

GDK: 232+228.9+174.7 Picea abies:469(497.4 Jelendol)(045)=163.6

Prispelo / Received: 8. 10. 2007

Sprejeto / Accepted: 19. 11. 2007

Izvirni znanstveni članek

Original scientific paper

POMLADITVENA EKOLOGIJA DRUGOTNIH VISOKOGORSKIH SMREKOVIH GOZDOV V JELENDOLU

Elizabeta ROZMAN¹, Jurij DIACI²

Izvleček

Pomlajevanje visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu je oteženo zaradi spleta dejavnikov. Jeseni leta 2003 smo v veliki vrzeli, malih vrzelih in pod sklenjenim sestojem na mreži 5 x 5 m postavili skupaj 227 ploskvic velikosti 1,5 x 1,5 m z namenom ugotoviti splošne pomladitvene razmere in glavne zaviralne dejavnike pomlajevanja. Na ploskvicah smo zbrali podatke o ekoloških razmerah (relief, lega, nagib, globina tal, sestava površja, direktno in difuzno sončno sevanje), vrsti in pokrovnosti pritalne vegetacije ter vrstah, gostoti, višinah in priraščanju mladja. Asimetrija v osvetljenosti je vidna tako v smeri N-S kot E-W. Glede na porazdelitev direktne in difuzne svetlobe smo ploskvice razdelili na štiri skupine. Smreka je dobro pomlajena (28.605 na ha), zlasti izrazit je rob velike vrzeli, vendar gostota mladja ni značilno odvisna od svetlobe. Nasprotno pa pomanjkanje svetlobe onemogoča nadaljnji razvoj v sestoji in v malih vrzelih. Rezultati so pokazali, da svetlobne razmere na 1.500 m n.v. niso edini dejavnik, ki vpliva na uspešnost pomlajevanja. Velik pomen imajo še zlasti lesni ostanki, medtem ko je vpliv zeliščne plasti (prevladujeta *Festuca altissima* All. in *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth.) in globine tal negativen. Največji problem je še vedno objedanje.

Ključne besede: visokogorski smrekov gozd, pomlajevanje, ekološki dejavniki, sončno sevanje, vrzel

NATURAL REGENERATION ECOLOGY OF A SECONDARY ALTIMONTANE SPRUCE FORESTS AT JELENDOL

Abstract

Natural regeneration of altimontane spruce forests at Jelendol is retarded due to many factors. In autumn 2003, gaps of different size and parts of the surrounding stand were covered with a 5 x 5 grid m to define sampling plots. A total of 227 plots with 1,5 x 1,5 m in size were installed to analyse general regeneration conditions and inhibitors. The following ecological parameters were estimated on each plot: micro relief, inclination, soil depth, ground cover, direct and diffuse solar radiation. Woody regeneration (density, height, height increment) and ground vegetation were recorded at each plot. Considering that N-S and E-W radiation asymmetry was explicit, the distribution of direct and diffuse radiation was divided into four groups among the plots. Spruce regeneration (28,605 per ha) was mainly found at the edge of the large gap, though total regeneration density and radiation were not correlated. However, in both the stand and the small gaps, the lack of radiation hindered further development. This study showed that light conditions were not the only factors affecting the regeneration success at an altitude of 1,500 m. The presence of woody debris was important, while the influence of the herb layer (predominant species were *Festuca altissima* All. and *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth.) and soil depth proved to be negative. The impact of browsing, however, remained the main problem.

Key words: altimontane spruce forest, natural regeneration, ecological factors, irradiation, gap

UVOD IN METODE DELA INTRODUCTION AND METHODS

Območje GGE Jelendol (4.699 ha) je tipična alpska dolina pod Košuto s prevladujočim gozdnatim tipom krajine (84 %) in redkimi travnatimi površinami, predvsem v obliki pašnikov na zgornji gozdni meji. Zaznamujejo jo velika reliefna razgibanost in raznolikost matične podlage in s tem tudi pestrost talnih in vegetacijskih tipov.

Gozdovi na višjih nadmorskih višinah so izpostavljeni zaostrenim rastiščnim razmeram, vendar jih bolj kot pogoste ujme prizadene napačno ravnanje z njimi. Škodljive posledice se praviloma odpravljajo dolgo in počasi (ROBIČ 1998). Skoraj 38 % vseh gozdov je močno spremenjenih in izmenja-

nih, le slaba tretjina je še ohranjenih (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Zaradi preteklega golosečnega gospodarjenja in pospeševanja smreke močno prevladujejo iglavci (80 %). Posledice preteklega gospodarjenja se kažejo na stanju gozdov. Neuravnoteženost razvojnih faz je največja v gospodarskem razredu smrekovja, kjer razvojna faza debeljaka prevladuje s 44 %, lesna zaloga se bliža 400 m³/ha. Kar 48 % površin je poraslo z drevjem, starejšim od 130 let.

Obnova dalj časa nepomlajenih površin (23 ha) je pogosto neuspešna, vzroki so največkrat propad sadik, zatavljenje in objedanje. Slednje ogroža normalen razvoj gozda skoraj na 30 % površine enote (Gozdnogospodarski načrt..., 2000).

Razmere se bodo v prihodnosti zaostriale, če ne bodo odpravljene težave z naravno obnovo gozda. V veliko pomoč

¹ E. R., univ. dipl. ing. gozdz., Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov RS, Dunajska cesta 58, 1000 Ljubljana

² red. prof., dr. J. D., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, jurij.diaci@bf.uni-lj.si

pri tem nam je spoznavanje procesov in medsebojnih vplivov različnih ekoloških dejavnikov. Potreba po razumevanju svetlobnih razmer narašča z malopovršinskim gospodarjenjem, zlasti v zaostrenih rastiščnih razmerah ali spremenjenih gozdovih (DIACI 1999).

Problem naravnega pomlajevanja antropogeno spremenjenih gozdov so preučevali številni raziskovalci. Iz ugotovitev v Sloveniji (HORVAT-MAROLT 1967, ROBIČ 1985, ROBIČ / VILHAR / KRAIGHER 1998, DIACI 2000) in tujini (DAI 1996, BRANG 1998, DE CHANTAL *et al.* 2003, HANSEN 2003, HUNZIKER / BRANG 2005) lahko povzamemo, da je močna razrast zeliščne vegetacije, zlasti trav, največja ovira za pomlajevanje ob izključitvi objedanja. V gorskih smrekovih gozdovih je uspešnost pomlajevanja v veliki meri odvisna od svetlobnih razmer (PISEK 2000, POLJANEC 2000, DIACI *et al.* 2000, 2005).

Namen raziskave je ugotoviti splošne pomladitvene razmere v izbranem oddelku 10 let po sečnji in odvisnost pomlajevanja od ekoloških dejavnikov ter izdelati priporočila za gojenje gozdov. Zastavili smo si podrobnejša vprašanja: 1) Kako vplivajo na pomlajevanje različne velikosti vrzeli in položaj v vrzeli? 2) Kakšne so odvisnosti pomlajevanja od talnih, mikrorastiščnih razmer, pritalne vegetacije in sončnega sevanja? 3) Kakšen je vpliv velikih rastlinojedcev na pomlajevanje?

OBJEKTI RAZISKAVE STUDY AREA

Objekti raziskave ležijo na zahodnem pobočju Velikega vrha v odseku 63 A na nadmorski višini okoli 1.430 - 1.530 m v GGE Jelendol (Gozdnogospodarski načrt..., 2000). Strjnjeni gozdovi GGE Jelendol gravitirajo v dolino Tržiške Bistrice, ki izvira v obliki več izvirov izpod Pečovnika.

Podnebje Jelendola je predalpsko-alpsko, dolžina vegetacijske dobe je med 4 in 5 mesecev. Za pobočja pod Košuto je značilen močan pobočni veter, tako imenovani karavanški fen. Povprečna količina padavin je blizu 2.000 mm (Zgornje Jezersko 1.976 mm, Jelendol 1.709 mm). Zračna vlaga v Jelendolu je visoka, prek 85 % skozi vse leto (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

S prevladujočo karbonatno matično podlago se v večji ali manjši meri prepletajo silikatne kamnine. Tla na karbonatni podlagi so plitvejša z več skeleta in bolj odporna na negativne vplive kot globlja in z vodo dobro preskrbljena tla na silikatni podlagi. Na območju GGE Jelendol se tla in vegetacija v prostoru zelo pogosto spreminjata. Velike površine gozdov se po

vegetacijskih in talnih lastnostih med seboj ponekod skrajno postopno ločijo. Drugje so meje ostre in jasne (MARINČEK 1978).

V enoti Jelendol močno prevladujejo bukove združbe (72 %). Druga velika skupina so smrekove združbe (8 %), med katerimi dobrih 40 % pokriva združba smreke z golim lepenom (*Adenostylo glabrae-Piceetum*) na karbonatni in karbonatno-silikatni podlagi (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). V veliki meri antropozoogeno povzročena združba *Adenostylo glabrae-Piceetum* (golosečnje, izsekovanje listavcev, paša v gozdu) nakazuje mnoge prehode k okoliškim združbam, na katerih rastiščih je nastala, najpogosteje na rastišču *Homogyno sylvestris-Fagetum* oziroma *Ranunculo platanifolii-Fagetum* (MARINČEK 1978).

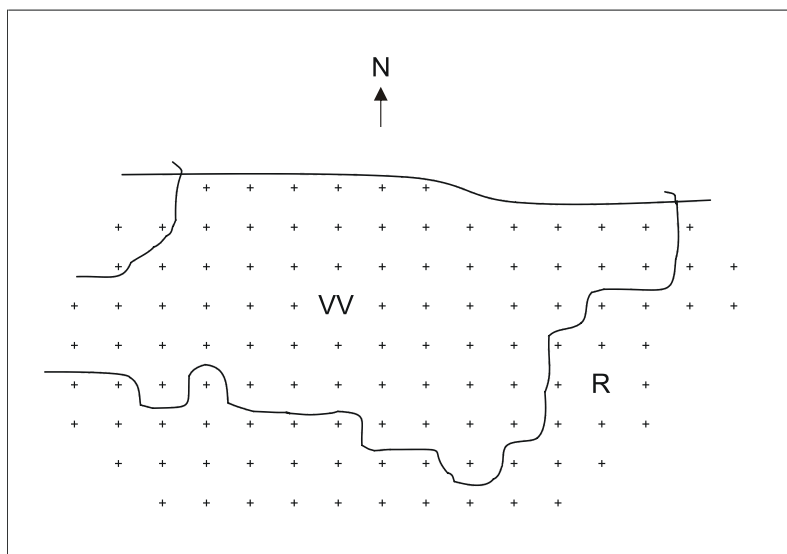
Strnjena površina združbe *Adenostylo glabrae-Piceetum* pod Velikim vrhom je v veliki meri zajeta v odseku 63 A (27,04 ha) in zajema 92 % njegove površine. Na obrobju tega odseka najdemo še *Bazzanio-Piceetum typicum* (3 %) in jelovo-bukovo združbo *Homogyno sylvestris-Fagetum homogynetosum* (5 %). Združba porašča gladko, proti zahodu padajoče pobočje s povprečnim naklonom 30°, apnenčasta matična podlaga se kaže v večji kamnitosti in skalovitosti (20 %).

Sestoji v odseku 63 A so ohranjeni (spremenjenost drevesne sestave do 30 %), gradi jih smreka (89 %) s posamično primešano bukvi (7 %), jelko (2 %) in macesnom (2 %). V naravnih sestojih se pojavlja veliko mahov in borovnice, predvsem pa veliko lišajev (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Velike vrzeli v odseku 63 A so nastale v letih 1990 in 1993, starost posekanih dreves na panju je bila 115 do 125 let. Starosti malih vrzeli ni mogoče določiti, domnevamo lahko, da so večinoma nastale pred več desetletji. Lesna zaloga sestoja je 415 m³/ha.

METODE DELA METHODS

Raziskava zajema osem ločenih raziskovalnih ploskev, ki obsegajo pet manjših vrzeli (0,5 do 5 arov), veliko vrzel (nad 30 arov) in tri dele sestoja v neposredni okolici. V vrzelih in delih sestoja smo postavili sistematično mrežo 5 x 5 m v glavnih smereh neba. Zakoličene točke (vseh skupaj 227) so ponazarjale središča vzorčnih ploskvic velikosti 1,5 x 1,5 m.

Izbor ploskev in načrt vzorčenja je predvideval oblikovanje naslednjih stratumov: sestoj (S), mala vrzel (V) in velika vrzel (VV). Ob popisu se je izkazalo, da bi bilo zaradi obilnega pomlajevanja smiselno oblikovati poseben stratum – rob



Slika 1: Mreža ploskvic in razmejitev vrzeli na stratuma velika vrzel (VV) in rob velike vrzeli (R)

Fig. 1: The systematic grid with research plots in the large gap and classification of the grid to strata: open large gap (VV) and the edge of the large gap (R)

velike vrzeli (R). Vključuje ploskvice na robu in v sestoji, kriterij za razmejitev je okularno ocenjeno zastiranje s krošnjami (slika 1).

V delih sestoja je bilo postavljenih 16 do 20 ploskvic, medtem ko so v vrzelih razlike večje: v najmanjših smo postavili le po 5 ploskvic in v največji 28.

Pri popisu v pozni jeseni leta 2003 smo za vsako ploskvico ugotavljali splošne parametre o ploskvici: relief, ekspozicijo, nagib ($^{\circ}$) in globino tal (po diagonali s kovinsko palico, cm). Sestavo površja na ploskvici smo ocenili v % brez prekrivanja: mladje, zelišča, kamnitost (in skalovitost), korenine - rtine, lesni ostanki, gozdna tla in neporaslo (opad, humus). Popisali smo pritalno vegetacijo in ugotavljali, katerim vrstam pripadajo posamezne semenke. Mahove in praprotnice smo zaradi težavnejše determinacije in slabše vitalnosti obravnavali na ravni celotne skupine. Za vsako rastlinsko vrsto smo določili razred pokrovnosti: 1 – do 1 %, 2 – 2 do 5 %, 3 – 6 do 10 %, 4 – 11 do 20 %, 5 – 21 do 30 %, 6 – 31 do 50 %, 7 – 51 do 75 %, 8 – 76 do 100 %.

Ločili smo mladje, ki raste na lesnih ostankih, in drugo. Število mladja smo ugotavljali ločeno po drevesnih vrstah, višinskih razredih (do 5 cm, 5 do 10 cm, 10 do 20 cm, 20 do 50 cm, nad 50 cm) in objedenosti vršnega poganjka. Na ploskvicah s pojavljajočim se mladjem smo popisali dominantne osebkke (do 3), ki smo jih izbrali glede na velikost in vitalnost, ter določili drevesno vrsto, vitalnost (1 do 3), višino (cm) in višinski prirastek (mm) v zadnjih treh letih.

Ocenjevanje svetlobnih razmer je potekalo konec poletja 2004 z metodo digitalne fotografije hemisfere. Objektiv Fi-

sheye FC-E8 0,21x je pritrjen na kamero Nikon E995, ločljivost 300 dpi, ISO 400. Fotografski aparat smo usmerjali ob pomoči stojala in svetlobnih diod za označevanje severa nad središčem vsake ploskvice na prsni višini. S pomočjo računalniškega izvedenja fotografij smo dobili vrednosti direktnega (direct site factor – DSF), difuznega (indirect site factor – ISF) in skupnega (total site factor – TSF) sončnega sevanja. Glede na porazdelitev DSF in ISF in veliko asimetrijo v osvetljenosti smo ploskvice razdelili v štiri skupine: A - malo DSF in veliko ISF, B - veliko DSF in ISF, C - malo DSF in ISF ter D - malo ISF in veliko DSF, pri tem sta meji ponazarjali mediani (DIACI 2002).

Zbrane podatke smo obdelali s programom Microsoft Excel 2003 in jih statistično izvednotili s programom Statistica 6.0.

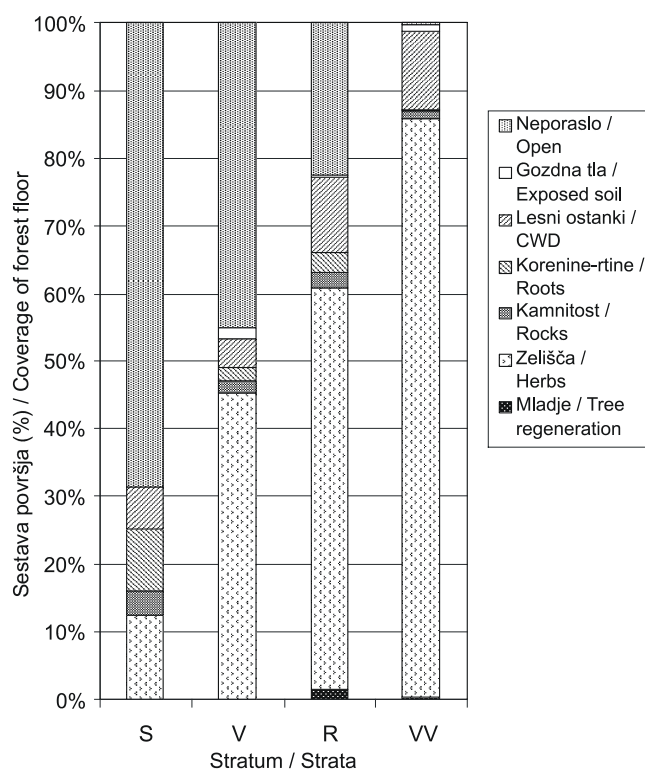
REZULTATI RESULTS

EKOLOŠKE RAZMERE IN POMLAJEVANJE V VRZELIH IN SKLENJENIH SESTOJIH

ECOLOGICAL CONDITIONS AND REGENERATION IN GAPS AND CLOSED STANDS

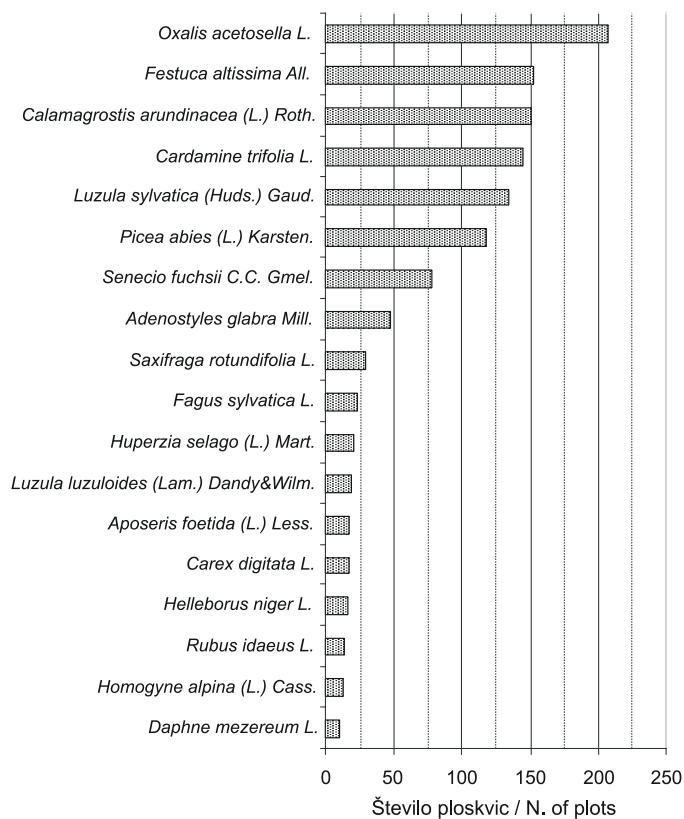
Splošne ekološke razmere in pritalna vegetacija General ecological conditions and ground vegetation

Komponenta površja, ki nas najbolj zanima (mladje), ima najmanjši delež (0,4 %). Opaznejši je delež lesnih ostankov



Slika 2: Povprečna sestava površja (v %) po stratumi: S - sestoj, V - male vrzeli; R - rob velike vrzeli, VV - velika vrzel

Fig. 2: Mean coverage of forest floor in strata: S - stand, V - small gaps; R - edge of the large gap, VV - large gap



Slika 3: Rastlinske vrste, ki se najpogosteje pojavljajo na ploskvicah

Fig. 3: The most frequent species in ground vegetation on research plots

(8,3 %), v sestavi površja pa kar 1/2 zavzemajo zelišča. Posamezne komponente so v stratumih zelo različno zastopane (slika 2). V sestoji je poraslost z zelišči 12,4 %, v malih vrzelih 45,3 %, na robu 59,4 % in v veliki vrzeli 85,6 %. Največji delež korenin in rtin je v sestoji, v veliki vrzeli jih nadomestijo lesni ostanki. Delež lesnih ostankov v sestavi površja je zelo majhen. Presenetljiv je delež na robu, kjer se lesni ostanki pojavljajo kar na 74 % ploskvic.

Zaradi zahodne lege izbranega pobočja tudi pri ploskvicah prevladujeta zahodna (50 %) in severo-zahodna ekspozicija (35 %). Ploskvice smo kar v 89 % označili kot ravne. Povprečni nagib ploskvic je 20°, razlike med stratumi so majhne. Povprečna globina tal na vseh ploskvicah je 30 cm, najmanjša je na robu in največja v veliki vrzeli (preglednica 1).

Kljub poznemu jesenskem času (konec novembra) smo popisali prek 40 različnih rastlinskih vrst (slika 3). Zaradi slabše vitalnosti ali odmrtnosti so ocene pokrovnosti nekaterih vrst manj zanesljive (*Senecio fuchsii* C.C. Gmel., *Adenostyles glabra* Mill., *Aposeris foetida* (L.) Less., skupina praproti). V povprečju največ zastirajo trave (*Festuca altissima* All.,

Calamagrostis arundinacea (L.) Roth.) in mahovi. V sestoji je povprečno zastiranje vseh vrst majhno, največ je trav in mahov (razred 2). Podobno je v malih vrzelih, izjema so mahovi, ki dosežejo največje vrednosti (razred 4). Na robu že prevladajo trave (razred 6), mahov pa je nekoliko manj. V veliki vrzeli popolnoma prevladajo trave (razred 8), ki se jim pridruži *Senecio fuchsii*.

Pomlajevanje in ekološke razmere v vrzelih in sestoji

Regeneration and ecological conditions in gaps and closed stands

Na območju raziskave se je pomladilo pet drevesnih vrst, od katerih smo v popis zaradi sistematične mreže ploskvic zajeli le tri: smreko (*Picea abies* (L.) Karst.), bukev (*Fagus sylvatica* L.) in jelko (*Abies alba* Mill.). Podrobno smo analizirali le mladje smreke, ki z gostoto 28.605 na ha sestavlja kar 97 % vsega mladja. Mladja bukke je bilo 764 na ha in jelke le 59 na ha.

Preglednica 1: Povprečne vrednosti direktne (DSF), difuzne (ISF) in skupne (TSF) svetlobe, gostota smreke (na ha) po višinskih razredih, rasti na lesnih ostankih in objedenosti, povprečne vrednosti nagiba in globine tal po stratumih ter rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3)

Table 1: Mean values of direct (DSF), diffuse (ISF) and total (TSF) light, density of Norway spruce (sm) per ha in height classes, density of N. spruce regeneration on CWD, percent of N. spruce with browsed terminal shoot, percent of N. spruce with undamaged terminal shoot, inclination and soil depth in relation to strata, and results of the Kruskal–Wallis test (d.f. = 3)

	S	V	R	VV	H	p
št. ploskvic / No. of plots	56	56	50	65		
DSF [%]	4,62	4,07	7,78	37,23	123,07	0,0000
ISF [%]	7,46	11,00	22,40	44,47	166,36	0,0000
TSF [%]	4,99	4,97	9,69	38,17	141,02	0,0000
N/ha (%)	4.092 (100)	1.096 (100)	21.694 (100)	1.723 (100)	66,28	0,0000
sm -5	2.721 (67)	529 (48)	7.401 (34)	39 (2)	93,44	0,0000
sm 5-10	1.371 (33)	489 (45)	12.844 (59)	313 (18)	71,67	0,0000
sm 10-20	0 (0)	78 (7)	1.449 (7)	744 (43)	39,83	0,0000
sm 20-50	0 (0)	0 (0)	0 (0)	627 (36)	39,80	0,0000
sm na lesnih ostankih / N. spruce on CWD	1.233	607	3.152	1.214	*4,07	*0,2535
objeden vršni poganjek (%) / browsed terminal shoot	4	14	16	43	33,26	0,0000
nepoškodovan vr. pog. (%) / unbrowsed terminal shoot	96	86	84	57	30,12	0,0000
nagib (°) / inclination	19	23	22	18	7,86	0,0489
globina tal (cm) / soil depth	31	32	22	35	33,19	0,0000

* rezultati so za relativno gostoto smreke / the results for relative N. spruce density

Gostota mladja smreke se zelo razlikuje glede na stratum in višinski razred (preglednica 1). Vse mladje na ploskvah je nižje od 50 cm, višjih od 20 cm je le 627 osebkov na ha. V višinski razred do 5 cm so zajete tudi klice, saj je njihovo število zelo nizko (pod 1.000 na ha). Prevladujejo višine 5 do 10 cm (53 %), mladja do 10 cm je kar 90 %. Že v naslednjem letu se je zlasti smreka dobro pomladila, opaženih je bilo zelo veliko klic.

Najbolj očitno je pomlajevanje na robu, kjer raste 3/4 vseh smrek. V sestoji je gostota večja kot v vrzelih, vendar kar 2/3 zavzema najnižji višinski razred, medtem ko v vrzelih mladje doseže večje višine. V veliki vrzeli močno primanjkuje smrek do 5 cm (popisana 1 mladica), kar 80 % smrek je višjih od 10 cm.

Pomlajene ploskvice so porazdeljene zelo neenakomerno. Brez mladja je kar 48 % ploskvic, prevladujejo v vrzelih ne glede na velikost, velik delež (32 %) ima največ 5 smrek. Položaj ploskvic z večjo gostoto kaže, da je pomlajevanje uspešno le na robu velike vrzeli in zadovoljivo v sestoji. Vzhodni rob velike vrzeli ima pomlajene vse ploskvice, število smrek na njih pa je veliko. Pomlajevanje na južnem robu je nekoliko slabše, podobno je tudi v sestoji. Najslabše je v malih vrzelih, kjer je pomlajenih zelo malo ploskvic, gostote mladja pa so nizke.

Pri analizi svetlobnih razmer, ki se spreminjajo z velikostjo in obliko vrzeli ter s sklepom in z višino sestoja, smo ugotovili, da se zelo razlikujejo tako med stratumi kot znotraj stratumov (preglednica 1). Povprečne vrednosti in mediane direktnega sončnega sevanja so v vseh stratumih nižje od difuznega sevanja. Po heterogenosti zbuja pozornost stratum R, kjer so vrednosti ISF dokaj visoke. S pomočjo razdelitve vrednosti median DSF (mediana = 5,61 %) in ISF (mediana = 14,66 %) na skupine smo opazili sledeči vzorec: sestoj in male vrzeli so slabo osvetljeni, prevladuje C (71 % in 59 %). Rob je bolj osvetljen, najpogostejša je skupina A (52 %), sledi B (24 %). V veliki vrzeli je skoraj izključno zastopana skupina B (97 %). Prostorska asimetrija v osvetljenosti v smeri sever–jug je najbolje vidna v veliki vrzeli, opazna pa je tudi v smeri vzhod–zahod zaradi zahodne ekspozicije pobočja.

Vitalnost, višino in prirastke smo ocenjevali pri dominantnih osebkih, največjem in najvitalnejšem mladju na ploskvicah. Prevladujejo smreke srednje vitalnosti (55 %), zelo

vitalne (10 %) najdemo predvsem v veliki vrzeli. V povprečju so dominantne smreke najnižje v sestoji, nekoliko višje so v stratumih V in R, najvišje so v veliki vrzeli (preglednica 2). Letni prirastki so v vseh letih najnižji v sestoji in najvišji v veliki vrzeli. V sestoji in malih vrzelih se s časom znižujejo. Trend padanja je manj očitno na robu, obratno je v veliki vrzeli nakazan trend naraščanja prirastkov.

Smreka se je v velikem številu (22 %) pomladila na lesnih ostankih, kar nakazuje njihovo pomembnost (preglednica 1). Na ploskvicah s pomlajeno smreko je delež lesnih ostankov večji, izjema je rob, kjer se je večina smrek pomladila na ploskvicah brez lesnih ostankov. Na ploskvicah z lesnimi ostanki se je pomladilo 43 % smrek, od teh 50 % na ostankih. V vrzelih in v sestoji se je na ploskvicah z lesnimi ostanki pomladil velik del smreke, vendar je delež na lesnih ostankih pomlajenih smrek v sestoji majhen. Visoko je zlasti število smrek v veliki vrzeli na ploskvicah z lesnimi ostanki.

Delež poškodovanega mladja zaradi objedanja vršnega poganjka (18 %) se zelo razlikuje med stratumi (preglednica 1). Objedanje je najmanjše v sestoji (4 %) in največje v veliki vrzeli (57 %) in se stopnjuje z višino mladja v vseh stratumih. Mladje v istem višinskem razredu je bolj objedeno v vrzelih in na robu, delež objedenih smrek pa je vedno največji v veliki vrzeli. Smrek od 20 do 50 cm z nepoškodovanim vršnim poganjkom je le dobrih 40 %. Tako je v skromno zastopane mu najvišjemu višinskemu razredu število nepoškodovanih smrek samo 255 na ha.

POMLAJEVANJE GLEDE NA MIKROASTIŠČA REGENERATION IN MICROSITES

Splošne ekološke razmere in pritalna vegetacija General ecological conditions and ground vegetation

Sestava površja po skupinah te jasno razmeji: v skupinah A in B je mnogo večji delež zelišč, korenine - rtine iz skupin C in D pa nadomestijo lesni ostanki (preglednica 3). Skupini C in D imata zelo podobno sestavo površja, še največja razlika je v deležu lesnih ostankov, ki jih je manj v skupini D.

Preglednica 2: Število in povprečja izmerjenih višin (v cm) in prirastkov v letu popisa (v mm) dominantnih smrek po stratumih

Table 2: Number of dominant *N. spruce* seedlings, their mean height (sm-višina) and height increment (sm-i) per strata in the year of inventory

		S	V	R	VV	Skupno / Total
sm-višina	število / <i>N</i>	87	30	115	50	282
	povprečje / <i>mean</i>	5,4	7,0	8,5	19,3	9,3
sm-i	število / <i>N</i>	78	28	104	40	250
	povprečje / <i>mean</i>	5,8	6,9	11,4	37,5	13,2

Razlika med skupinama A in B je nekoliko večja, v slednji je večji delež zelišč. Povprečni nagib ploskvic se zelo malo razlikuje med skupinami. Povprečna globina tal je najmanjša v skupini A, višja od povprečja je v skupini B.

V skupinah A in B prevladujejo trave, preseneča visok delež mahov (razred 4). V skupini C je povprečno zastiranje vseh vrst z izjemo mahov majhno. Podobno je v skupini D, mahove zamenja *Calamagrostis arundinacea* (razred 4).

Pomlajevanje in ekološke razmere v mikrorastiščih *Regeneration and ecological conditions at microsites*

Smrekovo mladje je dokaj enakomerno zastopano v vseh svetlobnih skupinah (preglednica 3). V skupinah C in D, kjer je malo difuzne svetlobe, je nad polovico smrek v najnižjem višinskem razredu. V skupinah A in B, kjer je veliko difuzne svetlobe, je nižja od 5 cm četrtina smrek, opaznejši je delež

smrek nad 10 cm (6 %, 24 %). Najvišji višinski razred dobimo samo v skupini B.

Zelo vitalne dominantne smreke so najpogostejše v skupini B (82 %), kljub temu v skupinah A in B prevladujejo srednje vitalne smreke. Nevitalni dominantni osebki prevladujejo v skupinah C (65 %) in D (24 %).

Povprečna višina dominantnih smrek je najvišja v skupini B, v preostalih treh skupinah je več kot polovico manjša (preglednica 4). Prirastki v skupini B so v vseh treh letih najvišji, najnižji so v skupini C in tudi D. Po letih so bili najvišji v drugem letu, izjema je skupina C, kjer je kljub temu viden jasen trend zmanjševanja.

Obstoj lesnih ostankov ima večji pomen za pomlajevanje v skupinah A in C (30 % in 31 %). V skupini B je delež pomlajevanja na drevesnih ostankih za polovico manjši (14 %), v D pa je le 5 % (preglednica 3). Delež poškodovanega mladja zaradi objedanja vršnega poganjka je podoben v skupinah A, B in D, veliko nižji je v skupini C (preglednica 3).

Preglednica 3: Povprečne vrednosti direktne (DSF), difuzne (ISF) in skupne (TSF) svetlobe, gostota smreke (na ha) po višinskih razredih, rasti na lesnih ostankih in objedenosti, povprečne vrednosti nagiba, globine tal in komponent sestave površja po skupinah ter rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3)

Table 3: Mean values of direct (DSF), diffuse (ISF) and total (TSF) light, density of Norway spruce (sm) per ha in height classes, density of *N. spruce* regeneration on CWD, percent of *N. spruce* with browsed terminal shoot, percent of *N. spruce* with undamaged terminal shoot, inclination and soil depth and components of forest floor coverage in relation to microsites strata (A, B, C, D), and results of the Kruskal–Wallis test (d.f. = 3)

	A	B	C	D	H	p
št. ploskvic / No. of plots	34	80	79	34		
DSF [%]	2,42	33,73	3,01	8,12	182,70	0,0000
ISF [%]	25,54	40,49	8,30	8,26	177,17	0,0000
TSF [%]	5,44	34,61	3,70	8,14	183,98	0,0000
N/ha (%)	7.890 (100)	9.104 (100)	7.460 (100)	4.151 (100)	5,06	0,1673
sm -5	2.310 (29)	2.252 (25)	3.994 (54)	2.134 (51)	26,74	0,0000
sm 5-10	5.091 (65)	4.660 (51)	3.309 (44)	1.958 (47)	8,25	0,0411
sm 10-20	489 (6)	1.566 (17)	157 (2)	59 (1)	20,81	0,0001
sm 20-50	0 (0)	627 (7)	0 (0)	0 (0)	29,34	0,0000
sm na lesnih ostankih / <i>N. spruce</i> on CWD	2.369	1.292	2.330	215	*9,41	*0,0243
objeden vršni poganjek (%) / browsed terminal shoot	18	22	6	22	16,51	0,0009
nepoškodovan vr. pog. (%) / unbrowsed terminal shoot	82	78	94	78	4,74	0,1922
nagib (°) / inclination	20	20	21	21	1,88	0,5982
globina tal (cm) / soil depth	22	34	30	29	21,47	0,0001
mladje / regeneration (%)	0,8	0,7	0,1	0,3	10,97	0,0119
zelišča / herbs (%)	68,1	82,0	25,0	26,9	110,08	0,0000
kamnitost / rocks (%)	2,6	1,1	3,2	1,9	21,40	0,0001
korenine - rtine / roots (%)	1,2	0,4	6,3	6,3	54,27	0,0000
lesni ostanki / CWD (%)	13,3	10,2	6,5	3,1	11,81	0,0081
gozdna tla / exposed soil (%)	0,4	1,1	0,4	1,1	1,17	0,7601
neporaslo / open (%)	13,6	4,6	58,5	60,4	141,10	0,0000

* rezultati so za relativno gostoto smreke / the results for relative *N. spruce* density

Preglednica 4: Število in povprečja izmerjenih višin (v cm) in prirastkov v letu popisa (v mm) dominantnih smrek po skupinah

Table 4: Number of dominant *N. spruce* seedlings, their mean height (sm-višina) and height increment (sm-i) per micro-site (A, B, C, D) strata in the year of inventory

		A	B	C	D	Skupno / Total
sm-višina	število / N	53	80	105	44	282
	povprečje / mean	7,9	15,9	6,2	6,1	9,3
sm-i	število / N	52	67	97	42	250
	povprečje / mean	11,6	27,7	6,6	7,4	13,2

VPLIV PRITALNE VEGETACIJE IN SVETLOBNIH RAZMER NA POMLAJEVANJE

INFLUENCE OF GROUND VEGETATION AND LIGHT CLIMATE ON THE REGENERATION

S Spearmanovo korelacijo ranga smo ugotavljali odvisnost gostote mladja od svetlobnega sevanja. Odkrili smo obstoj statistično značilnih povezav ($p < 0,0500$) v posameznih višinskih razredih, in sicer negativna odvisnost gostote smreke postopno prehaja v pozitivno (preglednica 5).

Preverili smo odvisnost višine in prirastkov dominantnih osebkov smreke od svetlobe in nekaterih komponent sestave površja (preglednica 6). Odkrili smo, da je povezava z ISF močnejša kot z DSF. Odvisnosti prirastkov (R) so najmanjše v letu popisa.

Število smrek na posamezni ploskvi je tem večje, čim več je korenin - rtin oziroma lesnih ostankov, in čim manj je zelišč, vendar so povezave zelo šibke. Pri testiranju razlik v pomlajevanju na lesnih ostankih med stratumi s Kruskal-Wallisovim testom smo zato izključili vpliv gostote mladja

znotraj stratuma. Statistično značilne ($p < 0,0500$) razlike smo odkrili le pri mladju, ki se ni pomladilo na lesnih ostankih, medtem ko relativna gostota mladja na lesnih ostankih ni značilno različna (preglednica 1). Globina tal statistično značilno negativno ($R = -0,29$) vpliva na gostoto smreke.

S Spearmanovo korelacijo ranga smo ugotavljali odvisnost poraslosti površja z zelišči od svetlobe (preglednica 5). Med najpogostejšimi vrstami obstaja pozitivna odvisnost od svetlobe pri obeh travah in *Senecio fuchsii*. Odvisnost je še posebej močna pri ISF. Prav tako statistično značilno, a negativno povezavo smo odkrili pri vrstah *Adenostyles glabra* ($R = -0,43$) in mahovih ($R = -0,40$) z DSF ter pri *Oxalis acetosella* ($R = -0,30$) z ISF.

Preverili smo vpliv zastiranja posameznih rastlinskih vrst na gostoto mladja (preglednica 7). Pri *Festuca altissima* smo ugotovili, da je odvisnost gostote smreke v nižjih višinskih razredih (do 10 cm) statistično značilno negativna ($p < 0,0500$), pozitivna postane samo v najvišjem višinskem razredu. Drugačen vpliv ima *Calamagrostis arundinacea*: večje zastiranje pozitivno vpliva na gostoto, vendar odvisnost v nižjih višin-

Preglednica 5: Spearmanova korelacija ranga med gostoto smreke po višinskih razredih (cm), zastiranjem nekaterih rastlinskih vrst ter direktno (DSF) in difuzno (ISF) svetlobo

Table 5: Spearman rank correlation between *N. spruce* in height classes (cm), *Festuca altissima*, *Calamagrostis arundinacea* and *Senecio fuchsii* coverage and direct (DSF) and diffuse (ISF) light

	N	Spearman R	p-nivo / p-level
DSF [%] & sm-5	227	-0,23	0,0004
DSF [%] & sm 20-50	227	0,37	0,0000
ISF [%] & sm-5	227	-0,27	0,0000
ISF [%] & sm 20-50	227	0,36	0,0000
DSF [%] & zelišča	227	0,40	0,0000
DSF [%] & FES_ALT	227	0,46	0,0000
DSF [%] & CAL_ARU	227	0,41	0,0000
DSF [%] & <i>Senecio fuchsii</i>	227	0,47	0,0000
ISF [%] & zelišča	227	0,75	0,0000
ISF [%] & FES_ALT	227	0,72	0,0000
ISF [%] & CAL_ARU	227	0,37	0,0000
ISF [%] & <i>Senecio fuchsii</i>	227	0,67	0,0000

FES-ALT - *Festuca altissima*, CAL_ARU - *Calamagrostis arundinacea*

Preglednica 6: Spearmanova korelacija ranga med višinami (cm) in prirastki v letu popisa (mm) dominantnih smrek ter direktno (DSF), difuzno (ISF) svetlobo in zelišči

Table 6: Spearman rank correlation between dominant spruce mean height (sm-višina) and height increment (sm-i) in the year of inventory and direct (DSF) and diffuse (ISF) light and herbs

	N	Spearman R	p-nivo / p-level
DSF [%] & sm-višina	282	0,44	0,0000
DSF [%] & sm-i	257	0,37	0,0000
ISF [%] & sm-višina	282	0,65	0,0000
ISF [%] & sm-i	257	0,64	0,0000
zelišča & sm-višina	282	0,47	0,0000
zelišča & sm-i	257	0,48	0,0000

skih razredih ni statistično značilna. Obe vrsti trav skupaj sta v statistično značilni negativni povezavi ($p < 0,0500$) le z gostoto smreke do 5 cm.

RAZPRAVA DISCUSSION

Na območju raziskovalnih ploskev v odraslih sestojih najdemo tri drevesne vrste, graditeljico sestoj smreko, primešano bukev in le dve drevesi jelke. Gostota jelke v odraslem sestoju ne zagotavlja dovolj semenskega materiala, vendar to še ne pojasni primanjkljaja v mladju (3 popisani osebki). Iz višine in starosti popisanih jelk (pod 10 cm, dvoletne) lahko sklepamo, da zanjo po nasenitvi niso zagotovljeni pogoji preraščanja v višje višinske razrede, najverjetnejši vzrok je objedanje divjadi. Gostota bukve je pod pričakovanji glede

na delež v odraslem sestoju in opažanja v neposredni okolici ploskev. Gostota smreke je zadovoljivo visoka v vseh višinskih razredih, kljub temu da so v najnižjem zajete tudi klice. Teh je bilo izredno malo, tako da jih nismo popisovali ločeno. Stanje se je bistveno spremenilo že v letu 2004, ko se je zlasti smreka dobro nasemenila.

Razlike v pomlajevanju smo zaznali že ob samem popisu, obdelava podatkov je le potrdila smiselnost oblikovanja dodatnega stratuma. Gostota smreke je statistično značilno največja na robu velike vrzeli. V sestoju, malih vrzelih in v veliki vrzeli so gostote mladja nizke; nekoliko višja gostota je v sestoju, najmanjša v malih vrzelih. Pomlajene ploskvice so razporejene zelo neenakomerno. Skoraj polovica ploskvic je brez mladja, nekoliko večji, kot navaja ROBIČ (1985), je delež ploskvic, ki ima več kot 10 smrek na m². Položaj teh ploskvic kaže, da je pomlajevanje uspešno le na robu velike

Preglednica 7: Spearmanova korelacija ranga med gostoto smreke in zastiranjem *Festuca altissima*, *Calamagrostis arundinacea* in *Senecio fuchsii*

Table 7: Spearman rank correlation between *N. spruce* in height classes (cm) and *Festuca altissima*, *Calamagrostis arundinacea* and *Senecio fuchsii* coverage

	N	Spearman R	p-nivo / p-level
FES_ALT & sm	227	-0,28	0,0000
FES_ALT & sm-5	227	-0,40	0,0000
FES_ALT & sm 5-10	227	-0,29	0,0000
FES_ALT & sm 20-50	227	0,22	0,0007
CAL_ARU & sm	227	0,19	0,0039
CAL_ARU & sm 10-20	227	0,35	0,0000
CAL_ARU & sm 20-50	227	0,22	0,0009
C+F & sm-5	227	-0,22	0,0010
C+F & sm 10-20	227	0,26	0,0001
C+F & sm 20-50	227	0,28	0,0000
<i>Senecio fuchsii</i> & sm	227	-0,36	0,0000
<i>Senecio fuchsii</i> & sm-5	227	-0,45	0,0000
<i>Senecio fuchsii</i> & sm 5-10	227	-0,34	0,0000

FES_ALT - *Festuca altissima*, CAL_ARU - *Calamagrostis arundinacea*, C+F – obe vrsti skupaj / both species

vrzeli. Podobno kot DIACI *et al.* (2000) ugotavljamo, da je pomlajevanje v osrednjem delu velike vrzeli in v malih vrzelih manj uspešno, v sestoji pa le zadovoljivo.

Domneve, da so razlogi za dobljene rezultate v različnih svetlobnih razmerah, nismo popolnoma potrdili. Direktne svetlobe je pričakovano največ v veliki vrzeli, razlike med drugimi stratumi so majhne. Kljub temu presenečajo najnižje povprečne vrednosti v malih vrzelih. Višje vrednosti v sestoji so posledica presvetljenosti, male vrzeli pa so premajhne, oziroma je sklep v okolici tesnejši (izoblikovan gozdni rob).

Glede na porazdelitev DSF in ISF smo ploskvice razdelili v štiri skupine. Prostorska asimetrija v smeri S–N je najbolj vidna v veliki vrzeli, čeprav mreža ploskvic ne sega povsem do severnega roba. Dobro je nakazana tudi v malih vrzelih, ki so velike 5 arov. Presenetljivo dobro vidna je asimetrija v smeri E–W, pojasnimo jo lahko z zahodno lego pobočja. Na njen pomen opozarja tudi DIACI (2002).

Po nastanku vrzeli se zelišča hitro razrastejo (DIACI 2002). Številne raziskave kažejo pozitiven vpliv svetlobe na zeliščno plast (PISEK 2000, POLJANEC 2000, DIACI / PISEK / BONČINA 2005), ki je v našem primeru močnejši pri difuzni svetlobi. Z razdelitvijo na skupine lahko enako kot DIACI (2002) pojasnimo poraslost z zelišči, ki je pričakovano najmanjša v sestoji in največja v veliki vrzeli. Konkurenca zeliščne plasti statistično značilno negativno vpliva na gostoto mladja, vendar je povezava šibka. Na robu se zdi razkorak največji – gostote mladja v tem stratumu ne moremo pojasniti z zastiranjem zelišč. *Calamagrostis arundinacea* in *Festuca altissima* skupaj imata visok razred zastiranja. Trave, ki so najmočnejša konkurenca (BRANG / RODUNER 1996, DIACI / PISEK / BONČINA 2005), se zlasti na vzhodnem delu roba (zahodna ekspozicija) pojavljajo skoraj v enaki meri kot v veliki vrzeli. Presenetila nas je pozitivna odvisnost gostote smreke od zastiranja trave *Calamagrostis arundinacea*, ki pa je zelo šibka. V nasprotju s pričakovanji v naši raziskavi nismo odkrili negativnega vpliva *Calamagrostis arundinacea* na gostoto smrek do 10 cm, kar ne pomeni, da ga ni. Možna razlaga je, da ni tako zelo konkurenčna in porašča v večji meri predele, na katerih je močnejši vpliv drugih dejavnikov.

Porazdelitev mladja po višinskih razredih je pokazala, da so med stratumi velike statistično značilne razlike, ki jih v veliki meri lahko pojasnimo z različnimi svetlobnimi razmerami in posledično z zastiranjem in konkurenco zeliščne plasti. V sestoji je dovolj semenskih dreves, da se smreka lahko dobro naseni, vendar je po naši oceni svetlobe premalo, da bi mladje preživelo. Tudi v malih vrzelih je najverjetnejši

omejitveni dejavnik za razvoj še vedno pomanjkanje svetlobe. Osvetljenost je neprimerno boljša na robu velike vrzeli, kar poleg preživetja omogoča tudi razvoj, nasemenitev je še vedno uspešna. V veliki vrzeli je svetlobe za razvoj dovolj, vendar razrasle trave domnevno onemogočajo uspešno nasemenitev.

Skupna gostota mladja se po posameznih mikrorastiščih ne razlikuje veliko, statistično značilne razlike se pokažejo šele po višinskih razredih. Mladje do 5 cm je najgostejše v razmerah slabe osvetljenosti (C - največja gostota semenskih dreves), mladje med 5 in 10 cm v razmerah z veliko difuznega in malo direktnega sevanja (A - manjša konkurenca zelišč), mladje, višje od 10 cm, pa v razmerah močne osvetljenosti (B - veliko obeh komponent sevanja). Svetlobne niše smreke za nasemenitev in nadaljnji razvoj se torej razlikujejo. V visokogorju potrebuje smreka za razvoj kmalu veliko svetlobe (HUNZIKER / BRANG 2005), vendar to ne pomeni izsekavanje vrzeli v semenskem letu, temveč manjše presvetlitve in po nekaj letih postopno oblikovanje vrzeli.

V skladu z ugotovitvami drugih raziskovalcev (DAI 1996, PISEK 2000, DE CHANTAL *et al.* 2003, DIACI / PISEK / BONČINA 2005, HUNZIKER / BRANG 2005) smo potrdili vpliv svetlobe na višino in prirastke dominantnih osebkov. Podrobnejša analiza v skladu s pričakovanji glede na povprečne višine in svetlobne razmere v celoti potrjuje prejšnje ugotovitve. Dominantne smreke so najnižje v sestoji, razlike so statistično značilne tudi pri prirastkih. Kljub nihanju prirastkov med leti je zaznaven trend zmanjševanja v sestoji in v malih vrzelih. Domnevamo, da je pomanjkanje svetlobe glavni vzrok izgubljanja vitalnosti in propadanja mladja. Zelo vitalne dominantne smreke najdemo skoraj izključno v veliki vrzeli in na dobro osvetljenem delu roba. Odvisnost od svetlobnih razmer potrjuje tudi pregled po mikrorastiščih. Najnižje dominantne smreke so v mikrorastiščih C in D, najvišje v skupini B. Enaka razmerja veljajo tudi za prirastke. Najnižji so v skupini C, kjer se kljub nihanju med leti jasno kaže trend zmanjševanja. Zmanjševanje vitalnosti nakazuje tudi prevlada nevitnih smrek v skupinah C in D, medtem ko zelo vitalne najdemo v skupini B in delno v A.

Velikih razlik v gostoti mladja med gozdnim robom velike vrzeli (zahodna ekspozicija) ter vrzelmi in sestojem nismo v celoti pojasnili z vplivom svetlobe in zeliščne plasti. Možen vzrok bi lahko bil menjavanje talnih tipov na majhnih razdaljah, vendar o tem lahko sklepamo le iz podatkov o globini tal in opažanj o spremembah v vegetaciji. Na podlagi rezultatov domnevamo, da so plitvejša tla bolj ugodna kot globoka, ki so

pogosto dokaj vlažna in kot takšna ugodna za razvoj konkurenčne pritalne vegetacije.

V skladu s pričakovanji smo zaznali pozitivno odvisnost gostote smreke, in sicer od lesnih ostankov kot tudi korenin - rtin. Čeprav je delež lesnih ostankov v sestavi površja zelo majhen in na skupno gostoto smreke očitno nima večjega vpliva, je večina pomlajevanja v vrzelih na lesnih ostankih. Okolica panjev pomeni najugodnejše lege zlasti v veliki vrzeli.

Problem objedanja v Jelendolu je še vedno zelo pereč. V skupnem številu % objedenega mladja ne nakazuje vse razsežnosti problema, kar sta ugotovila že PERKO (1977) in ACCETTO (1986). Največje objedanje je v veliki vrzeli in najmanjše v sestoji, kar je pričakovano z dveh vidikov. Prvi je višinska struktura mladja, saj se objedanje z višino mladja stopnjuje. Drugi so opažanja, da divjad za pašo izbira odprte predele: enako visoko mladje v sestoji je manj objedeno. Če privzamemo, da je že enkratno objedanje škodljivo, ostanek mladja ne zadostuje za normalno obnavljanje sestojev. V veliki vrzeli je ostalo zelo malo nepoškodovanega mladja, ki poleg tega še dolgo časa ne bo zraslo zunaj dosega divjadi.

ZAKLJUČKI CONCLUSIONS

Uskladitev porušenega razmerja razvojnih faz v enoti bo dolgotrajna, četudi ne bo večjih motenj (divjad, ujme), poleg tega je pomlajenih površin v sestojih v obnovi občutno premalo (GOZDNOGOSPODARSKI NAČRT..., 2000). Iz dobljenih rezultatov in primerjav z drugimi raziskavami lahko sklenemo, da smo z zbranimi podatki sicer potrdili postavljene hipoteze, vendar nismo pojasnili vseh razlik v uspešnosti pomlajevanja. Talne razmere (vlažnost, kemizem, tekstura) so očitno pomembnejši dejavnik, kot smo pričakovali. V raziskavi smo obravnavali zaokroženo področje s konkretnimi problemi, zato je prenašanje zaključkov le omejeno.

Pomlajevanje je najuspešnejše na vzhodnem robu velike vrzeli (zahodna ekspozicija) kljub veliki poraslosti s *Calamagrostis arundinacea*. Mladice postajajo z razvojem vse bolj svetloljubne, zato so razmere zanje v sestoji in malih vrzelih vedno manj ugodne.

Na podlagi ugotovitev raziskave predlagamo izpeljavo nasemenitve ob semenskem letu v rahlo presvetljenem sestoji. Mladje lahko ostane pod zastorom do 5 let oziroma do višine 5 cm. Pri nadaljnjem odpiranju sestoja (oblikovanje vrzeli) dodajamo difuzno svetlobo in omogočimo mladju razvoj do 10 cm. Višje in starejše mladje potrebuje tudi več direktne

svetlobe, zato lahko oblikujemo večje vrzeli. Zaradi konkurence pritalne vegetacije je bolje odpirati dele vrzeli, ki jih le ta manj gosto porašča. Lesni ostanki izboljšajo razmere za pomlajevanje, zato je smiselno manj kakovosten les puščati v sestoji. Z vsemi omenjenimi ukrepi problem pomlajevanja ne bo rešen, bistveno se nam zdi ukrepanje v populaciji divjadi. Šele ob usklajeni gostoti le-te bo mogoče uspešno pomlajevati tudi druge, nekoč domače drevesne vrste.

SUMMARY

Jelendol is a typical Alpine valley, surrounded by relatively high mountains and with prealpine continental climate. A forest landscape with few mountain pastures widely predominates. Diverse topography and geologic substrates give the soil and vegetation a small-scale heterogeneity. The predominant forest association is prealpine fir-beech forest, while spruce prevails in most of the area as a result of past forest management.

We focused on the emergence and development of spruce regeneration, with special regard to light climate. In altimontane spruce forest (*Adenostylo glabrae-Piceetum*), gaps of different size and parts of the surrounding stand were selected at an elevation of 1,430–1,530 m. These research plots were covered with a grid to define the sampling plot locations. The following parameters were collected on each plot: direct and diffuse solar radiation, micro relief, soil depth, ground cover, woody regeneration (density, browsing, height, height increment) and ground vegetation.

Light conditions varied with gap size and shape. The highest values of direct radiation were assessed in the large gap, while in other strata values and differences were small. Due to solar radiation asymmetry (N–S and E–W) within gaps, all plots were divided into four groups in regard to DSF and ISF distribution using median values.

The prominent type of ground cover was ground vegetation (52 %), mostly herbs, while among other types only the proportion of woody debris was noticeable. In the herb layer, dominant species were *Festuca altissima* and *Calamagrostis arundinacea*. The correlation between the herb layer and the regeneration density was tested. Consistent with other studies, a negative effect was significant.

Three tree species were listed, yet only spruce regeneration density was large enough (28,605 per ha) to be analysed. The occurrence was significantly higher at the edge of the large gap, where 3/4 of the total spruce regeneration was found,

yet the regeneration density was not correlated with radiation. Nevertheless, the correlation proved significant when four height classes were included. The lack of radiation seems to be the main factor, which prevents further development in the stand and in the small gaps as well.

Height and height increment were measured on dominant woody regeneration. Calculations confirmed a radiation influence, as the highest values were obtained in the large gap. Average annual increments during the last three years were the lowest in the stand and in the small gaps; moreover, in spite of oscillation, values were decreasing.

Light conditions could not explain all the differences in spruce regeneration density. Also, the presence of woody debris was of great importance, which was clearly shown in the large gap. The number of spruce on each plot was positively correlated with wood debris and roots as well. On the contrary, effect of soil depth was negative.

Considering light conditions, we assume that the introduction of natural spruce regeneration is most appropriate after a seed year under lightly open canopies. In the next few years, the stand should be slightly opened to ensure sufficient diffuse radiation. Further expansion should slowly take place on the edge of a gap with lower ground vegetation density. Nevertheless, we are confident that the natural regeneration problem will not be solved until the ecosystem tolerable density of large herbivores is achieved.

LITERATURA REFERENCES

- ACCETTO, M., 1986. Vpliv rastlinojede divjadi na Jelendolske gozdove v Karavankah. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 27: 37–88.
- BERNOT, F., 1981. Klima Gorenjske. V: Zbornik 12. zborovanja slovenskih geografov, Kranj – Bled. Ljubljana, Geografsko društvo Slovenije: 107–119.
- BRANG, P., 1998. Early seedling establishment of *Picea abies* in small forest gaps in the Swiss Alps. Canadian Journal of Forest Research 28: 626–639.
- BRANG, P. / RODUNER, D., 1996. Vegetation konkurrenziert Fichtenansamung. http://www.waldwissen.net/themen/waldbau/waldverjuengung/index_SL (29.08.2005).
- DAI, X., 1996. Influence of light conditions in canopy gaps on forest regeneration: a new gap light index and its application in a boreal forest in east-central Sweden. Forest Ecology and Management, 84: 187–197.
- DE CHANTAL, M. / LEINONEN, K. / KUULUVAINEN, T. / CESCATTI, A., 2003. Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in a boreal spruce forest. Forest Ecology and Management, 176: 321–336.
- DIACI, J., 1999. Meritve sončnega sevanja v gozdu. I. Presoja metod in instrumentov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 58: 105–138.
- DIACI, J., 2000. Naravno pomlajevanje v nasadih smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na Krašici. V: Nova znanja v gozdarstvu – prispevek visokega šolstva. Gozdarski študijski dnevi (20; 2000; Kranjska Gora). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 89–104.
- DIACI, J., 2002. Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. Forest Ecology and Management, 161: 27–38.
- DIACI, J. / KUTNAR, L. / RUPEL, M. / SMOLEJ, I. / URBANČIČ, M. / KRAIGHER, H., 2000. Interactions of ecological factors and natural regeneration in an altimontane Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stand. Phytion (Horn, Austria), 40, 4: 17–26.
- DIACI, J. / PISEK, R. / BONČINA, A., 2005. Regeneration in experimental gaps of subalpine *Picea abies* forest in the Slovenian Alps. European Journal of Forest Research, 124: 29–36.
- HANSSEN, KH., 2003. Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. Forest Ecology and Management, 180: 199–213.
- HORVAT-MAROLT, S., 1967. Pomlajevanje na pohorskih posekah in konkurenčne razmere v koreninskem prostoru. Gozdarski vestnik, 25, 1: 1–14.
- HUNZIKER, U. / BRANG, P., 2005. Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps. Forest Ecology and Management, 210: 67–79.
- MARINČEK, L., 1978. Gozdne združbe – Jelendol: Vegetacijska in rastiščna analiza za območje GGE Jelendol. Ljubljana.
- PERKO, F., 1977. Vplivi divjadi na naravno obnovo jelovih in bukavih gozdov na visokem Krasu. Gozdarski vestnik, 35: 191–204.
- PISEK, R., 2000. Naravno pomlajevanje subalpskega smrekovega gozda na Pokljuki: diplomsko delo (BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 83 s.
- POLJANEC, A., 2000. Razvoj alpskega smrekovega gozda v dolini Lopusnice: diplomsko delo (BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 84 s.
- ROBIČ, D., 1985. Problemi naravnega obnavljanja antropogenih altimontanskih smrekovij na Pohorju. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 26: 149–159.
- ROBIČ, D., 1998. Gorski gozd v Sloveniji, poizkus opredelitve in nekatere posebnosti ravnanja z njim. V: Gorski gozd. Gozdarski študijski dnevi (19; 1998; Logarska dolina). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 1–16.
- ROBIČ, D. / VILHAR, U. / KRAIGHER, H., 1998. Gozdnogojitveni vidiki kompeticije v rizosferi zatravljenega antropogenega altimontanskega smrekovja. V: Gorski gozd. Gozdarski študijski dnevi (19; 1998; Logarska dolina). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 255–268.
- ROZMAN, E., 2005. Pomladitvena ekologija drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu: diplomsko delo (BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). – Ljubljana, samozaložba: 72 s.
- Gozdnogospodarski načrt GGE JELENDOL 2000–2009. Tržič, Zavod za gozdove Slovenije, OE Kranj: 135 str.