trends of these stands, as well as the structure of Norway spruce crowns and regeneration processes were studied. The study has shown little changes in the past fifteen years. Growing stock is considerably high (720 m³/ha) and is increasing. The tree crowns are long, narrow and asymmetrical because the trees grow in clusters. Spruce regeneration is scarce. Regeneration emergence, growth and its development mainly depend on potential direct sunlight, micro-relief and dead wood mass.

Key words: Alpine spruce forest, forest development, tree crown, forest regeneration, ecological factor.

1 UVOD IN PREDSTAVITEV PROBLEMA

1 INTRODUCTION AND PRESENTATION OF THE PROBLEM

Mnogonamensko in sonaravno gospodarjenje z gozdovi zahteva vse bolj poglobljeno znanje o resnični naravi gozda, ki jo dobimo le v nedotaknjemem, povsem naravno nastalem gozdu. Tako se je pojavila potreba po načrtnem iskanju pragozdnih ostankov, ker pa je le-teh malo, je potrebno obstoječim pragozdnim površinam dodati nove gozdove, v katerih se ne bi gospodarilo. S tem bi razvoj v teh gozdovih stekel v smeri nemotene pragozdnega razvoja.

Tako je bila v sedemdesetih letih osnovana mreža gozdnih rezervatov, katere namen je:

- ustanoviti naravne raziskovalne laboratorije na različnih rastiščih, s čimer bo mogoče proučevati zakonitosti v naravi prepuščenem razvoju gozda in se dokopati do pomembnih spoznanj pri oblikovanju naravnega gozdarskega gozda (MLINŠEK et al. 1980);
- ohraniti naravno rodovitnost tal in biološko raznovrstnost ter s tem stabilnost in odpornost gozdnih in vseh ostalih ekosistemov.

Danes je v mrežo gozdnih rezervatov vključeno 237 gozdnih rezervatov s skupno površino 14.416 ha, kar predstavlja 1,3 % slovenskih gozdov (ROŽENBERGAR 1999). Ta mreža predstavlja eno izmed najpopolnejših mrež v Evropi. Kljub temu pa mreža gozdnih rezervatov v Sloveniji še ni zaključena in se bo v morala prihodnje še dopoljevati.

* A. P., univ. dipl. inž. gozd.,
Zavod za gozdove Slovenije,
Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

Velik pomen pri izbiri gozdnih rezervatov imajo gorski gozdovi, saj imajo ti še največ možnosti, da ohranijo svojo prvobitnost. Gorski gozdovi so zaradi odmaknjenosti in težke dostopnosti nezanimivi za gospodarsko rabo, opravljajo pa pomembno varovalno funkcijo. Razvoj gozda tu poteka počasi, gozd pa je zaradi skrajnostnih ekoloških pogojev stalno na preizkušnji. Eden takih gozdov je tudi alpski smrekov gozd v dolini Lopočnice.

Na pomembnost smrekovih gozdov v dolini Lopočnice je opozoril že Cvenkel (1986). Cvenkel je te gozdove natančno fitocenološko kartiral ter opisal njihovo zgodovino. V najbolj strnjenem delu smrekovega gozda je določil tudi trajno raziskovalno ploskev, ki mu je služila za opis zgradbe alpskega smrekovega gozda.

Leta 1998 smo ploskev drugič premerili in to stanje primerjali s stanjem iz leta 1983. S tem smo dobili pomembno informacijo o razvojnih zakonitostih alpskega smrekovega gozda. Poleg tega smo na trajni raziskovalni ploskvi določili tudi dve manjši ploskvi, na katerih smo podrobneje analizirali krošnje dreves in zgradbo sestojev. Zaradi izjemno slabe prisotnosti inicialne razvojne faze ter domnevnih problemov pri obnovi gozda smo z analizo pomlajevanja skušali pojasniti vpliv nekaterih ekoloških dejavnikov na pojav, rast in razvoj smrekovega mladja.

2 PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE

2 PRESENTATION OF THE RESEARCH AREA

Dolina Lopočnice leži v osrednjem delu Julijskih Alp in je ena izmed suhih dolin na sicer močno zakraseli Komni. Dolino so izdolbli ledeniki in potoki, ki so tekli proti Ukancu. Po gozdnogospodarski rajonizaciji gozdov leži dolina v gozdnogospodarski enoti Notranji Bohinj, ta pa v blejskem gozdnogospodarskem območju.

V tektonskem pogledu pripada obravnavano območje krnskemu pokrovu, ki ga sestavljajo predvsem zgornjetriasni in jurski apnenci ter jurski laporji (Melik v CVENKEL 1984). Relief je značilno visokogorsko kraški, s številnimi nadzemnimi (žlebiči, škraplje, vrtače, terase) in podzemnimi (brezna, jame) kraškimi pojavi (KADUNC / RUGANI 1998).

Klima je alpsko-kontinentalna z močnim sredozemskim vplivom, posledica česar so obilne padavine in hitre vremenske spremembe



Pogled na dolino Lopočnice z Vogla (1.541 m n. v.)

View to the Lopočnica Valley from Vogel (1,541 m)

(CVENKEL 1986, PRISTOV et al. 1998, GGN, 1995). Temperature med letom močno nihajo in lahko poleti narastejo na več kot 25° C, pozimi pa se temperatura spusti tudi pod -20° C. Povprečna letna količina padavin znaša 3.417 mm (PRISTOV et al. 1998). Padavine se pojavljajo vse mesece v letu, vendar lahko med letom razlikujemo dva maksimuma. Prvi se pojavi poleti (junij, julij), drugi pozimi (december, januar). Snežna odeja se na tem območju obdrži od novembra do maja (185 dni), v kotanjah in škrapljah pa do konca junija (GGN, 1995).

Ostri klimatski pogoji in močno korodirana matična podlaga nudijo slabe pogoje za nastanek tal. Skalovitost je velika in matična podlaga je propustna za vodo. Na območju smrekovega gozda prevladujejo plitva nerazvita tla, rendzine. V posameznih delih, zlasti v skalnih žepih in na dnu vrtač, se pojavljajo tudi rjava pokarbonatna tla (GGN, 1995).

V dolini Lopučnice se pojavljajo štiri gozdne združbe. Glede na velikost površine prevladujeta inicialni združbi *Rhodothamnio-Rhododendretum mughetosum* in *Rhodothamnio-Rhododendretum laricetosum*. Razmeroma velik del površine (194 ha) zavzema združba *Adenostylo glabrae-Piceetum*. Poleg teh se v okolici Črnega jezera v manjši meri pojavlja še združba *Anemone-Fagetum*.

Prisotnost človeka v teh predelih sega v čas selitve narodov. Njegov vpliv se je močno povečal v 15. in 16. stoletju, ko sta v ta prostor prišla živinoreja in rudarstvo, ki sta posredno in neposredno ogrozila gozd. Posegi v gorski gozd so bili čedalje močnejši. S pojavom oglarjenja in pridobivanjem pepelike v 18. in 19. stoletju so bili močno prizadeti listavci, zlasti buke. Poleg tega so bili gozdovi ves čas izpostavljeni paši. Leta 1871 so gozdovi prišli v upravo Kranjske industrijske družbe (KID). KID je kmalu zašla v krizo, iz katere se je hotela izkupati s prodajo lesa prav iz teh predelov. Tako so leta 1883 gozdove v dolini Lopučnice in Dolini Sedmerih jezer posekali praktično na golo (CVENKEL 1986).

Po poseku leta 1883 na gozd, razen paše, ni bilo večjih vplivov. Z zatonom planšarstva v tem stoletju in z ustanovitvijo alpskega varstvenega parka leta 1924 je bilo v dolini Lopučnice in Dolini Sedmerih jezer odpravljeno moteče delovanje človeka.

Danes spadajo gozdovi doline Lopučnice v osrednje območje Triglavskega narodnega parka (TNP), za katerega veljajo omejitve II. varstvene kategorije IUCN. Glavni cilji urejanja na območju II. kategorije so: varstvo, vzgoja in izobraževanje, raziskovanje, doživljanje in rekreacija. Izločene so gospodarske dejavnosti, kot so lov in ribolov, gozdarstvo, kmetijstvo, vodno gospodarstvo, komercialne oblike športno-rekreacijske dejavnosti in tekmovanja (ŠOLAR 1998).

Tudi stroka je te gozdove izločila iz gospodarske rabe in jih uvrstila med varovalne gozdove. Z novim gozdnogospodarskim načrtom (GGN, 1995) pa je bil dan celo predlog za razglasitev smrekovih gozdov doline Lopučnice za gozdni rezervat. Vse to nam zagotavlja, da bodo gozdovi nad Komarčo v bodoče varni pred večjimi gospodarskimi posegi.

V zadnjem obdobju se v dolini vse bolj povečuje turistično-rekreacijska funkcija, saj sta tako dolina Lopučnice kot tudi Dolina Sedmerih jezer eni izmed najbolj zelenih planinskih ciljev v Julijskih Alpah. Posledice velikega navala planincev, zlasti v poletnih mesecih, se že kažejo na občutljivih jezerskih ekosistemih. Kako pa bo turizem vplival na nadaljnji razvoj teh gozdov, je težko napovedati.

3 METODE DE LA

3 METHODS OF WORK

Trajna raziskovalna ploskev (30×275 m) s površino 8.250 m² je bila osnovana in prvič izmerjena leta 1983 (CVENKEL 1986). Ploskev leži na SV pobočju Korit v dolini Lopučnice in seka najbolj strnjen del subalpinskega smrekovega gozda.

Pri ponovnem popisu ploskve smo dosledno upoštevali metodologijo, zastavljeno pri snemanju ničelnega stanja (CVENKEL 1984). Za vsako drevo na ploskvi smo ocenili ali izmerili drevesno vrsto, prsni premer, združbene razmere, sijojevitost, razvojno težnjo, vitalnost, zdravstveno stanje in stopnjo prizadetosti. S sistematičnim vzorcem smo izmerili 15 % drevesnih višin. Ostale višine smo ugotovili računsko. Izračun lesne mase za smreko je bil narejen s pomočjo računalnika, z uporabo volumske funkcije, kjer sta vhodna podatka prsni premer in višina (KOTAR 1979). Volumen ostalih dreves smo ugotovili s pomočjo dvovhodnih deblovnic. Prirastek smo ugotavljali po kontrolni metodi. Za oceno mrtve lesne mase smo na ploskvi izmerili prsni premer in drevesno višino tudi vsem padlim in stoječim mrtvim drevesom.

Za podrobnejšo analizo krošenj in prikaz sestojnih razmer s programom SVS (Stand Visualisation System (McGAUGHIEY 1998)) smo na stalni raziskovalni ploskvi določili dve ploskvi velikosti 30×30 m. Na obeh ploskvah smo poleg že izmerjenih parametrov vsakemu drevesu na štirih straneh (S, J, V, Z) izmerili še širino in dolžino krošnje.

V analizo pomlajevanja smo vključili 20 vrzeli, v katerih se je pojavljala smrekov pomladek. Vrzeli smo izbirali na stalni raziskovalni ploskvi in v njeni okolici. Mladje smo analizirali na štirih ploskvicah (1×1 m) v vsaki vrzeli. S horizontoskopom (DIACI 1999) smo najprej določili mesto z največ direktnega sevanja (ploskvica C) in mesto z najmanj direktnega sevanja v vrzeli (ploskvica A). Tena dvema ploskvicama smo nato poiskali par (ploskvici B in D). Par predstavlja ploskvica, katere središče tvori najbližja smrekova mladica velikosti vsaj 15 cm. Tako smo v vsaki vrzeli dobili dva para vzorcev, ki smo jih primerjali med seboj.

Na vsaki ploskvici smo nato izmerili in določili intenziteto sončnega sevanja (horizontoskop), relief, talni substrat, globino tal, stopnjo zastiranja pritažne vegetacije, vitalnost in zdravstveno stanje ter velikost smrekovega pomladka.

4 REZULTATI IN DISKUSIJA

4 RESULTS AND DISCUSSION

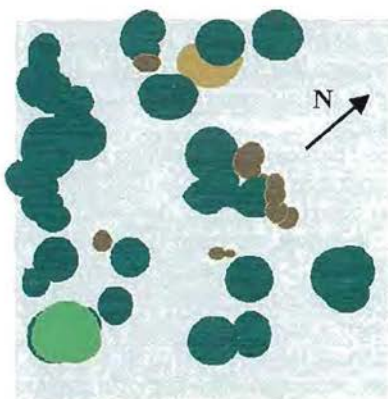
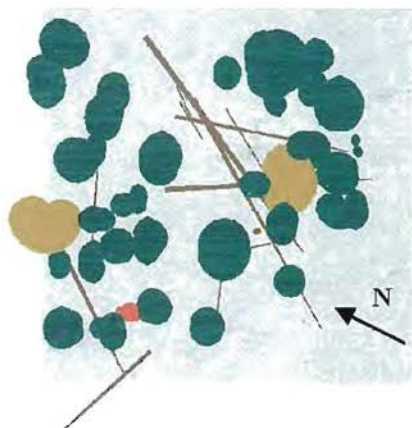
4.1 Smrekov gozd v optimalni fazi

4.1 Spruce forest in optimal developmental phase

Zaradi korenitih posegov v gozd v preteklem stoletju so se na velikih površinah doline Lopučnice razvili čisti smrekovi sestoji. Pretežen del sestojev se danes nahaja v optimalni razvojni fazi. Sestoji so vrzelasti, glavni gradnik sestoja pa je šop. Primerjava stanj med letoma 1983 in 1998 je pokazala, da teče čas v gorskem svetu drugače kot v nižinskih gozdovih. Razvoj je tu zaradi ekstremnih ekoloških razmer in kratke vegetacijske dobe veliko počasnejši. Petnajstletno obdobje zato ne prinaša bistvenih sprememb v zgradbi sestojev. Kljub temu smo s primerjavo obeh popisov ugotovili nekatere razvojne trende.

Ploskev 1 / Plot 1

Ploskev 2 / Plot 2



- Smreka
Spruce
- Macesen
Larch
- G. javor
S. maple
- Jerebika
Mountain ash
- Odmrlo
Dead

Tloris ploskev 1 in 2 kaže na vrzelasto zgradbo sestoja; lepo je vidna tudi težnja k šopasti strukturi. *Ground-plan of plots 1 and 2 shows the stands are open and trees are grouped mostly in clusters.*

Drevesna sestava se v tem obdobju ni bistveno spremenila. Na račun listavcev, zlasti javorja in jerebika, se je delež smreke še nekoliko povečal. To kaže na izjemno dobro prilagojenost smreke ostrim klimatskim pogojem in močno konkurenčnost v primerjavi z listavci.

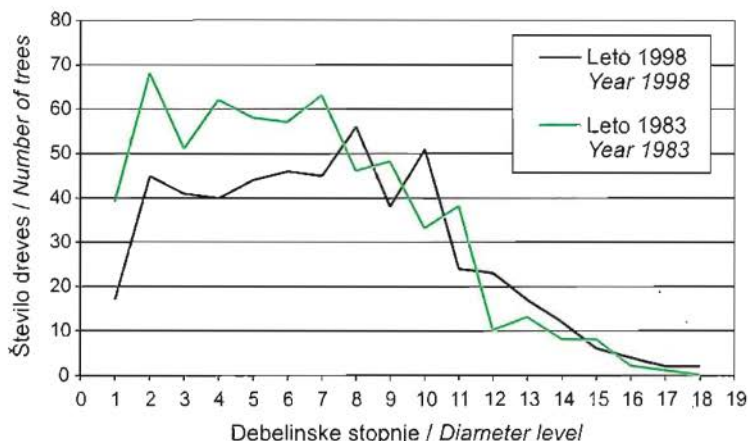
Lesna zaloga je visoka in znaša 720 m³/ha. Sestoji še vedno močno priraščajo, saj znaša tekoči letni prirastek na ploskvi 7,7 m³/ha/leto. Mrtva lesna masa predstavlja le 11 % celotne lesne mase sestoja, kar je za visokogorski smrekov gozd razmeroma malo. Ker je bilo v zadnjem obdobju skoraj 50 % celotne mrtve lesne mase, predvidevamo, da se bo delež mrtve lesne mase v prihodnje še povečal.

Struktura sestojev glede na prsni premer in višino je pokazala, da so sestoji raznomerni in raznodobni, vendar izrazito enoslojni. Zgornji sloj močno prevladuje. Delež dreves v spodnjem sloju se je glede na leto 1983 zaradi izločanja podstojnih dreves zmanjšal. Primerjava frekvenčnih porazdelitev debeline dreves kaže na postopno staranje sestojev. Sestoji se iz mlajše optimalne razvojne faze postopno približujejo srednji optimalni fazi.

Primerjave združenih kategorij po številu in lesni masi kažejo na določene spremembe. Močno se je povečal delež dreves, ki rastejo po-

Grafikon 1: Število dreves po debelinskih stopnjah v letih 1983 in 1998

Graph 1: Number of trees according to their diameter in the years of 1983 and 1998



samično. Delež dreves v kategorijah rasti v šopih in rasti v gnezdu pa se je nekoliko zmanjšal. Kljub temu še vedno prevladuje šopasta struktura sestoja.

Nekoliko večje spremembe smo zabeležili pri primerjavi zdravstvenega stanja. Le-to se je v zadnjem obdobju poslabšalo. Znatno se je povečal delež abiotskih poškodb, ki so predvsem posledica vremenskih stresov. Veliko je dreves s polomljenimi vrhovi ter takih, ki jih je izruval veter. Na sredini ploskve smo opazili povečan delež suhih dreves ter celih šopov, precej pa je tudi dreves, katerim se sušijo vrhovi.

Preglednica 1. Zdravstveno stanje na ploskvi velikosti 30×275 m v obdobju med letoma 1983 in 1998
Table 1 Health condition on research plot 30×275 m in the period of 1983-98

| % | Zdrav Healthy | | Abiotske pošk. Abiotal damages | | Glive Fungi | | Divjad Game | | Neznani vzrok Unknown reason | | Skupaj Total | |
|----------------------------|------------------|------|-----------------------------------|------|----------------|------|----------------|------|---------------------------------|------|-----------------|------|
| | 1983 | 1998 | 1983 | 1998 | 1983 | 1998 | 1983 | 1998 | 1983 | 1998 | 1983 | 1998 |
| Bukev Beech | 33,3 | 66,6 | - | 33,3 | - | - | 33,3 | - | 33,3 | - | 100 | 100 |
| G. javor Sycamore maple | 77 | 83 | 18 | 17 | - | - | - | - | 5 | - | 100 | 100 |
| Jerebika Mountain ash | 72 | 2 | 14 | 65 | - | - | 14 | - | - | 3 | 100 | 100 |
| Macesen Larch | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 |
| Smreka Spruce | 89 | 63 | 7 | 31 | 1 | - | 1 | 0,2 | 2 | 6 | 100 | 100 |
| Skupaj Total | 88 | 62 | 8 | 32 | 1 | - | 1 | 1 | 2 | 6 | 100 | 100 |

Kljub poslabšanju zdravstvenega stanja smo z analizo prizadetosti ugotovili, da sta skoraj 2/3 (63 %) dreves zdravi, oziroma so na teh drevesih opazne le neznatne poškodbe, ki so v teh nadmorskih višinah čisto običajen pojav in bistveno ne zmanjšujejo življenjske moči dreves. To kaže, da je kljub povečanemu deležu poškodb v zadnjih petnajstih letih pretežni del populacije še vedno zdrav in vitalen.

Dobra prilagoditev smreke na ekstremne rastiščne razmere se kaže tudi v posebni obliki krošenj. Tako so se tu izoblikovale dolge, asimetrične, ozke krošnje s tankimi, čvrstimi, prožnimi vejami. Habitus krošenj je suličast, stebrast ali sodast in ima poleg ugodnih mehanskih lastnosti tudi zelo ugoden toplotni režim in sorazmerno veliko asimilacijsko površino. Krošnje zajemajo izredno vitke veje vse od vrha do dna krošenj, ki so pod strmim kotom obmjerne navzdol. Vejni kot se proti dnu stalno povečuje, tako da se spodnje veje deblu že čisto prilegajo (GRECS 1979). Veje so na splošno kratke (zgoraj krajše), tanke, čvrste, prožne in deblu na gosto obdajajo. Tak tip smrekovih krošenj imenujemo gorski tip in je zelo podoben tipu krošenj SM1 (GRECS 1979), ki se pojavlja predvsem v konkavah poključke planote.

4.2 Strategija pomlajevanja smreke na rastišču *Adenostylo glabrae-Piceetum* v dolini Lopučnice

4.2 Strategy of spruce regeneration on *Adenostylo glabrae-Piceetum* in the Lopučnica Valley

4.2.1 Prisotnost in značilnost smrekovega pomladka

4.2.1 Presence and characteristics of spruce regeneration

Pomladek se pojavlja točkovno po celem sestoju. Manjše skupinice pomladka smo zasledili tudi pod krošnjami večjih dreves. Pomladek se



Dobra prilagojenost smreke na ostre klimatske pogoje se kaže tudi v zgradbi njenih krošenj
Good adaptation of the Norway spruce on extremes of climate is shown also in tree crown structure

tu verjetno pojavi zaradi ugodnih mikroklimatskih pogojev. Po ugotovitvah Cvenkla (1986) so te ugodnosti le začasne, ker potrebujejo mladice kmalu precej več prostora, kot jim ga je odmerjeno v danih okoliščinah. Vpliv večjega drevesa postane močno negativen, ker pride do velike utesnjenosti v koreninskem prostoru in krošnjah.

Večje skupine pomladka se pojavljajo lokalno in so ponavadi posledica katastrof ali izjemno ugodnih prisojnih leg, ki nudijo pomladku dobre možnosti za rast in razvoj. Takšnih skupin pomladka je bilo pri prvem popisu na trajni raziskovalni ploskvi šest (CVENKEL 1986).

Ponovni pregled pomladitvenih jeder na trajni raziskovalni ploskvi je pokazal, da se mladje pojavlja le začasno in da dokaj hitro izgine. Upadanje števila mladja in manjša vitalnost potrjujeta hipotezo, da je sestoj v mlajši optimalni fazi, ko se krošnje lahko še sklenejo.

4.2.2 Sončno sevanje in uspešnost pomlajevanja

4.2.2 Sun light and regeneration efficiency

Pomanjkanje toplote je za pomlajevanje smreke v ekstremnih rastiščnih razmerah pogosto faktor minimuma, saj je toplota v zgornjem sloju tal za pomlajevanje smreke odločilnega pomena (BRANG 1996a, DIACI 1999). Pomanjkanje toplote v zgornjem sloju tal smrekovo mladje pogosto nadomesti z boljšo izrabo svetlobnih razmer, boljše svetlobne razmere pa pomenijo tudi boljše ogrevanje zgornje plasti tal. Pri tem ima potencialno direktno sončno sevanje zelo pomembno vlogo (OTT 1991, BRANG 1996a, DIACI 1999).

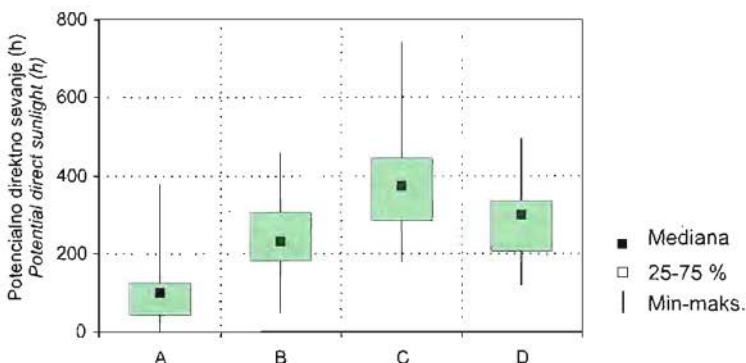
Ovisnost pomlajevanja smreke od potencialnega direktnega sončnega sevanja smo z metodo parov ugotavljali s primerjavo razdalj, in sicer med paroma AB in CD. Pri primerjavi razdalj smo postavili hipotezo, da se smrekov pomladek pojavlja bližje točki maksimalnega potencialnega direktnega sončnega sevanja (točka C) kot pa točki, kjer je potencialno direktno sončno sevanje minimalno (točka A).

Z metodo parov smo to hipotezo potrdili, saj smo ugotovili, da je povprečna razdalja med ploskvicama A in B ($d - \text{pov} = 501 \text{ cm}$) značilno daljša ($t = 2,466^{**}$) od povprečne razdalje med ploskvicama C in D ($d + \text{pov} = 276 \text{ cm}$). Smrekovo mladje se torej pojavlja bližje točki maksimalnega potencialnega direktnega sončnega sevanja. Iz tega lahko sklepamo, da je za uspešno rast smrekovega mladja v alpskem smrekovem gozdu v dolini Lopučnice direktno sončno sevanje pomembno.

Porazdelitev vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja po posameznih stratumih je prikazana v grafikonu 2. Glede na potencialno direktno sončno sevanje močno izstopajo ploskvice v stratumih A in C.

Grafikon 2: Porazdelitev vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja v urah v aprilu, maju, juniju, juliju in avgustu po stratumih in ploskvicah

Graph 2: Distribution of potential direct sunlight for April, May, June, July and August in hours by stratum and plots



To je razumljivo, saj tvorijo stratum A ploskvice z minimalnim direktnim sončnim sevanjem, stratum C pa ploskvice, kjer je potencialno direktno sončno sevanje v vrzeli maksimalno.

Kljub očitnim razlikam med stratumoma A in C presenečajo visoke vrednosti direktnega sončnega sevanja v stratumu A. Pričakovali smo namreč, da v tem stratumu ne bo direktnega sončnega sevanja. Vendar so rezultati meritev pokazali, da je mediana na ploskvicah v stratumu A v vegetacijski sezoni kar 100 ur (40 min/dan) potencialnega direktnega sončnega sevanja, kar je veliko. Rezultati so verjetno posledica vrzelaste zgradbe sestojev, ki omogoča sorazmerno dobro razporeditev direktnega sevanja po celotni vrzeli.

Smrekove mladice se v stratumih A in C praktično ne pojavljajo. Stratum A predstavlja ploskvice z minimalnim direktnim sončnim sevanjem. Vzrok za slabo pomlajevanje smreke v tem stratumu je verjetno pomanjkanje direktnega sončnega sevanja, s tem pa neugodne toplotne razmere. V stratumu C, kjer je direktno sončno sevanje maksimalno, je lahko vzrok za slabo pomlajevanje smreke izsušitev zgornje plasti tal (DIACI et al. 1999).

Stratuma B in D predstavljajo ploskvice, kjer se pojavlja smrekov pomladek. V obeh stratumih smo ugotovili podobne vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja. Direktno sevanje se na ploskvicah stratumov B in D v času vegetacije giblje v intervalu med 1h 15' in 1h 45'.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi drugi raziskovalci viokogorskih smrekovih gozdov (BRANG 1996a, 1996b, DIACI et al. 1999). Švicarski raziskovalci (BRANG 1996b) ugotavljajo, da je za uspešno pomlajevanje smreke na severnih ekspozicijah v visokogorskem smrekovem gozdu v Sedrunu potrebno vsaj 1,5 h direktnega sončnega sevanja preko poletja, medtem ko na južnih ekspozicijah po ugotovitvah Branga (1996a) za uspešen razvoj smrekovega mladja zadošča že 0,5 h direktnega sončnega sevanja. Brang nadalje ugotavlja, da lahko zaradi izsušitve zgornje plasti tal več kot 1,5 h direktnega sončnega sevanja na južnih ekspozicijah deluje zaviralno na pomlajevanje smreke. Zaviralen učinek direktnega sončnega sevanja za rast in razvoj smrekovega mladja v malih vrzelih na Pokljuki so ugotovili tudi Diaci in sodelavci (1999).

4.2.3 Pomen mikroreliefa za uspešnost pomlajevanja

4.2.3 Importance of micro-relief for regeneration efficiency

Velika humidnost in korozivnost matične podlage ter ostanki delovanja bohinjskega ledenika so oblikovali razgiban mikrorelief. Tako se na zelo majhnih površinah prepletajo številne mikroreliefne oblike, od depresij do ravnih in dvignjenih površin.

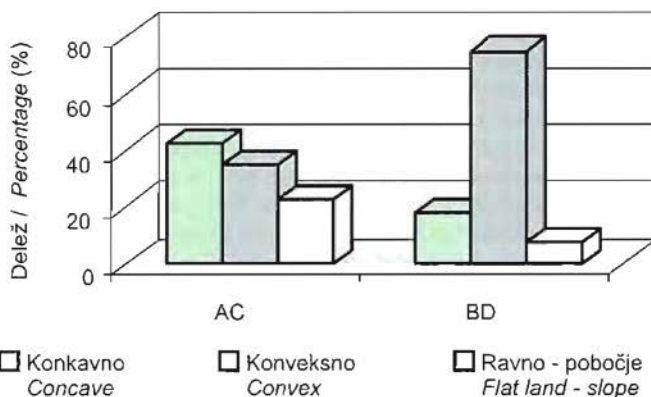
Za prikaz mikroreliefnih razmer smo ploskvice razdelili v dva stratuma. Stratum AC nam predstavlja povprečne razmere v vrzelih alpskega smrekovega gozda, stratum BD pa razmere na površinah, kjer se pojavlja smrekovo mladje.

Iz grafikona je razvidna očitna razlika v mikroreliefnih razmerah med obema stratumoma. Razlike v mikroreliefu med stratumoma AC in BD so tudi statistično značilne s stopnjo tveganja $\alpha = 0,01$ ($\chi^2 = 12,985^{**}$; $m = 2$).

Razlike v mikroreliefnih razmerah med stratumoma AC in BD nakazujejo pomembnost mikroreliefa za pomlajevanje smreke na njenih skrajnostnih rastiščih. Ugotovili smo, da so za pomlajevanje najugodnejše dvignjene lege. Te lege pogosto predstavljajo padla drevesa in trhli panji, ki nudijo ugodno preskrbo z vodo in hranilnimi snovmi, hkrati pa je tu tudi

Grafikon 3: Delež ploskvic glede na mikrorelief

Graph 3: Percentage of plots according to the micro-relief



manj konkurence v pritalni vegetaciji. Na dvignjenih legah je ugodnejši tudi toplotni režim vrhne plasti tal, ki ima za pomlajevanje v teh skrajnostnih razmerah velik pomen.

Tudi ugotovitve nekaterih drugih raziskovalcev so potrdile velik pomen mikrorastišč za pomlajevanje smreke na Pokljuki (HORVAT-MAROLT 1979). Horvat-Maroltova (1979) ugotavlja, da so za pomlajevanje smreke na poključkih morenah najugodnejše dvignjene lege. Tu se pojavlja najvišje, najgostejše in najbolj vitalno smrekovo mladje. Smrekovo mladje se lahko pojavi tudi v ulekninah ali skalnih žepih, vendar ti osebki v rasti zaostajajo in le redko odrastejo.

4.2.4 Uspešnost pomlajevanja in talne razmere 4.2.4 Regeneration efficiency and soil conditions

Zaradi izjemne pestrosti mikroklimatskih in mikroreliefnih razmer se pojavljajo v smrekovem gozdu v dolini Lopočnice številni tipi talnega substrata, ki prehajajo že na zelo majhnih površinah eden v drugega. Številne tipe smo združili v štiri, med seboj različne in za pomlajevanje pomembne kategorije, in sicer: golo skalo, pomlajevanje na mrtvem lesu, slabo razgrajeno organsko snov, humus in prhino ter dobro razgrajeno organsko snov - prisoten horizont Ah.

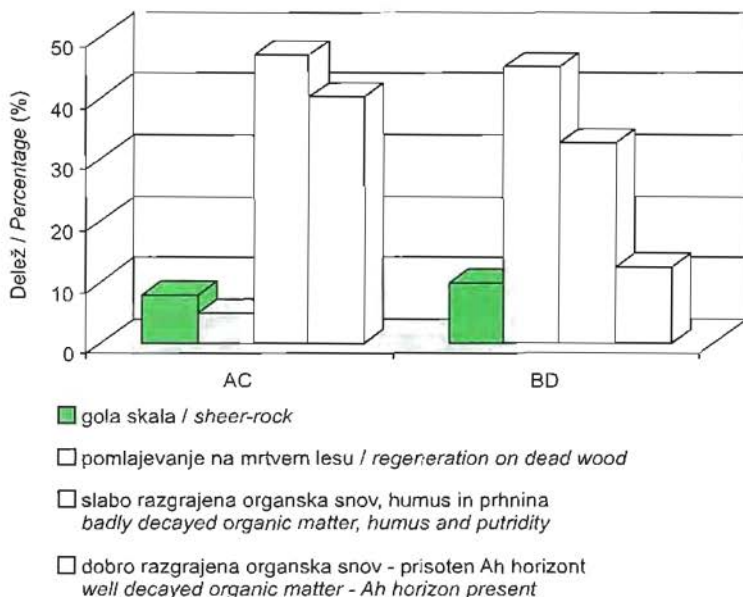
Razlike med povprečnim vzorcem ploskvic stratuma AC in ploskvic stratuma BD, kjer se pojavlja smrekovo mladje, smo ugotavljali s preizkusom χ^2 . Razlike med stratuma AC in BD so statistično značilne s stopnjo tveganja $\alpha = 0,01$ ($\chi^2 = 18,705^{**}$; $m = 3$). Iz razlik med stratuma lahko sklepamo, da ima pri pomlajevanju smreke v dolini Lopočnice pomembno vlogo tudi talni substrat.

Na talnem substratu, kjer se pojavlja bolje preperela organska snov z razvitim horizontom Ah, smo zabeležili skromno število klic. Ta talni substrat je za pomlajevanje sicer ugoden, vendar se ponavadi pojavlja v za pomlajevanje manj ugodnih konkavnih ali s pritalno vegetacijo močno poraslih legah. Sorazmerno veliko število klic se pojavlja na slabo prepereli organski snovi, ki se ponavadi pojavlja pod starejšim drevjem, kjer so mikroklimatski pogoji za kalitev semen ugodni. Pomladek v kasnejših razvojnih obdobjih zaostane, kar je verjetno posledica konkurenčnih razmer v rizosferi in krošnjah.

Presenetljivo veliko klic ter mladja smo zabeležili na goli skali. Ta talni substrat delno prekriva le tanka plast mahov ter organskih delcev, ki se kopičijo v od vode razjedenih skalnih žepih. Vzrok za tako stanje najver-



Pomlajevanje na goli skali omogoča skromna prisotnost organskih delcev, ki se kopičijo le v od vode razjedenih skalnih žepih
Regeneration on sheer rock is rendered by small presence of organic material, which is accumulated in rock creeks



Grafikon 4: Delež ploskvic glede na talni substrat

Graph 4: Percentage of plots according to the soil conditions

jetneje ni v talnem substratu, pač pa v mikroreliefnih razmerah, saj predstavlja ta talni substrat večje kamenje in skale, ki zaradi svoje nekoliko dvignjene lege ustvarjajo ugodne pogoje za pomlajevanje.

Izreden pomen za nasenitev, rast in razvoj smrekovega mladja ima razpadajoč les, saj so tako klice kot mladje najpogostejši na ploskvicah, kjer je talni substrat mrtva lesna substanca. O velikem pomenu razpadajoče lesne substance za pomlajevanje smreke v visokogorskih smrekovih gozdovih poročajo tudi drugi avtorji (EICHORT 1969, HORVAT-MAROLT 1979).

Po ugotovitvah Eichorta (1969) predstavljajo površnice, na katerih je razpadajoča lesna substanca, mikrorastišča s posebnimi kemičnimi, fizikalnimi in biološkimi lastnostmi. Nadalje Eichort ugotavlja, da je delež kaljivosti na prhnečem lesu izjemno visok, vendar pa večji del vznika propade.

Prhneč 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 izravnani koreninski pleteži predstavljajo za pomlajevanje ugodne dvignjene lege.

4.2.5 Vpliv pokrovnosti pritalne vegetacije na pomlajevanje smreke

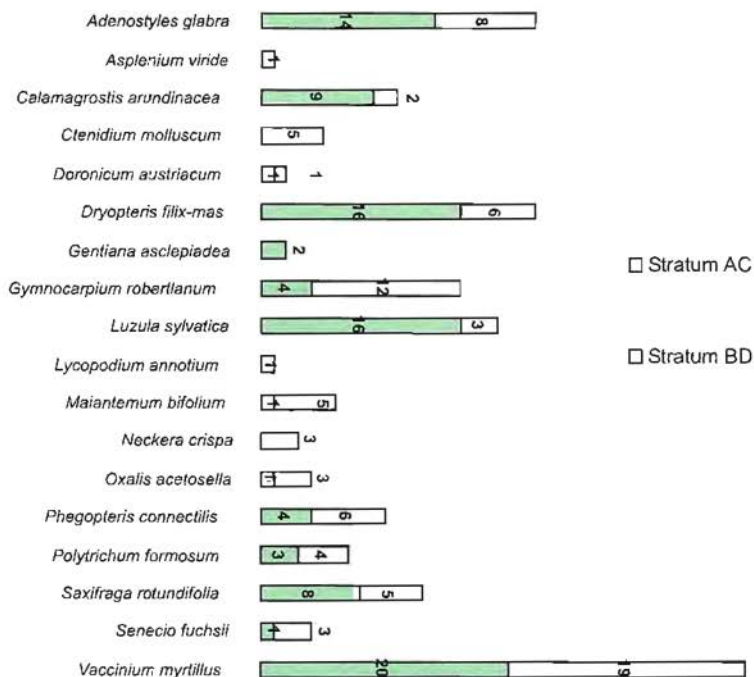
4.2.5 Influence of herbal vegetation cover on spruce regeneration

V pritalni vegetaciji smo ugotovili relativno majhno vrstno pestrost in sorazmerno veliko pokrovnost. Na ploskvicah se v zeliščni plasti največkrat pojavlja borovnica (*Vaccinium myrtillus*). Sledijo ji goli lepen (*Adenostyles glabra*), glistovnica (*Dryopteris filix-mas*) in gozdna bekica (*Luzula sylvatica*). Od mahov se na ploskvicah največkrat pojavlja lasasti kapičar (*Polytrichum formosum*). Večje kamenje in skale poraščata predvsem *Ctenidium moluscum* in *Neckera crispa*.

V stratumu, kjer se pojavlja smrekovo mladje, so z manjšo pokrovnostjo prisotne vrste z močno razvitim koreninskim sistemom in bujnim nadzemnim delom. To so predvsem gozdna bekica (*Luzula sylvatica*), goli lepen

Grafikon 5: Prisotnost posameznih rastlinskih vrst v pritalni vegetaciji na ploskvicah

Graph 5: Presence of several plant species on plots in herbal vegetation cover



Padla drevesa, trhli panji in izrjavani koreninski pleteži zaradi svojih specifičnih fizikalnih lastnosti in nekoliko dvignjene lege predstavljajo najugodnejši talni substrat za pomlajevanje smreke (vse foto: Aleš Poljanec)

Fallen trees, decaying stumps and uprooted trees due to specific physical characteristics provide the most favourable forest floor conditions for spruce regeneration (all photo: Aleš Poljanec)

(*Adenostyles glabra*), navadna glistovnica (*Dryopteris filix-mas*) in gozdna šašuljica (*Calamagrostis arundinacea*). Te vrste so smreki močno konkurenčne.

Vrste, kot so borovnica (*Vaccinium myrtillus*), zajčja detelja (*Oxalis acetosella*), zeleni sršaj (*Asplenium viride*), dvolistna senčica (*Maianthemum bifolium*) ter mahovi (*Polytrichum formosum*, *Neckera crispa*, *Ctenidium molluscum*), smreki ne predstavljajo konkurence in so zato za večjo pokrovnostjo prisotne tudi v stratumu BD.

Povprečna pokrovnost pritalne vegetacije na ploskvicah je 85-odstotna. Od tega zastira zeliščna plast v povprečju 56 % tal, mahovna plast pa 29 %.

Tla so bolj zastrta v stratumi A in C, manj pa v stratumi B in D. Ker stratuma B in D predstavljata ploskvice, kjer se pojavlja mladje, lahko sklepamo, da so bolj zastrta tla za pomlajevanje manj ugodna. Trave in šaši tvorijo gost pletež korenin, ki predstavlja mehansko oviro za semence, hkrati pa je tudi glavni porabnik vode in hranil (HORVAT-MAROLT 1967). Poleg tega se zelišča s svojo hitro rastjo pogosto močno razbohotijo in predstavljajo smrekovemu mladju tudi pomembno konkurenco v boju za svetlobo in toploto, ki pa je na teh skrajnostnih rastiščih za pomlajevanje ključnega pomena. Na negativen vpliv pritalne vegetacije na pomlajevanje opozarjajo tudi drugi raziskovalci visokogorskih in subalpskih gozdov (OTT et al. 1991, ROBIČ 1985, ROBIČ et al. 1998).

5 ZAKLJUČEK

5 CONCLUSION

Smrekovi gozdovi v dolini Lopočnice so si po hudih motnjah v preteklih sto letih opomogli. V zadnjem stoletju so se ti gozdovi razvijali pod vplivom danega naravnega okolja in pod nekdanjim človekovim vplivom. Zaradi korenitih posegov v gozd so se na velikih površinah razvili čisti smrekovi sestoji. Sestoji so vrzelasti, glavni gradnik sestoja je šop. Vrzeli so se v zadnjem obdobju nekoliko sklenile, gnezdasto strukturo pa vse bolj zamenjujejo posamična drevesa. Lesna zaloga sestoja je velika (720 m³/ha), sestoji dobro priraščajo (7,7 m³/ha/leto). V drevesni sestavi še vedno močno prevladuje smreka, njen delež pa se je na račun listavcev v zadnjem obdobju še nekoliko okreпил.

Dobra prilagojenost smreke na ostre klimatske pogoje se kaže tudi v zgradbi njenih krošenj. Krošnje so dolge in ozke ter zaradi rasti v šopu močno asimetrične. Veje so tanke, čvrste in prožne ter se močno prilagajajo debli. Habitus krošenj ima poleg ugodnih mehanskih lastnosti tudi zelo ugoden toplotni režim in sorazmerno veliko asimilacijsko površino.

Pomladek je skromno prisoten in se pojavlja točkovno po celem sestoju. Večje skupine pomladka so redke in so ponavadi posledica katastrof. Na pojav in nadaljnjo rast in razvoj smrekovega pomladka vplivajo številni ekološki dejavniki, od katerih so zlasti pomembne svetlobne razmere, mikrorelief in taini substrat.

Ker se v gorskem gozdu razmere hitro spreminjajo že na zelo majhnem prostoru, se posameznih ugotovitev, ki veljajo za analiziran objekt, ne da posploševati. Kljub temu pa lahko iz analize razberemo nekaj splošnih pravil, ki bi jih bilo dobro upoštevati v praksi gojenja gozdov v primerljivih razmerah. To so:

- Na pomlajevanje smreke odločilno vpliva intenzivnost direktnega sončnega sevanja. Boljše pomlajevanje je v delih vrzeli z več direktnega sevanja. Maksimalne vrednosti direktnega sevanja pa lahko delujejo na pomlajevanje tudi negativno. Pomlajevanje smreke na skrajnostnih rastiščih zato zahteva od gojitelja opazovanje, pazljivost in postopnost pri doziranju svetlobe, saj lahko že manjša odstopanja izzovejo negativne učinke.
- Zaradi občutljivosti mladja na direktno sončno sevanje je priporočljivo pri delu na skrajnostnih rastiščih svetlobne razmere predhodno analizirati. Pri tem si lahko v veliki meri in na razmeroma enostaven način pomagamo s horizontoskopom. S tem se bomo izognili morebitnim napakam.
- Pomembno vlogo ima pri pomlajevanju mikrorelief. Za pomlajevanje so najugodnejše dvignjene lege, zato je tu smiselno pomlajevanje pospeševati.
- Velik pomen ima za pomlajevanje tudi razpadajoč les. Tega pa v gospodarskem gozdu dostikrat primanjkuje. Zato je v visokogorskem gozdu pred začetkom obnove smiselno pustiti nekaj več odmrle lesne mase.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Za koristne pripombe in nasvete se zahvaljujem doc. dr. Juriju Diaciju. Prispevek je povzetek diplomske naloge, ki jo je sofinanciralo Ministrstvo za znanost in tehnologijo v okviru raziskovalnega projekta J4 – 0513.

Development of Alpine Spruce Forest in the Lopučnica Valley

Summary

In order to find developmental tendencies of the Alpine spruce forest we carried out a second analysis on the permanent research plot in the Lopučnica Valley. We consistently followed the instructions from 1983. In addition, we have established two subplots (30×30 m) on the research plot where we performed a detailed analysis of the tree crowns. The research has captured the tendencies of spruce regeneration in 20 gaps on the permanent research site and its close surroundings.

The permanent research plot is situated in the Lopučnica Valley in the central part of the Julian Alps. The parent material consists of limestone and dolomite limestone. The relief is High Altitude Karst with several Karst phenomena. The soil is poorly formed, the climate is Alpine-continental with high precipitation and considerable temperature oscillations during a year. The Alpine spruce forest (*Adenostylo glabrae-Piceetum*) represents the predominant forest association.

The presence of man has had great effect on this area. However, except for the pasturing, the forest has not been influenced by man since the cutting carried out in 1883. The prohibition of pasturing in the 20th century and the establishment of the Alpine Protection Park in 1924, had put an end to destructive activities of man in this area.

A comparison of measurements taken in the years 1983 and 1998 on the research plot showed hardly any essential changes. The stands are of different structure and age, they are opened and trees are grouped mostly in clusters. The gaps have become smaller and individual trees have replaced the group-like horizontal structures. The spruce remains the predominant tree species, its share has even grown in comparison to the share of deciduous trees. Growing stock of the stand is 720 m³/ha, while the current increment is 7.7 m³/ha per year. Dead wood mass is scarce, representing only 11 % of the growing stock.

The health condition of the forest has slightly deteriorated since the last measurements. There has been an increase in the share of abiotical damages, for which we assume to be weather-stress related. The only serious problem that the forest is facing is the bark beetles, to which more attention should be paid in the future.

The analysis of tree crowns revealed that the crowns are well adapted to the extremes of the climate. The crowns are long and narrow and asymmetrical because the trees grow in clusters. The branches are thin and flexible and grow close to the trunk. A form of the crown is either spear-shaped, column-shaped or barrel-shaped and has favourable mechanical properties as well as thermal regime and relatively big assimilation surface.

The Norway spruce regeneration is not abundant and is present over the entire stand. Bigger groups of regeneration are rare and appear mostly after natural disasters. The analysis of the regeneration shows that the emergence, further growth and development tend to depend on several ecological factors, the most important being the potential direct sunlight, the micro-relief and the forest floor characteristics.

Concerning the light as an ecological factor, potential direct sunlight seems to be the prevailing factor. Findings show that Norway spruce in the Lopučnica Valley needs at least 1h15' of direct sunlight a day during the vegetation period in order to regenerate successfully. Nevertheless, more than 1h 45' of direct sunlight can hold back the regeneration, because the light often dries out the upper layer of soil or causes the herbal vegetation is too abundant.

Another important regeneration factor is the micro-relief. The results expose that convex sites provide the most favourable conditions for the regeneration because there is less competition in herbal vegetation and they also provide better thermal conditions. Convex sites are often composed of fallen trees, decaying stumps and uprooted trees, which provide the most favourable forest floor conditions due to specific physical characteristics.

Potential direct sunlight, micro-relief and the forest floor conditions effect tree species composition and the degree of herbal vegetation cover. Norway spruce regeneration is held back by herbal cover, while the moss has no affect on it. Tree species with well developed root system and lush crowns represent strong competition for the Norway spruce. Namely, these species take away the light and heat from young spruce trees and their thick roots are a mechanical hindrance for the spruce seedlings (HORVAT-MAROLT 1979, ROBIČ 1985).

VIRI / REFERENCES

- BRANG, P., 1996a. Ansamungsgunst und Verteilung der Direktstrahlung in schlitzförmigen Bestandesöffnungen zwischenalpiner Fichtenwälder. -Schweiz. Z. Forstwes., S. 761-784.
- BRANG, P., 1996b. Experimentelle Untersuchungen zur Ansamungsökologie der Fichte im zwischenalpiner Gebirgswald. -Diss. Zürich ETH. Schweiz, Z. Forstwes, Bei Nr. 77, 375 S.
- CVENKEL, J., 1986. Smrekov gozd v Triglavskem narodnem parku. -Diplomska naloga, Ljubljana, Vtozd za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 58 s.
- CVENKEL, J. / MLINŠEK, D., 1988. Smrekov gozd v Triglavskem narodnem parku. -Strokovna in znanstvena dela 100, Ljubljana, Vtozd za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 45 s.
- 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 s.
- DIACI, J., 1999. Meritve sončnega sevanja v gozdu - I. Presoja metod in instrumentov. -Zbornik gozdarstva in lesarstva 58, Ljubljana, s. 105-138.
- EICHRODT, R., 1969. Über die Bedeutung von Moderholz für die natürliche Verjüngung in subalpinen Fichtenwald. - Diss. No. 4261. Zürich, ETH, 122 S.
- GRECS, Z., 1979. Oblika smrekovih krošenj na Pokljuki in njihov gojitveni pomen. -Diplomska naloga, Ljubljana, Vtozd za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 34 s.
- HORVAT-MAROLT, S., 1967. Pomlajevanje na pohorskih posekah in konkurenčne razmere v koreninskem prostoru. -Gozdarski vestnik 25 (1), s. 1-14.
- HORVAT-MAROLT, S., 1979. Kakovost smrekovega mladja v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih Alp. -Doktorska disertacija, Ljubljana, Vtozd za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 111 s.
- KADUNC, A. / RUGANI, T., 1998. Zgornja gozdna meja v Notranjem Bohinju. -Diplomska naloga, Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 123 s.
- KOTAR, M., 1977. Statistične metode - Izbrana poglavja za študij gozdarstva. -Ljubljana, Vtozd za gozdarstvo (interno gradivo), 378 s.
- KOTAR, M., 1979. Rast smreke (*Picea abies* (L.) Karst) na njenih naravnih rastiščih. -Doktorska disertacija, Ljubljana, Vtozd za gozdarstvo Biotehniške fakultete.
- KOTAR, M., 1998. Proizvodna sposobnost visokogorskih in subalpskih gozdnih rastišč ter zgradba njihovih gozdov. -V: Gorski gozd (ed. J. Diaci), Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, s. 109-124.
- McGAUGHEY, R. J., 1997. Stand Visualization System. -Electronic distribution version, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, dosegljivo na internetu: URL: <http://forsys.sfr.washington.edu/svs.html>. (10. 11. 1998).
- OTT, E., 1989. Verjüngungsprobleme in hochstaudenreichen Gebirgswäldern. -Schweiz. Z. Forstwes. 140, S. 23-42.
- OTT, E. / LÜSCHER, F. / FREHNER, M. / BRANG, P., 1991. Verjüngungsökologische Besonderheiten im Gebirgsfichtenwald im Vergleich zur Bergwaldstufe. -Schweiz. Z. Forstwes. 142, S. 879-904.
- POLJANEC, A., 2000. Razvoj alpskega smrekovega gozda v dolini Lopočnice. -Diplomska naloga, Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 84 s.
- PRISTOV, J. / PRISTOV, N. / ZUPANČIČ, B., 1998. Klima v Triglavskem narodnem parku. -Razprave in raziskave 8, Triglavski narodni park, Bled, 60 s.
- ROBIČ, D., 1985. Problem naravnega obnavljanja antropogenih alimontanskih smrekovij na Pohorju. -Ljubljana, Zbornik gozdarstva in lesarstva 26, s. 149-159.
- ŠOLAR, M., 1998. Upravljanje z gozdom in vloga gozda v zavarovanem območju Triglavskega narodnega parka - gozdarski in naravovarstveni interes. -V: Gorski gozd (ed. J. Diaci), Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, s. 425-434.
- Gozdno-gospodarski načrt za GGE Notranji Bohinj 1993-2002. -1995, Bled, Zavod za gozdove Slovenije, OE Bled.