

lu = 3343

ID = 57 6422

ε-458



Gozdarski inštitut Slovenije
Večna pot 2, Ljubljana

Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda

L4-7402

Elaborat

Naročnik:

Ministrstvo za znanost in tehnologijo RS
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS

Trajanje: 1996-1998

GDK 114.7

Uč. št.: gozdna tla, rizekter, gozdno drevo, fiziološki parametri, vzgojne
plasti, Potšuba, Kocovski Lake, tres, vpliv na gozd

UNIVERZA V LJUBLJANI
GOZDARSKA KNJIŽNICA

K E
458
114.7



21999001747

COBISS ®



Naslov naloge: Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda

Naročnik: MZT 75%, MKGP 25%

Šifra: L4-7402

Izvajalec: Gozdarski inštitut Slovenije (GIS)
BF Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire (BFG)
BF Odd. za agronomijo (BFA)
ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave (sofinanciranje TEŠ)

Obseg: 4736 ur GIS, 155 ur BFG, 257 ur BFA (1996-1998)

Vodja: doc. dr. Hojka Kraigher

Sodelavci - domači: mag. Gregor Božič
mag. Matjaž Čater, mr
mag. Miran Čas
mag. Dušan Jurc
doc. dr. Maja Jurc
mag. Polona Kalan
mag. Lado Kutnar
Tone Kralj
mag. Robert Robek
dr. Primož Simončič
mag. Igor Smolej
Mihej Urbančič
Sašo Žitnik, mr
Magda Debeljak-Špenko
Andrej Hren
Jana Janša
Vesna Rajh
Nina Rotar
Matej Rupel
Zvone Stermšek

- ostali: doc. dr. Jurij Diaci, BF Gozdarstvo
Helena Šircelj, BF Agronomija
mag. Tomaž Sinkovič, BF Agronomija
dr. Cvetka Ribarič-Lasnik, ERICo, Velenje
mag. Samar Al Sayegh Petkovšek, ERICo, Velenje
mag. Julija Beričnik Vrbovšek, ERICo, Velenje
Andrej Piltaver, MO Ljubljana
Prof. dr. Reinhard Agerer, München
Tadeja Trošt, BF Biologija
Tine Grebenc, študent, BF Biologija
Urška Vilhar, študentka, BF Gozdarstvo
Nada Vukovič, študentka, BF Biologija

Ključna dokumentacijska informacija z izvlečkom

ŠD e
GDK 114.5 : 114.7 : 181.3
KG gozdna tla, rodovitnost, vpliv okolja, rizosfera, mikoriza
KK —
AV *Kraigher, Hojba (Božič, Gregor/Čater, Mofjari ... (vse avtorje vpisati))*
SA *Kraigher, Hojba (wednica)*
KZ *Ljubljana*
ZA *GIS*
LI *1999*
IN *Raziskave gozdnih tal ... (cel manevr prepisati)*
TD *elaborat*
OP *190 str., — pugl., — graf., — pilog., — risov*
IJ *SL*
JI *SL*
AI

Osnovno vprašanje, s katerim smo se srečevali v dosedanjih raziskavah gozdne biologije in ekologije v povezavi s propadanjem gozdov, je bilo vprašanje ničelnega stanja - kateri gozdni ekosistem je primeren kot kontrolna točka onesnaženim področjem, kakšna je biološka raznovrstnost v različnih gozdnih ekosistemih v Sloveniji, kakšne so kontrolne vrednosti mineralne prehrane pri posameznih vrstah gozdnega drevja v različnih stadijih razvoja sestojev, kako določiti stopnjo ogroženosti glede na nekatere zaščitne mehanizme v gozdnem drevju, ki se navadno analizirajo v okviru stresne fiziologije. S predlaganim projektom smo želeli dobiti vpogled v delovanje kompleksa gozdna tla-rizosfera-višja rastlina s primerjavo hitrosti kroženja hranil (vnosa hranil, dekompozicije, mineralizacije), vrstne sestave dekompozitorskih in simbiotskih gliv ter nekaterih fizioloških parametrov drevesnih vrst, v raznodobnih gozdnih sestojih (v prvi fazi raziskav v pomladitvenem jedru v primerjavi s starejšim debeljakom), na relativno neobremenjenih raziskovalnih ploskvah v primerjavi z imisijsko obremenjenim področjem, na nekaterih izbranih rastiščih, na katerih je bilo pričakovati različno hitrost dekompozicije in mineralizacije opada, v imisijskem območju TE Šoštanj pa je bil cilj zasledovati vplive zmanjšanja emisij na nekatere parametre stresa ter na kemizem in vrstno sestavo biokomponente gozdnih tal. Poseben poudarek je bil na raziskavah pomladitvene ekologije, predvsem svetlobnih razmer, naravnega mladja smreke v naravnem altimontanskem smrekovju na Pokljuki.

KAZALO

1. PREDSTAVITEV PROJEKTA (Hojka KRAIGHER)	5 - 11
2. ZNAČILNOSTI RAZISKOVALNIH PLOŠKEV INZGODOVINA GOZDA NA NJIH (Igor SMOLEJ, Matjaž ČATER)	12 - 33
3. DENDROKRONOLOŠKE, MORFOLOŠKE IN GENETSKE RAZISKAVE SMREKE NA POKLJUKI (Gregor BOŽIČ)	34 - 48
4. VEGETACIJSKE IN TALNE RAZMERE NA RAZISKOVALNIH PLOŠKVAH (Lado KUTNAR, Mihej URBANČIČ, Primož SIMONČIČ)	49 - 84
5. KROŽENJE HRANIL IN BIOMASE NA RAZISKOVALNIH PLOŠKVAH (Primož SIMONČIČ et al.)	85 - 99
6. PESTROST IN POMEN BIOKOMPONENTE V GOZDNIH TLEH IN RIZOSFERI (Hojka KRAIGHER et al.)	100 - 139
7. BIOKEMIJSKI KAZALCI STRESA (Cvetka RIBARIČ LASNIK, Julija BERIČNIK VRBOVŠEK)	140 - 152
8. RAZISKAVE SVETLOBNIH RAZMER IN ZAKONITOSTI POMLAJEVANJA SMREKE NA TRAJNI RAZISKOVALNI PLOŠKVI ŠIJEK (Jurij DIACI, Igor SMOLEJ, Matej RUPEL)	154 - 187
9. ZAKLJUČKI, APLIKACIJE IN PERSPEKTIVE RAZISKAV (Hojka KRAIGHER, Primož SIMONČIČ, Jurij DIACI)	188 - 195
10. SEZNAM PRILOG (uredila: Igor SMOLEJ, Gregor BOŽIČ)	196

1 PREDSTAVITEV PROJEKTA

Hojka KRAIGHER

1.1 OSNOVNA IZHODIŠČA RAZISKAV

Gozdni ekosistemi so funkcionalno in strukturno visoko organizirani sistemi biotskih in abiotskih komponent, povezanih v občutljivo dinamično ravnovesje. Vsak poseg v tak ekosistem lahko povzroči celo sosledje sprememb v delovanju gozda: v kroženju hranil, procesih mineralizacije in dekompozicije, vrstni sestavi in raznolikosti (biodiverziteti) biokomponente v rizosferi gozda, kar se vse odraža na spremembah fiziologije gozdnega drevja. Fiziološke spremembe se odražajo v spremenjeni sestavi hranil v fotosintetskem aparatu, spremenjenem hormonalnem ravnovesju, spremenjenem razmerju fotosintetskih pigmentov, tiolov, nekaterih organskih kislin in aminokislin.

Naštete parametre smo v preteklih letih pospešeno proučevali ob pojavu propadanja gozdov. Pri predhodnih raziskavah se je pokazala potreba po temeljitem in dolgotrajnem študiju procesov v gozdu v izbranih gozdnih ekosistemih, na stalnih raziskovalnih ploskvah in v daljšem časovnem obdobju. Predhodne raziskave so potekale predvsem v mlajših in čim bolj enomernih debeljakah, v katerih smo skušali doseči čimvečjo stopnjo homogenosti vzorčne ploskve.

S takim pristopom smo zanemarili nekaj gozdarskih vprašanj, potrebnih za kontrolo in razvoj gozdnogojitvenih in načrtovalskih ukrepov. Načela trajnostnega gospodarjenja z gozdom predvidevajo rastišču prilagojeno ravnanje z gozdom, npr. izbiralno in skupinsko postopno sečnjo ter ohranjanje ali spodbujanje naravnega razmerja drevesnih vrst. Čimvečja homogenost vzorčnih ploskev pa je onemogočala celosten vpogled v biološko raznovrstnost v raznodobnem gozdu. Pri tem se postavlja nekaj vprašanj:

i) Velikost in razvoj pomladitvenih jeder določajo mikroklimatske razmere v sestoji. Znano pa je, da različni razvojni stadiji gozda pogojujejo tudi različno sestavo mikroorganizmov v gozdnih tleh, kar vpliva na hitrost dekompozicije in mineralizacije. Hranil je na razpolago več, kot jih mlado drevje rabi, zato prihaja do spiranja hranil, mikorizne glive, ki nastopajo v teh stadijih, pa pomagajo k hitrejšemu sprejemu hranil v višjo rastlino. Vzporedno z razvojem gozda in zaraščanjem krošenj se večja količina opada, ki se počasi razkraja. V odraslih stadijih je večina hranil ujetih v opadu in vstopajo v direktno kroženje hranil. Zaradi notranjega kroženja hranil so poraba in zahteve po le-teh v dinamičnem ravnovesju. Organizmi v rizosferi gozda delujejo kot dekompozitorji ali v sinergizmu s saprofiti. Osnovna vloga mikoriznih gliv v takih razvojnih stadijih je v retranslokaciji hranil med posameznimi osebki in vrstami v sistemu. Zaradi posedovanja ustreznih encimskih sistemov so zmožne sodelovati v dekompoziciji opada. Postavlja se vprašanje vplivov pomladitvenega jedra na sukcesijski stadij in aktivnost mikroorganizmov v rizosferi gozdnih tal ter vprašanje vplivov vlage v tleh, ki je odvisna od matične podlage, na kroženje hranil v gozdnih ekosistemih. Problematiko pomlajevanja smo v okviru projekta 'Rizosfera' raziskovali v naravni smrekovi monokulturi

na Pokljuki, vplive talne vlage oziroma matične podlage na kroženje hranil pa v imisijsko neobremenjenem mešanem gozdu listavcev v Kočevski Reki .

ii) Vnos škodljivih snovi v gozd, neugodne spremembe klime, neustrezno gospodarjenje z gozdom vplivajo na procese v gozdnih tleh. Organski sloj je, kot vrhnji sloj gozdnih tal, izpostavljen imisijam škodljivih snovi. Hkrati ima zaradi svojih kemijskih in fizikalnih lastnosti pomembno vlogo pri nevtralizaciji učinkov različnih stresnih dejavnikov v gozdnih tleh. Od njegove sestave je odvisno kroženje snovi v gozdu, torej dekompozicija, mineralizacija, prenos hranil po miceliju mikoriznih gliv in ponovni sprejem hranil v višjo rastlino - gozdno drevje. Vplivi imisij na gozdne sestave in siromašenje vrstne sestave gozdnega drevja ter spremljajočih organizmov v tleh povzročajo počasnejšo dekompozicijo in mineralizacijo in s tem kopičenje opada. V daljšem časovnem razdobju doseže tako osiromašen ekosistem ravnovesno stanje na drugem nivoju. V preteklih letih smo velik del raziskav vezali na imisijsko območje TE Šoštanj. Raziskovali smo značilnosti imisijsko ogroženih sestojev glede stanja gozdnih tal in mikorize ter stresne fiziologije smreke in delno bukve. Z namestitvijo odžveplevalne naprave je bilo mogoče pričakovati, da se bo doseženo ničelno imisijsko stanje začelo ponovno prevešati. Zanima nas časovni in kvalitetni premik glede hitrosti kroženja hranil, aktivnosti in vrstne sestave mikroorganizmov v tleh ter izbrani parametri stresne fiziologije pri smreki.

1.2 POMEN PROJEKTA ZA SLOVENSKO GOZDARSTVO

Načela trajnostnega gospodarjenja z gozdom so v Sloveniji zasnovana predvsem na potrebi po ohranjanju vseh, zlasti pa občutljivih gozdnih ekosistemov in praktičnem dolgoletnem gozdnogojiteljskem delu.

Z raziskavami vplivov pomladitvenega jedra na gozdna tla in rizosfero v različnih rastiščnih pogojih smo skušali dobiti odgovor na vprašanje, v kolikšni meri ustaljene metode gojenja gozdov vplivajo na načelo trajnosti in ohranjanja biološke raznovrstnosti v biokomponenti gozdnih tal. Z dovolj vsestransko zastavljenimi raziskavami in ponavljanjem le-teh v različnih rastiščnih pogojih ter v daljšem časovnem obdobju bi lahko pričakovali možnost potrditve ali korekcije ustaljenih gojitvenih metod.

Z raziskavami imisijsko ogroženih sestojev po namestitvi odžveplevalne naprave na TE Šoštanj smo skušali dobiti odgovor na vprašanje o zadostnosti te naprave, časovnih trendih sanacij ter ranljivosti sestojev v ponovno spremenjenih okoljskih razmerah.

1.3 PREGLED PREDHODNIH RAZISKAV DOMA IN V SVETU

Raziskave vplivov pomladitvenega jedra na biokomponento tal temeljijo na študijah vloge in vrstne sestave in sukcesije dekompozitorjev in mikoriznih gliv v različnih razvojnih stadijih

gozdnih sestojev (Last et al, 1987, Dighton, Boddy, 1988), njihovem pomenu v produktivnih in protektivnih gozdnih ekosistemih (Pankow et al, 1991) ter vlogi v posredovanju hranil med posameznimi osebki v gozdnem ekosistemu (Read, 1991, 1992, Dighton, 1991). Dokazan je bil prenos asimilatov preko micelija mikoriznih gliv od dominantnih k subdominantnim osebkom v sestoji (Francis, Read, 1984) ter prenos dušika od fiksatorjev dušika (*Frankia*), ki tvorijo koreninske gomoljčke na koreninah jelše, preko skupnega mikoriznega partnerja v iglice bora (Arnebrandt et al, 1993).

Raziskave imisijsko ogroženih sestojev se navezujejo predvsem na raziskave o spremembah hitrosti dekompozicije ter vrstne sestave dekompozitorjev in mikoriznih gliv pod vplivi žvepla (Boddy et al. 1994, Schlechte, 1990), dušikovih spojin (Shaw et al, 1992, Arnolds, 1988 in 1991), težkih kovin (Turnau et al, 1992) ter industrijskega onesnaževanja (Qian et al, 1993, Agerer, 1991). Raziskave gozdnih tal temeljijo na teorijah o stabilnosti gozdnih ekosistemov in vplivu kislega depozita na ravnovesje v gozdu, o motnjah kroženja snovi v gozdnih ekosistemih, na ugotovitvah o degradacijah gozdnih tal zaradi osnavljanja rastišču neustreznih monokultur, steljarjenja in industrijskega onesnaževanja, na teoriji o multiplem stresu, teoriji o vplivu aluminijskega pomanjkanja kalcija v gozdnih tleh in teorijo o neharmoničnih prehranskih razmerah za smreko (vse pregledno opisane v Simončič, 1992).

Na gozdnih raziskovalnih ploskvah v Sloveniji ter v imisijskem območju TE Šoštanj smo v preteklosti opravili poleg popisov propadanja gozdov (Annon., 1988) še naslednje poglobljene raziskave: Vpliv TE Šoštanj na tla in vegetacijo (Kalan et al, 1989, 1990, 1991, 1994), Raziskave citokininov in tipov ektomikorize kot kazalcev onesnaženosti gozdnih rastišč (Kraigher oz Kraigher et al, 1992, 1994a, 1994b, 1995a, 1995b), Raziskave mikoriznega potenciala ploskve v Zavodnjah in v Mislinji (Al Sayegh Petkovšek et al, 1992), Raziskave ekofizioloških lastnosti smreke na imisijskem območju TE Šoštanj (Ribarič-Lasnik, 1991) ter Lastnosti gozdnih tal na tem območju (Urbančič, 1989). Raziskave so pregledno predstavljene v ekspertizi za Svetovno banko (Batič et al, 1994)..

1.4 PREDSTAVITEV HIPOTEZE

Osnovno vprašanje, s katerim smo se srečevali pri raziskavah propadanja gozdov v preteklih letih, je bilo vprašanje ničelnega stanja - kateri gozdni ekosistem je primeren kot kontrolna točka onesnaženim področjem, kakšna je biološka raznovrstnost v različnih gozdnih ekosistemih v Sloveniji, kakšne so kontrolne vrednosti mineralne prehrane pri smreki v različnih stadijih razvoja sestojev, kako določiti stopnjo ogroženosti glede na nekatere zaščitne mehanizme v gozdnem drevju, ki se navadno analizirajo v okviru stresne fiziologije. Ob kritičnem ovrednotenju preteklih raziskav ugotavljamo, da so bile zaradi konkretnih in razmeroma kratkoročnih potreb izvedene fragmentarno in omejene na manjše raziskovalne ploskve v pretežno enomernih mlajših debeljakih, predvsem v imisijskem območju TE Šoštanj.

S predlaganim projektom smo želeli dobiti vpogled v delovanje kompleksa gozdna tla - rizosfera - višja rastlina v raznodobnih gozdnih sestojih, v predlaganem časovnem okviru v smrekovih monokulturah na Pokljuki in v kislem jelovo-bukovem gozdu v Kočevski Reki. V predlaganem časovnem obsegu smo se omejevali zlasti na dva ekstrema, na študij vplivov pomladitvenih jeder na delovanje rizosfere in kroženje hranil v primerjavi s sosednjimi debeljaki pred pomlajevanjem. Hkrati smo spremljali trende v tem kompleksu v gozdnih sestojih v Zavodnjah, kjer smo izhajali iz preteklih raziskav, ki nam sedaj predstavljajo ničelno točko za imisijsko obremenjene ekosisteme.

Snovanje umetnih pomladitvenih jeder v gozdnih sestojih v Sloveniji temelji na spoznanju, da se sestojne mikroklimatske razmere v precejšnji meri ohranijo tudi na posekani površini, če njena velikost ne preseže ene sestojne oziroma drevesne višine. Na takšnih posekanih površinah se ponavadi zasnuje pomladitveno jedro. Vplivi le-tega na biološko raznovrstnost, kroženje hranil v gozdnih sestojih in naravno pomlajevanje v Sloveniji do zdaj še niso bili raziskani.

Predvidevali smo, da prisotnost pomladitvenega jedra v gozdnem sestoju vpliva, odvisno od rastiščnih in klimatskih razmer, na biološko aktivnost in vrstno sestavo dekompozitorjev in mikoriznih gliv, na procese kroženja hranil v sistemu gozdna tla - rizosfera - višja rastlina in uspeh naravne pomladitve smreke v občutljivih altimontanskih smrekovih monokulturah.

V dveh različnih gozdnih ekosistemih, v smrekovih monokulturah na Pokljuki in kislem jelovo-bukovem gozdu v Kočevski Reki, smo analizirali mikrobiološko aktivnost v tleh, potek in hitrost razgradnje lesnih ostankov in opada s pomočjo merjenja in opazovanja značilnih sprememb, ki nastajajo med dekompozicijo, predvsem izgubo teže, vrstno sestavo in sukcesijo pomembnejših vrst mikoriznih gliv in tipov ektomikorize. Te raziskave smo povezali z analizami gozdnih tal, kjer je bil poudarek na kemizmu organskega horizonta tal vključno z opadom, z analizami mineralne prehrane smreke oziroma smreke in bukve ter s fitocenološko opredelitvijo rastišč s pomočjo kvalitativne analize vegetacije.

V imisijskem območju TE Šoštanj smo se omejili na dve raziskovalni ploskvi GIS na Prednjem vrhu v Zavodnjah, na katerih so že v preteklih letih potekale sorodne raziskave. Primerjali smo mikrobiološko aktivnost in kemizem organskega horizonta tal, prehranske razmere za smreko in bukev, nekatere parametre stresne fiziologije (pigmenti, tioli, askorbinska kislina, aminokisliline, peroksidazna aktivnost, hormoni), procese dekompozicije ter vrstno sestavo in pogostnost pomembnejših vrst gliv ter tipov ektomikorize.

Predvidevali smo, da se bo zmanjšanje imisij iz TE Šoštanj odrazilo najhitreje v kemizmu in nekaterih parametrih stresne fiziologije smreke in bukve, kasneje pa tudi v procesih v gozdnih tleh in rizosferi gozda ter pojavljanju tistih gliv, katerih v raziskavah pred letom 1994, ob maksimalni obremenjenosti sestojev z imisijami, v teh sestojih nismo zabeležili.

1.5 POMEMBOST PRIČAKOVANIH REZULTATOV

a) Pomen za razvoj znanosti

Raziskave biokomponente gozdnih tal so v Sloveniji pomanjkljivo zastopane. Raziskave vrstne sestave in abundance mikoriznih gliv in tipov ektomikorize so bile v Sloveniji vpeljane na dveh raziskovalnih ploskvah GIS v imisijskem območju TE Šoštanj, kjer so potekale tudi raziskave mineralne prehrane in parametrov stresne fiziologije pri smreki. Raziskave dekompozitorjev lesa so bile doslej omejene na raziskave vrst iz rodov *Armillaria* v Sloveniji in *Heterobasidion* na Peci in na Pokljuki. S predlaganim projektom smo skušali zapolniti vrzeli v poznavanju kraljestva gliv v gozdnih ekosistemih s poudarkom na tipih ektomikorize in dekompozitorjih lesa.

Študij kroženja hranil v izbranih gozdnih ekosistemih je ključnega pomena za razumevanje delovanja in soodvisnosti med posameznimi komponentami v teh ekosistemih. Zaradi razumevanja fiziologije posameznih drevesnih vrst smo analizam mineralne prehrane dopolnili z analizami nekaterih drugih parametrov stresne fiziologije pri smreki in bukvi.

Za slovenski koncept gojenja gozdov je predlagani kompleks raziskav predvidoma prva potrditev pravilnosti določenih ukrepov v izbranih gozdnih ekosistemih na podlagi bioloških in fizioloških metod in meritev.

b) Pomen za slovensko gozdarstvo

Načela trajnostnega gospodarjenja z gozdom so v Sloveniji zasnovana predvsem na potrebi po ohranjanju vseh, zlasti pa občutljivih gozdnih ekosistemov in praktičnem dolgoletnem gozdnogojiteljskem delu.

Z raziskavami vplivov pomladitvenega jedra na gozdna tla in rizosfero v različnih rastiščnih pogojih smo načeli serijo raziskav, s katerimi je mogoče na znanstvenih temeljih opredeliti gozdnogojitvene ukrepe v slovenskih gozdovih. Dolgoročno predvidevamo odgovor na vprašanja o priporočljivi velikosti pomladitvenih jeder, razmerju drevesnih vrst v teh jedrih in pozneje v odraslih sestojih. Predvidevamo možnost korekcije ustaljene gozdnogojiteljske prakse v posameznih sukcesijskih stadijih gozda, na različnih rastiščih, v različnih klimatskih in antropogeno povzročenih stresnih razmerah v okolju. Poseben poudarek bo na študijah in prilagajanju gojitvenih ukrepov v imisijsko obremenjenih področjih ter v smrekovih monokulturah.

Kratkoročno smo želeli prispevati k poznavanju ničelnega stanja glede biološke raznovrstnosti v posameznih gozdnih ekosistemih, na osnovi katerega je mogoče razvijati metode bioindikacije onesnaženosti in širše ogroženosti gozdnih ekosistemov na osnovi pasivnega, kasneje tudi aktivnega biomonitoringa.

1.6 POVZETEK

Osnovni cilj projekta je bil prispevati k poznavanju delovanja izbranih gozdnih ekosistemov, biološke raznovrstnosti kot pogoju stabilnosti ter osnovnih fizioloških parametrov gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih (1. faza oziroma prvi v nizu projektov).

Raziskave smo omejili na raziskave kompleksa gozdna tla-rizosfera-višja rastlina:

- s primerjavo hitrosti kroženja hranil (vnosa hranil, dekompozicije, mineralizacije),
- z raziskavami vrstne sestave dekompozitorskih in simbiotskih gliv ter
- nekaterih fizioloških parametrov drevesnih vrst,

v:

- različnih razvojnih stadijih gozda (v smrekovi monokulturi na Pokljuki, Rhytidiadelpho-Piceetum),
- različnih rastiščnih pogojih (Blechno-Fagetum na neprepustni kisli podlagi in Abieti-Fagetum na karbonatni podlagi v Kočevski Reki),
- imisijskem območju TE Šoštanj po namestitvi čistilne naprave v primerjavi s preteklimi raziskavami (Luzulo-Fagetum na raziskovalni ploskvi v Zavodnjah)

Ugotovitve so prikazane v posameznih poglavjih te publikacije. Poudariti je potrebno prispevek k temeljnemu znanju o pretoku hranil in biomase v izbranih gozdnih ekosistemih, k temeljnemu znanju o biodiverziteti gliv ter k pomladitveni ekologiji smreke v altimontanskih smrekovjih. Predvsem raziskave, vezane na avtohtoni sestoj smreke na Pokljuki, imajo največji aplikativni pomen za gojenje in predvsem obnovo naravnega altimontanskega smrekovja.

1.7 VIRI

1. AGERER, R. (1991c), Streuzersetzende Grospilze im Höglwald-Projekt: Reaktionen im vierten Jahr der Behandlung. Forstwiss. Cbl. **39** 99-103.
2. AL SAYEGH-PETKOVŠEK, S., KRAIGHER, H., BATIČ, F. (1992) Mycorrhizal potential of two forest research plots in the immission area of Thermoenergetic Power Plant Šoštanj (North Slovenia).- In: Abstracts, XI. Congress of European Mycologists, Kew 1992, s. 38.
3. ANNON. (1988) Črna knjiga o propadanju gozdov v Sloveniji leta 1987 - nadaljevanje. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, 66 s.
4. ARNEBRANT, K., EK, H., FINLAY, R.D., SÖDERSTROM, B. (1993). Nitrogen translocation between *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. seedlings inoculated with *Frankia* sp. and *Pinus contorta* Dougl. ex Loud seedlings connected by a common ectomycorrhizal mycelium. *New Phytol.* **124** 231-242.
5. ARNOLDS, E. (1988) The changing macromycete flora of the Netherlands. *Trans.Br.Myc. Soc.* **90** 391-406.
6. ARNOLDS, E., (1991) Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* **35** 209-244.
7. BATIČ, F., JURC, D., KALAN, J., KOVAČ, M., KRALJ, T., MIKULIČ, V. 1994. Impact of polluted gasses from thermal power plant in Šoštanj, Slovenia, on forest environment: a brief expertise on cause-consequence relationship in forest decline studies carried out on Slovenian forestry institute. Ekspertiza za World Bank, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 36 s.

8. BODDY, L. *et al.* (1994) Dry deposition of sulphur dioxide and toxicity effect of sulphite on the fungal decomposers of forest litter. In: Fungi and environmental change. Silsoe College, Cranfield University, March 28-31 1994. British Mycological Society 11 th General Meeting, Abstracts. 1 p.
9. DIGHTON, J. (1991) Acquisition of nutrients from organic resources by mycorrhizal autotrophic plants. *Experientia* 47 362-369.
10. DIGHTON, J., BODDY, L. (1988) Role of fungi in nitrogen, phosphorus and sulphur cycling in temperate forest ecosystems. In: Nitrogen, phosphorus and sulphur utilization by fungi. Symposium of the British Mycological Society (Ed: Lynne Boddy, R. Marchant, D.J. Read). 269-299.
11. FRANCIS, R., READ, D.J. (1984) Direct transfer of carbon between plants connected by vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium. *Nature* 307 53-56.
12. KALAN, J. *et al.* 1989. Vpliv termoelektrarne Šoštanj na tla in vegetacijo, I. faza. Ljubljana, IGLG, 57 s.
13. KALAN, J. 1990. Obremenjenost gozdov z žveplom leta 1989. Zbornik gozdarstva in lesarstva 36 s. 183 - 198.
14. KALAN, J. 1991. Einwirkung von Kohlenkraftwerk - Immissionen auf Boden und Vegetation - Unifizierung und Standardisierung der Methodik. V: Forschung der Waldoekosysteme und der Forstlichen Umwelt. IGLG, Ljubljana, Bericht ueber die Forschungszusammenarbeit Slowenien - Oesterreich 1990, s. 68 - 110.
15. KALAN, J., SIMONČIČ, P. 1993. Belastung von Waldoekosystemen durch Schwefel- Stickstoff- und Fluordepositionen. Programm und Kurzfassungen der Vortraege und Poster, Internationales Symposium "Stoffeintrage aus der Atmosphaere und Waldbodenbelastung in den Laendern von ARGE ALP und ALPEN-ADRIA, Berchtesgaden, Bayerisches Staatministerium fuer Landesentwicklung und Umweltfragen, Muenchen; s. 237-247.
16. KALAN, J., SIMONČIČ, P. 1994. Vplivi onesnaženega zraka na gozdna tla. Zbornik strokovno srečanja Varstvo zraka, stanje in ukrepi za izboljšanje stanje zraka v Sloveniji, Bled, 28.-30.3.1994. Ljubljana, Zavod za tehnično izobraževanje, s. 14/1 -14/13.
17. KRAIGHER, H. (1992) Identifikacija tipov ektomikorize pri smreki s treh ploskev v imisijskem območju TE Šoštanj.- In: Flora in vegetacija Slovenije, Zbornik povzetkov referatov na simpoziju slovenskih botanikov v Krškem 1992, s. 26.
18. KRAIGHER, H. (1994) Citokinini in tipi ektomikorize pri sadikah smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) kot kazalci onesnaženosti gozdnih rastišč. Doktorska disertacija, Oddelek za agronomijo, Biotehniška Fakulteta, Univerza v Ljubljani, 156 s.
19. KRAIGHER, H., AGERER, R., JAVORNIK, B. (1995) Ectomycorrhizae of *Lactarius lignyotus* on Norway spruce, characterized by anatomical and molecular tools. *Mycorrhiza* 5 175-180.
20. KRAIGHER, H., BATIČ, F., AGERER, R. (1994) Bioindication of pollution by types of ectomycorrhizae on Norway spruce from two differently polluted forest research plots in Slovenia. In: Air pollution and multiple stresses, 16th International meeting for specialists in air pollution effects on forest ecosystems, Abstracts. Fredericton, New Brunswick, Canada, 7.-9.09.1994.
21. KRAIGHER, H., HANKE, D.E., AGERER, R., BATIČ, F. (1995) Cytokinins in Norway Spruce Seedlings, grown on different Soil Substrates. *Acta Pharmaceutica* (v tisku)).
22. PANKOW, W., BOLLER, T., WIEMKEN, A. (1991) Structure, function and ecology of the mycorrhizal symbiosis. *Experientia* 47 311-400.
23. QIAN, X.M. *et al* (1993) Vergleichende untersuchungen an mykorrhizen und mikropilzen der rhizosphäre nach saurer beregnung und kalkung im fichtenbestand 'Höglwald'. Abschlussbericht über das Projekt 0339175E. Univ. Tübingen, Botanisches Institut, Spezielle Botanik / Mykologie und Botanischer Garten, Auf der Morgenstelle 1, 72076, Tübingen. 83 p.
24. READ, D. J. (1992) The Mycorrhizal Mycelium. In: Mycorrhizal Functioning: An Integrative Plant- Fungal Process. (Ed.: Allen, M. F.) Routledge, Chapman & Hall, 102-133.
25. READ, D.J. (1991) Mycorrhizas in Ecosystems. *Experientia* 47 376-390.
26. RIBARIČ-LASNIK, C. (1991) Ekofiziološke lastnosti smreke (*Picea abies* (L.) Karsten) na vplivnem območju Termoelektrarne Šoštanj. Magistrska naloga, VTOZD za biologijo BF, Univerza v Ljubljani, 126 p.
27. SHAW, P.J. (1994) Nitrogen pollution and fungi. In: Fungi and environmental change. Silsoe College, Cranfield University, March 28-31 1994. British Mycological Society 11 th General Meeting, Abstracts. 1 p.
28. SIMONČIČ, P. 1992. Razmere mineralne prehrane za smreko na distričnih rjavih tleh na tonalitu v vplivnem območju TE Šoštanj. Magistrsko delo. Ljubljana, 134 s.
29. TURNAU, K., KOTTKE, I., OBERWINKLER, F. (1992) *Paxillus involutus-Pinus sylvestris* Mycorrhizae from Heavily Polluted Forest. *Bot. Acta* 106 193-276.
30. URBANČIČ, M. 1989. Lastnosti gozdnih tal na tonalitu in andezitnem tufu v imisijskem območju termoelektrarne Šoštanj. Ljubljana, IGLG, 70 s.

2 ZNAČILNOSTI RAZISKOVALNIH PLOSKEV IN ZGODOVINA GOZDA NA NJIH

Igor SMOLEJ, Matjaž ČATER

2.1 UVOD

V projektu "Raziskave gozdnih tal in rizosfere ..." so terenske raziskave, meritve in vzorčenja potekale na sedmih trajnih raziskovalnih ploskvah velikosti 25 x 25 m. Ploskve ležijo:

- na Zavodnjah pri Šoštanju - ploskvi Prednji vrh A in B
- pri Kočevski Reki - ploskvi Preža in Moravske Gredice
- na Pokljuki - ploskve Šijec A, B in C.

Za proučevanje odvisnosti pomladitve gozda od ekoloških razmer smo v neposredni bližini ploskev na Pokljuki izbrali še 4 manjše ploskve: D - mala sestojna vrzel, E - večja sestojna vrzel, F - sklenjen sestoj, G - odprta površina na poseki.

Trajne raziskovalne ploskve smo izbrali tako, da predstavljajo različne ekološke razmere, gozdne ekosisteme in sestojne tipe. Pet trajnih raziskovalnih ploskev leži v neonesnaženih območjih Slovenije (Pokljuka, Kočevska Reka), dve pa v imisijskem območju TE Šoštanj (Zavodnje).

2.2 RAZISKOVALNE PLOSKVE

2.2.1 Zavodnje

Opis ploskev je povzet po Simončiču (1996). Na Prednjem vrhu pri Zavodnjah smo v imisijskem območju termoelektrarne Šoštanj izbrali dve raziskovalni ploskvi. Glavni raziskovalni namen je preučevanje vnosa in posledic vnosa zračnih polutantov v gozdni ekosistem in sicer v iglast gozd (ploskev A) in listnat gozd (ploskev B). Ploskvi sta med seboj oddaljeni 50 metrov. Ležita 8,3 km severozahodno od TE Šoštanj, od avtomatske imisijske merilne postaje Zavodnje pa okrog 1150 m.

Raziskovalni ploskvi ležita v prehodnem območju, kjer se mešajo vplivi alpskega in panonskega podnebja. V Velenju (420 metrov nadmorske višine) je bila v obdobju 1951-1980 povprečna letna temperatura 9 °C, na Uršlji gori (1696 metrov nadmorske višine) pa 2,4 °C. V istem obdobju je v Velenju padlo 1217 mm padavin, na Uršlji gori 1339 mm in v Topolšici (390 metrov nadmorske višine) 1220 mm. Gorato obrobje Šaleške doline na severozahodu in severu, kjer ležijo tudi raziskovalne ploskve, prejmejo več padavin kot dolina - tudi več kot 1500 mm (SVETINA- GROS 1994). Desetletno povprečje padavin (1977-1987) na postaji Bele vode, ki je najbližja raziskovalnima ploskvama, je bilo po podatkih Hidrometeorološkega zavoda Slovenije 1500 mm (SIMONČIČ 1992).

Na ploskvah so se na tonalitu razvila distrična rjava tla, na katerih se pojavlja gozdna združba acidofilni bukov gozd (*Castaneo - Fagetum sylvaticae* var. geogr. *Hieracium rotundatum* (Marinček, Zupančič 1979)). Raziskovalni ploskvi in njuno oklico porašča enodoben mešani debeljak bukve, smreke, macesna in rdečega bora. Rast in kakovost drevja sta dobri do zelo dobri.

2.2.1.1 Značilnosti posameznih ploskev

Na ploskvi A prevladuje smreka. Ta ploskev leži na pobočju Prednjega vrha med sedlom in vrhom na nadmorski višini 835 m. Pobočje in s tem ploskev je obrnjeno proti severu in ima 10 ° nagiba. Na ploskvi raste 60 - 70 let star smrekov sestoj s primesjo macesna in rdečega bora, na jugozahodni strani prehaja v bukev gozd. Sklep krošenj je rahel do pretrgan, kljub temu pa je na ploskvi lesna zaloga 658 m³/ha.

Ploskev B pokriva predvsem bukovo drevje. Leži na sedlu Prednjega vrha na nadmorski višini 827 metrov. Lega ploskve je zahodna, nagib pa 20 °. Sklep krošenj je normalen. Na ploskvi raste kmečki gozd bukve s primesjo smreke in posameznega rdečega bora. Lesna zaloga na ploskvi je 491 m³/ha.

2.2.1.2 Preteklost, vpliv človeka

Vpliv človeka na raziskovalnih ploskvah in njuni okolici se kaže predvsem kot način gospodarjenja z gozdom. V preteklosti so bili vplivi močnejši kot danes. Poleg prebiranja, ki je bilo značilno za kmečke gozdove ne le v Šeleški dolini, pač pa tudi marsikje drugod po Sloveniji, so v gozdu tudi steljarili, klestili drevesa in pasli živino. Steljarjenje, kleščenje in gozdno pašo so opustili v šestdesetih letih (KOLAR 1989).

2.2.2 Kočevska Reka

Dve trajni raziskovalni ploskvi pri Kočevski Reki smo izbrali v okrog 750 m visokem hribovju, ki leži med Goteniško dolino na njegovi severni strani ter Borovško in Briško dolino na južni strani. Od Kočevske Reke sta ploskvi oddaljeni približno 4 kilometre. Dva oz. tri kilometre od ploskev proti severovzhodu v kraju Iskrba (Jelenova vas) deluje postaja EMEP, ki je potencialni vir zelo kakovostnih podatkov o podnebnih razmerah in onesnaženosti zraka. Potrebno je opozoriti, da smo pred postavitvijo sedanjih dveh raziskovalnih ploskev, že izbrali, opremili in z ograjo zaščitili zelo primerno ploskev pod Velikim Mošenikom, ki pa smo jo prav kmalu morali opustiti. Pozimi 1996/97 jo je močno poškodoval žled, zato smo morali poiskati drugo, kar je raziskave nekoliko upočasnilo.

Podnebje označuje srednja letna temperatura 8,3°C (izmerjena v Kočevju 1961 - 1990) in srednja letna količina padavin 1529 mm (v Kočevju), oz. 1624 mm na ploskvam najbližji meteorološki postaji Novi Lazi pri Kočevski Reki (1967 - 1976).

Geološka podlaga v tem predelu je mešana, za razliko od širše okolice, kjer močno prevladujejo karbonatne kamnine. V majhni oddaljenosti (pribl. 1600 metrov) je bilo tako mogoče najti lokaciji ploskev na karbonatni in nekarbonatni (silikatni) matični kamnini. Geološka podlaga je tako glavni razlikovalni dejavnik, druge ekološke parametre (lega, strmina, podnebje, drevesna sestava) smo pri izboru skušali čim bolj izenačiti. Tako bo mogoče ugotavljati vpliv matične kamnine (karbonatna, silikatna) na proučevane fiziološke parametre.

Na permo-karbonskih peščenjakih, meljevcih in glinastih škriljavcih pod Mošenikom so se razvila distrična rjava tla (distrični kambisol), ki jih porašča acidofilni bukov gozd z rebrenjačo (Blechno - Fagetum HORVAT 1950). Na rendzinah in pokarbonatnih rjavih tleh (kalkokambisol) na apnencih in dolomitiziranem apnencu nad vasjo Preža pa raste preddinarski gorski bukov gozd (Lamio orvalae - Fagetum praedinaricum MARINČEK, PUNCER, ZUPANČIČ (1982) 1983).

2.2.2.1 Značilnosti posameznih ploskev

Ploskev Preža (GGE Briga, odd. 32)

Imenovali smo jo po bližnji opuščeni istoimenski vasi. Ploskev leži na nadmorski višini 670 m na rahlo proti jugovzhodu nagnjenem (9 °) enakomernem pobočju pod nizkim grebenom. Matična kamnina so apnenci in dolomitizirani apnenci, na katerih so se razvile rendzine, pokarbonatna rjava tla (kalkokambisol) in pokarbonatna sprana tla. Rastlinska združba je preddinarski gorski bukov gozd (Lamio orvalae - Fagetum praedinaricum MARINČEK, PUNCER, ZUPANČIČ (1982) 1983).

Na ploskvi raste bukov debeljak dobre do odlične kakovosti. Sklep je normalen do tesen. V gozdnogospodarskem oddelku se poleg bukve pojavljajo še beli gaber, smreka, graden in rdeči bor. Skupna lesna zaloga je 280 m³/ha, od tega 72 % bukve, in 9,15 m³ prirastka.

Ploskev Moravske Gredice (GGE Briga, odd. 51)

Ime je dobila po bližnjem ledinskem imenu. Leži na nadmorski višini 540 metrov na enakomernem pobočju, nagnjenem proti severovzhodu in z nagibom 12 °. Matična kamnina so permo-karbonski skrilavci in peščenjaki, na njih so se razvila distrična rjava tla, ki jih pokriva acidofilni bukov gozd z rebrenjačo (Blechno - Fagetum HORVAT 1950).

Na ploskvi raste bukov drogovnjak na prehodu v debeljak semenskega in verjetno tudi panjevskega nastanka. Sklep je normalen. V gozdnogospodarskem oddelku se poleg bukve, pojavljajo še smreka, graden, gorski javor, beli gaber in trepetlika. Skupna lesna zaloga je 179 m³/ha, od tega 34 % bukve. Prirastka je 5,17 m³/ha (Gozdnogospodarski načrt GE Briga 1986-1995).

2.2.2.2 Preteklost, vpliv človeka

Preteklost gozdov, ki poraščajo ploskvi in njuno neposredno okolico, označujejo dogajanja na Kočevskem v nekaj zadnjih stoletjih. Tudi v Kočevski Reki se je pod Ortenburžani v 14. stoletju pričelo naseljevanje Kočevskih Nemcev. Ortenburška posest je nato prešla v roke celjskih grofov in z njimi Habsburžanov. Leta 1641 je kočevsko posest kupil grof Auersperg, ki je nadaljeval nemško kolonizacijo. Auerspergova veleposest je bila v njegovih rokah vse do 1932, ko so bili zaradi agrarne reforme razlaščeni vsi gozdovi veleposestva, dedičem je bilo prepuščeno le 3000 ha gozda, vse ostalo pa je prevzela država. V začetku 2. svetovne vojne so se Kočevski Nemci izselili, njihova posest pa je prešla v državno last. Kočevski gozdovi danes predstavljajo verjetno največji kompleks strnjenih gozdov v lasti države.

V 18. in 19. stol je bilo najdonosnejše izkoriščanje gozda žganje in pridobivanje pepelike. Za žganje pepelike je šlo veliko lesa, prav tako pa za oglje, potrebno v železarstvu, in za žganje apna. Iz svojih gozdov je Auersperg zadovoljeval potrebe železarne na Dvoru, ter steklarn in apnenic. Gozdove pa je za te namene dajal tudi v zakup. Les kot sortiment je ceno pridobil šele z izgradnjo železnice, ki je Kočevje povezala s Stražo in Novim mestom in naprej in omogočila trgovino z lesnimi sortimenti. Nastajale so veliki žagarski obrati, ki so potrebovali veliko lesa. Zato je bilo potrebno iskati les v še neizkoriščenih gozdnih predelih in predvsem poskrbeti za trajnost gozdne proizvodnje. Ob koncu 19. stol. so za Auerspergovo veleposest med zgodnjimi v Evropi nastali prvi ureditveni elaborati. Kljub načrtnemu gospodarjenju pa so kočevski gozdovi v planskih letih po 2. svet. vojni preživeli močne sečnje, ki so v nekaterih predelih povsem spremenili strukturo gozdov.

Načrtno gospodarjenje s kočevskimi gozdovi ima svoje začetke v Hufnaglovih elaboratih za Auerspergovo veleposest. Tudi v času po 2. svet. vojni so gospodarli načrtno. Gozdnogospodarski načrt za GE Briga 1987 - 1996 se je iztekel v letu 1996. V njem so načrtovalci določili skupinsko postopno gospodarjenje. Načrtovalci so poudarili lesnoproizvodno in hidrološko funkcijo gozda.

Iz evidence sečenj za ploskev Preža oz. oddelek, v katerem leži, je razvidno, da so največje sečnje potekale leta 1988 – 89 in da so v vsem ureditvenem obdobju posekali 2376 m³ lesa.

Spravilo je potekalo vršilo z adaptiranimi traktorji in konji. V zadnjem desetletju so v oddelku ročno popravljali stare kolovozne poti (vrtalni stroj Pionir), drugih posegov v oddelek pa ni bilo.

V oddelku je bilo zaradi žledoloma 1997 treba opraviti tudi sanitarno sečnjo, ki pa je na raziskovalno ploskev posegla le v manjši meri. Žled je na ploskvi le malo poškodoval drevje. Poškodbe drevja so bile večje na ploskvi Moravške Gredice, kjer je nekaj drevja

žled polomil, še več pa ga je trajno upognil.

V predelu živi parkljasta divjad (jelen, srnjak, divji prašič), pa tudi velike zveri, kot so medved, občasno pa tudi volk in ris. Z divjadjo gospodari podjetje Snežnik.

2.2.3 Pokljuka

Raziskovalne ploskve ležijo na vzhodnem obrobju pokljuške planote. Mesto raziskav leži nekaj manj kot 2 km južno od Mrzlega studenca na Pokljuki in okrog 3 km severno od zaselka Gorjuše. Nadmorska višina ploskev je med 1195 in 1202 m. Ploskve so postavljene na neizrazitem hrbtu med visokim barjem Šijec, ki leži na vzhodni strani, in manjšim visokim barjem Golenberca na zahodu.

Na Pokljuki smo določili sedem trajnih raziskovalnih ploskev. Tri (A, B in C) so velike 25 x 25 m in ležijo blizu druga drugi. Ploskev A je porasla z bolj ali manj sklenjenim smrekovim sestojem, na ploskvi B je manjša sestojna odprtina s smrekovim mladovjem, ki ga obdaja sklenjen sestoj, ploskev C pa ni porasla z drevjem in leži zunaj gozda na manjši poseki. Poseka je nastala v letu 1995 zaradi propadanja dreves po udarcu strele, oslabljena drevesa pa so nato napadli podlubniki.

Naslednje tri ploskve (D, E in F) imajo obliko pravilne osemkrake zvezde (dolžina krakov 8 metrov) in so namenjene proučevanju vpliva rastiščnih dejavnikov (svetloba, talni parametri) na naravno pomlajevanje. Ploskev D leži v majhni sestojni odprtini, kjer se je mladje že pojavilo, ploskev E v srednje veliki odprtini z mladovjem, ploskev F pa pod sklenjenim sestojem. Četrta ploskev (G) za tovrstne raziskave leži na jugovzhodnem delu poseke. Obsega tri vzporedne transekte, ki so med seboj oddaljeni 4,5 metra.

Vse ploskve, razen tistih na poseki, ležijo znotraj večje, 1 ha (100 x 100 m) velike ploskve. Da bi preprečili motnje zaradi gozdne paše in pogostih naključnih obiskovalcev smo to veliko enohektarsko ploskev smo v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije zavarovali z ograjo.

2.2.3.1 Podnebje in druge ekološke značilnosti

Pokljuka je visoka planota na nadmorski višini 1200 - 1500 m. Zaradi bližine triglavskega pogorja se v podnebjju razmeroma močno in neposredno čuti vpliv visokogorja. Planota ima alpsko podnebje - ostre, mrzle zime in kratka poletja. Ob gorskih grebenih pade veliko padavin, precej tudi pozimi. Zaradi skledaste oblike se v osrednji del planote steka hladen zrak, ki tam zastaja in povzroča močne mraziščne učinke. Čeprav ležijo raziskovalne ploskve na vzhodnem, najnižjem in od gorovja najbolj oddaljenem delu planote, se alpski značaj podnebja in mraziščni vplivi na njih še zelo močno uveljavljajo.

Neposrednih meteoroloških meritev z raziskovalnih ploskev ni, prav tako vremena na Pokljuki niso sistematično opazovali v daljšem časovnem obdobju. Vendarle pa za poključsko planoto obstajajo razmeroma dobri podatki o padavinah, precej manj zanesljivi pa o temperaturi. Meritve teh dveh parametrov so na Pokljuki v preteklosti potekale v prekinjenih obdobjih na dveh meteoroloških postajah in sicer pri Mrzlem studencu (1224 m nadmorske višine) in na Rudnem polju (1340 m nadmorske višine).

Za postajo Mrzli studenec, ki je od raziskovalnih ploskev oddaljena 1,7 km in leži v skoraj enaki nadmorski višini, obstajajo podatki o padavinah za obdobja 1913 -1914, 1948-1994, o temperaturah pa za obdobja februar 1913 – julij 1914 in oktober 1948 – maj 1950. Vendar pa meritve zlasti temperatur v prvem obdobju niso bile prav natančne in so podatki povečini dvomljivi. Na Rudnem polju, ki leži v zahodnem delu poključke planote in je po nadmorski višini dobrih 110 m višje od Mrzlega studenca, so pričeli meriti padavine leta 1924, temperaturo pa 1949. Opazovanja so bila večkrat prekinjena, tudi njihova zanesljivost je vprašljiva. Skupna doba opazovanj do danes je na Mrzlem studencu 60 let, na Rudnem polju pa le 22 let (TRONTELJ 1995). Zadnjih nekaj let potekajo na Rudnem polju meritve z avtomatskimi napravami.

Podnebne značilnosti za poključsko planoto in še posebej za njen vzhodni del, kjer ležijo raziskovalne ploskve, tako ni mogoče ugotoviti neposredno s pomočjo meritev iz daljšega časovnega obdobja. Izjema so padavinske razmere na Mrzlem studencu. Za to opazovalnico obstaja neprekinjen niz meritev za zadnjih 30 let (1961-1990), ki omogoča prikazati značilnosti padavinskega režima, omogoča pa tudi primerjave z drugimi meteorološkimi postajami po Sloveniji za isti obdobje.

Pomanjkljivi in kakovostno slabši podatki o osnovnih meteoroloških parametrih (padavine, temperatura) so že v preteklosti onemogočali sestaviti dober prikaz podnebnih razmer na Pokljuki. Zato so raziskovalci ubirali nadomestne poti. V petdesetih letih (1948-1957) so pri kompleksnem raziskovanju smrekovih sestojev na Pokljuki (IGLGS 1958) za spoznavanje podnebnih razmer uporabili primerjalne metode ter interpolacijo. Poleg obstoječih (a dvomljivih) podatkov z Mrzlega studenca in Rudnega polja so uporabili še podatke bližnjih meteoroloških postaj, ki so delovale v primerljivih geografskih oz. podnebnih razmerah. V letu 1958 postaja na Gorjušah še ni delovala, zato so uporabili podatke z Rovtarice na Jelovici (1080 m nad morjem in od sedanjih ploskev oddaljena 13 km). Poleg teh podatkov so za oceno meteoroloških parametrov uporabili še podatke s Poključke (Rudno polje, Mrzli studenec) ter znana odstopanja od dolgoletnih povprečij, ugotovljenih za nižinske postaje in sinoptične karte. Tudi danes stanje ni dosti boljše. Postaja na Rovtarici je prenehala delovati po letu 1970, tako da nimamo primerljivega tridesetletnega niza podatkov, postaja na Gorjušah, ki je 940 m nad morjem in od ploskev oddaljena le 3,2 km, pa je le padavinska.

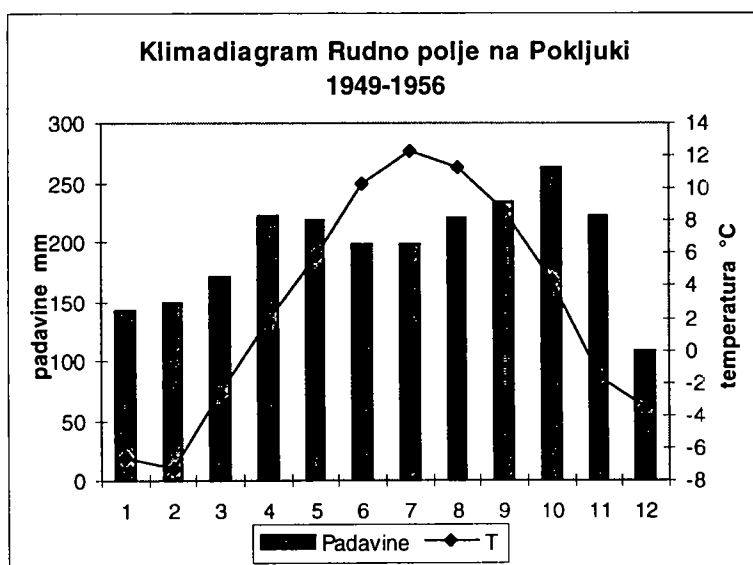
Takratno proučevanje podnebnih razmer na Pokljuki, ki je temeljilo na podatkih za 8 let na Rudnem polju (1949-1956) in pet let na Mrzlem studencu (1913-1914, 1948-1950) so raziskovalci strnili v naslednje zaključke:

Temperatura:

Na Rudnem polju je bil januar najhladnejši mesec v letu s povprečno temperaturo $-6,6^{\circ}\text{C}$. Za 4 mesece so menili, da ne ustrezajo dolgoletnemu povprečju. Ocenili so, da meritve za februar kažejo prenizko temperaturo glede na pričakovano dolgoletno povprečje, prav tako prenizko za marec, za november in december pa previsoko. Mesečni povprečki so nihali med -15°C do $+15^{\circ}\text{C}$. Temperature, ki omogočajo rast rastlin (5°C) in določajo vegetacijsko dobo, so se pojavile šele v maju in trajale do septembra, za rast listavcev potrebne temperature ($8-10^{\circ}\text{C}$) pa samo v 3 poletnih mesecih. Ekstremno nizke temperature so se pojavile v januarju in februarju (pod -30°C), še v marcu so zabeležili -25°C , aprilu $-20,4^{\circ}\text{C}$ in maja -15°C . Tudi v poletnih mesecih so bile najnižje temperature pod ničlo. Najvišje temperatura je bila v juliju 29°C , januarja pa 10°C . S primerjavo podatkov o temperaturah na Mrzlem studencu (za nepopolni dve leti) so lahko le ocenili, da je v povprečju tam topleje.

Padavine

Postaji na Rudnem polju in Mrzlem studencu sta zabeležili različne padavinske razmere. Na Rudnem polju je v obdobju 1924-1956 padlo povprečno letno 2346 mm padavin v 148,5 dneh s padavinami (padavin več kot 0,1 mm), pri Mrzlem studencu pa v času 1948-1956 1963 mm padavin v 158,6 dneh. Snežna odeja je ležala na Rudnem polju okrog 186 dni v letu, pri Mrzlem studencu pa okoli 171 dni.



Grafikon 1: Klimadiagram za postajo Rudno polje

Podatki za temperaturo so iz obdobja 1948-1956, za padavine pa iz obdobja 1924-1956.

Splošne poteze podnebnja na Pokljuki in manj za lokacijo naših raziskovalnih ploskev je

mogoče najti tudi na kartah različnih meteoroloških parametrov, ki so nastale s sintezo meteoroloških podatkov iz različnih virov (PISKERNIK 1964). Kartni prikaz podnebja v severozahodnem delu Slovenije je nastal tudi za potrebe gospodarjenja z gozdom. V tem delu je podnebje na Pokljuki opredeljeno z naslednjimi splošnimi potezami (GG Bled 1978):

Pokljuka leži v območju ostrega visokogorskega alpskega podnebja z obilnimi padavinami. V vzhodnem delu pade letno 1900 - 2000 mm padavin, proti zahodu padavine naraščajo in na večjem delu dosežejo 2600 - 2700 mm. Povprečne letne temperature so nizke. V vegetacijski dobi, ko znaša povprečna temperatura več kot 4,8 °C, pade 1200 - 1250 mm padavin v vzhodnem delu, na zahodnem pa 1400 - 1450 mm. Padavine se pojavljajo v močnih nalivih, kar povečuje erozijo. Padavinska maksima sta dva - september in oktober, april in maj - najbolj suhi meseci so januar, februar, julij in avgust. Približno polovico je snežnih padavin.

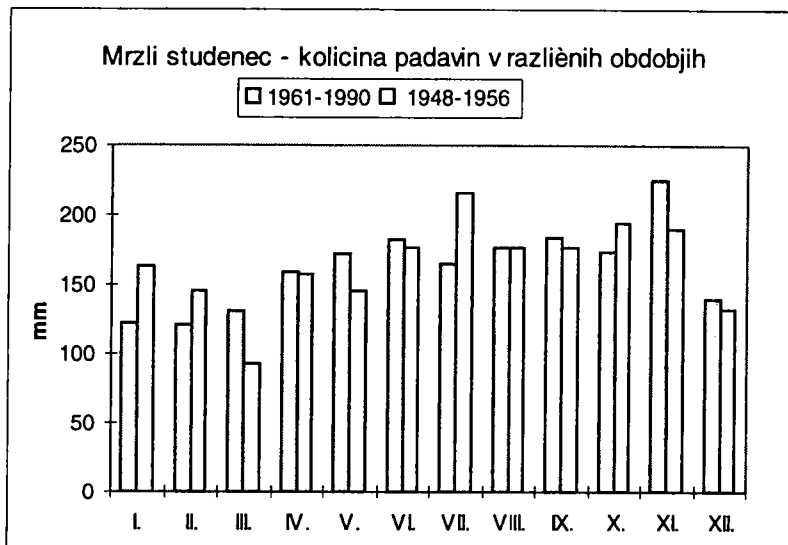
Povprečna letna temperatura okrog Mrzlega studenca znaša 3,0 °C. V Rudni dolini in na Rudnem polju je bistveno manjša (1,4 -2,9 °C), ker se tja stekajo hladne zračne mase z gora. Topleje je na obrobju platoja (2,5 do 5,5 °C). Najnižje temperature se gibljejo med -22,0 °C in - 32,6 °C, najvišje pa med 22,1 °C in 28,7 °C. Maksimalne letne temperaturne amplitude znašajo 60 °C.

Vegetacijska doba je kratka. Pojavljajo se pozne pomladanske in zgodnje jesenske slane. Pomladanske slane se lahko pojavijo še v prvi polovici junija, prve jesenske slane pa v hladnejših delih že konec julija, v toplejšem delu pa v prvi polovici avgusta do sredine sept. (povprečje 1953-1957). Sneg obleži 120 do 187 dni (1954-1957). Vetrovnost je močna, zime pa dolgotrajne in hladne z debelo snežno odejo. Prevladujoči vetrovi so južni, najbolj nevarni pa jugozahodni. Raznodobnost posameznih delov sestojev je posledica močno spremenljivih rastiščnih dejavnikov, med njim zlasti vetra, ki je v vsej zgodovini gozdov na Pokljuki vedno imel pomemben vpliv na njihovo rast in obstanek.

Te prikaze podnebnih razmer na Pokljuki dopolnjujemo z novjšimi podatki o podnebnih parametrih. Ti temeljijo na obdelavi meteoroloških meritev s postaje pri Mrzlem studencu in drugih postaj v bohinjsko-blejskem predelu (TRONTELJ 1995) ter na meritvah padavin na postaji Mrzli studenec za obdobje 1961-1990 (iz arhiva HMZ).

Poleg povprečij kažejo zlasti ekstremne vrednosti posameznih podnebnih parametrov, kakšne so skrajne razmere, v katerih morajo preživeti živa bitja na določenem območju. Za postajo pri Mrzlem studencu velja naslednje (TRONTELJ 1994): V povprečju so za večdesetletno obdobje izmerili letno 1975 mm padavin, v posameznih letih največ 2550 mm in najmanj 1325 mm. Največja povprečna mesečna količina padavin je bila 215 mm (november), mesečni maksimum pa 601 mm. Najmanjša povprečna mesečna količina padavin je bila 117 mm (januar), mesečni minimum pa 0,4 mm. Največja

dnevna količina padavin je bila kar 138 mm padavin (v novembru), dni s padavinami nad 1 mm je bilo 126, od tega 48 dni s sneženjem. Dni, ko je padlo nad 20 mm padavin, pa je bilo v povprečju 33 letno V povprečju je pri Mrzlem studencu ležal sneg 159 dni na leto (največ 198 dni in najmanj 88 dni), najdebelejša snežna odeja pa je bila 255 cm..



Grafikon 2: Padavine na Mrzlem studencu 1961-1990 (podatki iz arhiva HMZ)

Novi podatki o padavinah iz obdobja 1961 - 1990 nekoliko spreminjajo prve ugotovitve o padavinskih razmerjih in razmerah tem delu Pokljuke iz obdobja do leta 1956 in še kasneje. Zelo dobro se ujemajo z letno količino padavin, ki so jo tako ali drugače ugotovili v preteklih poskusih, drugačen pa je mesečni razpored padavin. V letih 1948-1956 so namerili 1963 mm povprečnih letnih padavin, Piskernik (1964) jih za vzhodni del Pokljuke ocenjuje na 1900 do 2000 mm, po zadnjih podatkih Hidrometeorološkega zavoda Slovenije za obdobje 1961 - 1990 pa količina letnih padavin pri Mrzlem studencu dosega 1950 mm.

V zadnjem 30-letnem obdobju je nekoliko drugačna mesečna porazdelitev padavin. V primerjavi z obdobjem 1948-1956 so padavine razporejene bolj enakomerno kot prej. Prav tako je dva padavinska maksimuma, nadomestil en sam, močno razpotegnjen poletni maksimum, ki v novembru doseže največjo vrednost. Tako je rastlinje v vegetacijski dobi dobro preskrbljeno z vlago. V zadnjem tridesetletju niso uspeli pridobiti tudi podatkov o temperaturah. Obstajajo le tisti s postaje Rovtarica, pa še ti le do 1970. Tako podatki o temperaturah iz preteklih obdobj še vedno ohranjajo svojo vrednost. Čeprav nekoliko nezanesljivi in premalo kakovostni za postavljanje trdnih zaključkov, so vendarle pogled v rastiščne razmere na gozdnih rastiščih Pokljuke v preteklosti.

Matična podlaga

Kamnine srednjega in vzhodnega dela planote so večinoma iz dachsteinskega apnenca in mlajšega jurskega apnenca. Prekrivajo jih morene triglavskega ledenika. V okolici

poključkih barij in depresijah so za ledenikom ostale debele plasti gline in peski, sivi glinasti laporji in peščenjaki (WRABER 1958). V okolici Mrzlega studenca se pojavlja bel do siv apnenčast melj, ki so ga tja nanесли ledeniški potoki, je nepropusten in je zato osnovni vzrok za nastanek visokih barij (GG BLED 1976).

Matično podlago pod raziskovalnimi ploskvami predstavlja mešana morena iz apnenega in silikatnega kamenja, ki mestoma pokriva apnenčasto kredo (URBANČIČ / KUTNAR 1997).

Tla

Kamnina in relief sta najvplivnejša dejavnika pri nastajanju talnih enot in kompleksov. Na planoti se je na apnenčasti in dolomitni podlagi izoblikoval močno razgiban relief, na glinastih laporjih in peščenjakih, pesku in ledenišli glini pa bolj izravnani (WRABER 1958). Zato se je razvilo veliko različnih talnih tipov, ki so mozaično razporejeni na majhnih površinah. Najpogostejši talni tipi so protorendzine, prhninaste in sprsteninaste rendzine, podzol, rjava tla in organogena močvirna tla. (PAVŠER 1968).

Na ploskvah na Pokljuki so se razvila distrična rjava tla, opodzoljena rjava tla in podzoli, razen njih pa še oglejena in šotna tla. Več kot polovico površine ploskve zavzemajo podzoli (URBANČIČ / KUTNAR 1997).

Vegetacija

S temeljito fitocenološko obravnavo vegetacije sta bili na raziskovalnih ploskvah določeni dve združbi. Prevladuje smrekov gozd s smrečnim resnikom (*Rhytidiadelpho lorei* - *Piceetum* M. WRABER 1953 n. nud.), na zamočvirjenih tleh pa se pojavlja združba smrekovega gozda s šotnim mahom in migaličnim šašem (*Sphagno* - *Piceetum* R. KUOCH 1954 corr. ZUPANČIČ 1982 var. geogr. *Carex brizoides* ZUPANČIČ 1982, ZUPANČIČ n. nud., hoc. Loco) (URBANČIČ / KUTNAR 1997).

2.2.3.2 Dendrometrijske značilnosti gozda na enohektarski ploskvi pri Šijcu na Pokljuki

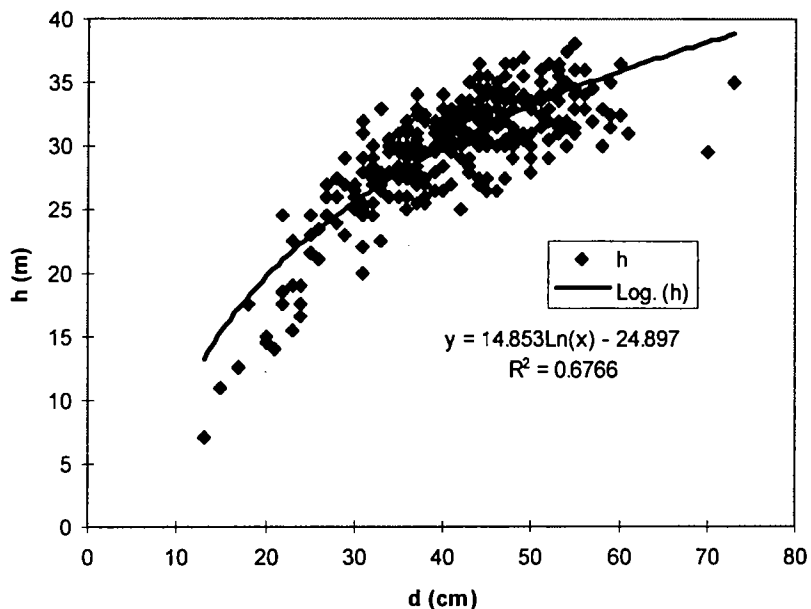
Prikaz je povzet po Urbančiču in Kutnarju (1997). Velika raziskovalna ploskev pri barju Šijec na Pokljuki ima obliko kvadrata s stranico 100 m (1 ha). Razdeljena je na 25 kvadrantov velikosti 20m x 20m. Porasla je s čistim, mestoma vrzelastim, starejšim smrekovim debeljakom. V vrzelih se pojavljajo jedra smrekovih mladij in gošč. V 1994 smo z merilnim trakom oz. premerko (zraščena debla) na 1 cm natančno izmerili vse prsne premere nad 10 cm. Z rdečo barvo smo označili mesto meritve in napisali zaporedno številko debla. Vsem oštevilčenim drevesom smo izmerili višine z natančnostjo 0.5 metra. Položaj dreves v posameznih kvadrantih in na ploskvi ter položaj pomladitvenih jeder in gošč smo vrisali v skico.

Na osnovi podatkov, posnetih na terenu, smo v kabinetu obravnavali in izračunali vrednosti sledečih dendrometrijskih znakov in parametrov:

- drevesna vrsta, prsni premeri debel, temeljnice, višine dreves, volumni debel (po dvovhodnih deblovnica za smreko, Čokl 1961), vitkost dreves
- - za ploskev (1ha) in kvadrante (20m x 20m) pa: število drevja (tudi po debelinskih stopnjah in stopnjah vitkosti), lesna zaloga, poprečni premer in višina drevja, temeljnica.

Leta 1994 je na ploskvi raslo 345 smrekovih dreves, debelejših od 10 cm. Prsni premer najdebelejšega drevesa je meril 73 cm, najvišji smreki smo izmerili 37,5 m višine, lesna zaloga je znašala 687 m³/ha. 267 debel (oz. 77,3%) je imelo stopnjo vitkosti pod 81. Sestoji, v katerih je prek polovice dreves z manjšim dimenzijskim razmerjem (h:d) kot 90, so stabilni (Kotar 1982).

Višine (h) in debeline (d) drevja na ploskvi



Grafikon 3: Višine drevja in višinska krivulja za enodoben smrekov debeljak na raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu"

Preglednica 1: Poprečni prsni premer (da), število debel (N), vsota temeljnic (G), poprečna višina (ha), poprečna vitkost (sa=ha:da) in volumen drevja (V) po 5-cm debelinskih stopnjah (Ds) na raziskovalni ploskvi "PRI ŠIJCU"

Ds	da	N	G ₂	ha	sa	V ₃
	(cm)		(cm ²)	(m)		(m ³)
3	13.00	1	132.67	7.00	53,8	0.04
4	16.67	3	657.83	13.67	82,0	0.47
5	22.33	12	4716.28	17.83	79,8	4.17
6	27.07	14	8076.87	24.82	91,7	10.06
7	31.95	38	30494.11	27.39	85,7	40.74
8	37.00	67	72087.34	29.24	79,0	99.41
9	41.96	81	112078.38	31.22	74,4	160.64
10	46.62	63	107572.48	32.29	69,3	155.17
11	51.88	40	84556.28	32.93	63,5	120.31
12	56.25	20	49711.70	33.88	60,2	70.62
13	60.25	4	11398.99	33.13	55,0	15.45
15	71.50	2	8029.77	32.25	45,1	9.99
Skupaj		345	489512.65			687.07
Poprečno	41.52			30.04	72,4	

Preglednica 2: Število drevja po debelinskih stopnjah (Ds) in razredih vitkosti (S)

Ds	S								Skupaj <i>Total</i>
	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	
3		1							1
4				2		1			3
5			3	5	2	1		1	12
6				2	4	8			14
7			3	6	23	5	1		38
8			6	34	26	1			67
9		2	16	58	5				81
10		5	27	31					63
11		13	27						40
12		12	8						20
13		4							4
14									0
15	2								2
Sk. <i>Tot</i>	2	37	90	138	60	16	1	1	345

2.2.3.3 Preteklost, vpliv človeka

Pri raziskovanju človekovega vpliva (gospodarjenja) na manjše gozdne površine, kot so npr. raziskovalne ploskve, posamezni gozdni oddelki ali tudi gozdni revirji se ni mogoče izogniti vplivom gospodarjenja, ki so ga usmerjali gozdnogospodarski načrti. Ti so na veleposestih nastajali razmeroma zgodaj in so praviloma uvajali že uveljavljene in nove metode načrtovanja, izkoriščanja, gojitve in varovanja na večjih površinah. Seveda v teh načrtih obstajajo tudi podatki in gospodarske usmeritve za posamezne oddelke oz. odseke, vendar je za boljše spoznavanje preteklega dogajanja v konkretnih gozdnih odsekih potrebno poznati splošna načela gospodarjenja, zlasti načine sečnje in obnove.

Za spoznavanje preteklosti gozda so gotovo najbogatejši viri gozdne kronike in seveda gozdnogospodarski načrti, ki so poleg opisov stanja gozdov in podrobnih načrtov gospodarjenja v posameznih oddelki oz. odsekih, s kartami prikazovali posestno stanje, notrajno razdelitev, gospodarske oblike, starostne razrede idr. Poleg njih so dober vir tudi gospodarske knjige, v katere so beležili predvsem količine posekanega lesa v posameznih letih.

Za gozdove na Pokljuki je znano, da je prvi gospodarski načrt, ki sicer ni ohranjen,

obstajal že leta 1837 (SMOLEJ 1984). Naslednji je nastal za petletno obdobje leta 1859, nato pa 1888 samostojen dvajsetletni načrt za Pokljuko, 1904 in 1925 pa destoletna načrta za gozdove verskega sklada. Po drugi svetovni vojni, ko so gozdovi verskega sklada in druge veleposesti z zakonom o agrarni reformi prešli v splošno ljudsko premoženje, je bilo gospodarjenje s temi gozdovi od leta 1956 načrtovano za desetletna obdobja vse do danes.

Vplivi, ki so spreminjali naravne razmere v gozdovih so bili predvsem oglarjenje za potrebe železarskih obratov, pridobivanje lesa za trženje in gozdna paša. Oglarjenje je neposredno spremenilo vrstno sestavo gozda na Pokljuki, saj je bukev močno nazadovala, smreka pa zaradi mnogo bolj uporabnega in tržno uspešnega lesa pridobila večji delež. Danes bukve na poključki planoti skoraj ni več. Pridobivanje oglja in lesa je povzročilo tudi gradnjo pravih poti - kolovozov, vlak, drč in žičnic. Za večji del poključke planote je delovala žičnica z Gorjuš, ki so jo dogradili in pognali 1889. V letu 1904 so začeli graditi 15 km dolgo cesto Krnica - Zatrnik - Mrzli studenec in jo po 7 letih dokončali. Nova cesta je odprla velik del gozdov in omogočila uporabo boljših in ekonomičnejših prevoznih sredstev. Cestno omrežje in omrežje sekundarnih prometnic se je nato gostilo, še zlasti v desetletjih po 2. vojni.

Ogjarjenje in koncentracija sečenj k pravih potem je na Pokljuki močno posegla v naravne razmere, v katerih so dotlej uspevali gozdovi. O njihovem vplivu na gozd, ki porašča naše raziskovalne ploskve ni mogoče napraviti trdnejših zaključkov pač pa le domnevati, da ogjarjenje še bolj pa močnejša sečnja zaradi bližine v letu 1911 zgrajene ceste nista bistveno spremenila njegove sestojne zgradbe. To domnevo opiramo predvsem na lego in majhnost tega gozda. S treh strani ga obdaja močvirni svet, saj leži med dvema, med seboj povezanima visokima barjema, ki segata ponekod skoraj do roba raziskovalnih ploskev. Razmeroma majhna količina lesa, ki bi jo lahko tam posekali, najbrž ni bila gospodarsko zanimiva, da bi jo spravljali do 1,7 km oddaljene ceste pri Mrzlem studencu ali do še bolj oddaljene žičnice z Gorjuš v Sotesko. Cesta, ki povezuje Mrzli studenec z Gorjušami in Bohinjem je bila namreč zgrajene precej kasneje.

Da so bile sečnje majhne, dokazujejo zapisi o stanju sestoja in načrtovanih načinu in obsegu sečenj v odsekih, kjer smo postavili raziskovalne ploskve. Danes ležijo ploskve v dveh gozdnogospodarskih odsekih in sicer v najjužnejšem delu odsekov 39 c in 40 c. Porašča jih čist smrekov gozd različne starosti in različne zarasti. V njem se pojavljajo manjše sestojne odprtine, ki se naravno, vendar zelo počasi pomlajujejo. To je podoba, ki jo lahko nespremenjeno sledimo v preteklo stoletje. Pri tem je seveda treba upoštevati, da se je ponekod notranja razdelitev gozdov na oddelke in odseke spremenila.

Pred dobrimi 90 leti (gozdnogospodarski načrt 1904) je bila notranja razdelitev gozdov enaka sedanji, raziskovalne ploskve pa so bile le v enem odseku in sicer 39 f. Ker se je

notranja razdelitev med letoma 1888 in 1904 spremenila, kartnega prikaza pa za leto 1888 ni, tudi ni mogoče določiti odseka, v katerem bi se takrat nahajala površina naših raziskovalnih ploskev.

Stanje gozda je tako mogoče slediti od začetka tega stoletja.

V gospodarskem načrtu iz leta 1904 so za odsek 39 f zapisali, da so tam tla srednje globoka, suha, z malo humusa, peščena, prekrita z iglicami in borovnico. Odprtine v sestoji so nagnjene proti jugu. Sestoj je precej enakomeren vendar slabo rastoč smrekov drogovnjak s starejšimi (80-90 let) debli v severnem delu. Starost so ocenili na 40 - 80 let (60 v povprečju), sestojni razred po Feistmantelu VII, zarast 0,8, površina je bila 1,17 ha, na njej pa je raslo 220 m³ lesa oz. 190 m³/ha. Vmesni sestoj je imel 10 m³/ha. V času, ko naj bi sestoj posekali, naj bi ta priraščal s 3,36 m³/ha. Pomembna je opomba, naj se izvaja šibko redčenje, ne pa oplodna sečnja ali sečnja na golo, ki je bila takrat običajna za enodobne sestoje. Sestoj je bil uvrščen v obratovalni razred enodobnih sestojev s 120-letno obhodnjo.

Gozdnogospodarski načrt, ki je temu sledil (19.. -1925) odseka 39 f ni opisal bistveno drugače. Dodal je le, da je v južnem delu gozd mlajši in gručasto zarasel ter da je pod starim drevjem obilo podrejenega sestoja in snežnih polomij. Hektarska lesna zaloga se je povečala na 290 m³, prirastek pa je ostal isti. Za bodoče gospodarjenje so predpisali prereditve gostejših delov sestoja.

Pri prvem urejanju po drugi svetovni vojni se je nekoliko spremenila notranja razdelitev na oddelke in odseke. Kot je zapisano v gozdnogospodarskem načrtu za obdobje 1956-1965, je površina prejšnjega odseka 39 f po novem postala del odseka 39 d, ki je zdaj imel površino 15,76 ha. Za ta odsek, ki je obkrožal visoko barje Šijec so poleg že znanih značilnosti tal in reliefa zapisali še, da je nastal naravno, da je zdrav, srednje vejnat, posamezno pomešan ter da se v njem pojavlja smrekovo mladje v skupinah. Starost se je povečala na 105 let, zarast na 0,9, prirastek pa kar na 8,3 m³. Srednja višina drevja je bila 28 metrov. Kot v vsej dobi dotlej, so predlagali le redčenje, ne pa svetlitvene ali končne sečnje. Prav tako niso za ta odsek bila načrtovana gojitvena dela. Te so načrtovali v sosednjem odseku 40 a ob meji z oddelkom 39 in sicer 0,20 ha spopolnitev mladja, ki se je že pojavilo.

Vsi ti zapisi iz različnih obdobj v preteklosti omogočajo napraviti precej trden zaključek o ohranjenosti sestojne in biološke zgradbe obravnavanega sestoja oz o avtohtonosti gozda v proučevanem odseku. Zapisi in podatki o vsakokratnem stanju gozda, načrtovanih načinov in višine sečnje pa tudi o gojitvenih delih neposredno govorijo o tem, da se gozd, ki porašča raziskovalne ploskve, ni prav dosti spreminjal. Da v njem torej ni bilo čutiti močnejšega človekovega vpliva. V njem niso izvajali oplodne ali končne sečnje, pa tudi ne s takšnimi sečnjami povezanega pogozdovanja posekanih površin. Edina pogozditev so načrtovali v odseku 40 a ob meji z oddelkom 39, potem ko bi v celoti posekali polovico starega sestoja. Sedanje stanje kaže, da tega

poseka niso opravili in tako tudi ne pogozdovanja.

Pogozdovanje nosi v sebi potencialno nevarnost, da zaradi vnašanja sadik, vzgojenih iz neavtohtonega semena, lahko v daljšem časovnem obdobju spremeni gensko bogastvo in posebnosti posameznih drevesnih populacij, npr. poključke smreke. Za smreko na raziskovalnih ploskvah je ta nevarnost zaenkrat res le potencialna in bolj "novodobna". Izhaja lahko iz vseh tistih posajenih sadik, ki so bile vzgojene iz semena, nabranega v drugih semenskih okoliših, ne na Pokljuki, in ki so že pričele cveteti. To pa se je dogajalo v nekaj zadnjih desetletjih, potem ko so manjše gozdne drevesnice pričele nazadovati in so jih zaradi predrage vzgoje sadik postopoma ukinili. Posledice mešanja genskih fondov poključke smrekove populacije z drugimi smrekovimi populacijami se bodo pokazale šele v prihodnosti, ko bodo zrasla drevesa iz "mešanega" semena. Za starejše smrekove gozdove na Pokljuki in tudi na raziskovalnih ploskvah je z veliko verjetnostjo mogoče ugotoviti, da v sebi hranijo sebi lasten genski fond. Četudi bi v obdobju klasičnega enodobnega gospodarjenja v zadnji polovici prejšnjega in prvi polovici tega stoletja v tem odseku posekali več od načrtovanega in naravno mladje dopolnjevali s sadikami, bi bile to sadike, ki so jih vzgajili v domačih drevesnicah na Javorniku, pod Lipanco, v Kranjski dolini in drugod na Pokljuki. Tako je iz podatkov, ki nam jih dajejo gozdnogospodarski načrti, gozdne kronike in tudi gospodarske knjig iz prejšnjega in tega stoletja je mogoče z veliko gotovostjo zaključiti, da je bil vpliv človeka na gozd, ki ga raziskujemo, zelo majhen, hkrati pa z veliko verjetnostjo, da se ta gozd najmanj v zadnjih sto letih po svoji sestavi in zgradbi ni bistveno spremenil.

2.3 STANJE GOZDA NA RAZISKOVALNIH PLOSKVAH

Matjaž ČATER

2.3.1 OSUTOST DREVJA NA TRAJNIH RAZISKOVALNIH PLOSKVAH NA ZAVODNJAH IN PRI KOČEVSKI REKI

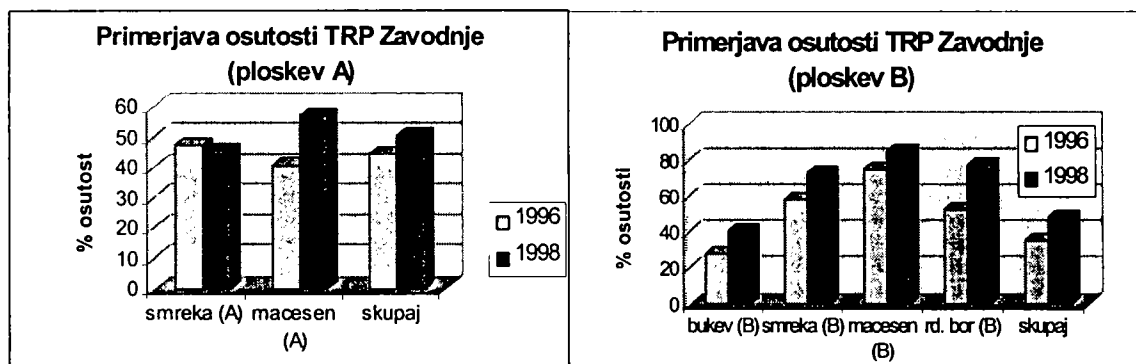
Zavodnje

Popisana so bila vsa drevesa na ploskvi A in ploskvi B. Zaradi slabe ločljivosti številka na deblih so napravljene splošne primerjave med popisoma 1996 in 1998. Popisa sta bila opravljena vsakič ob koncu avgusta.

Preglednica 3: Osutost dreves na ploskvah na Zavodnjah

	Drevesna vrsta (število 98')	Popis 1996 (osutost (%))	Popis 1998 Osutost (%)	Razlika (%)
PLOSKEV A	smreka (22)	47,2	45,6	-1,6
	macesen (16)	40,6	56,8	16,2
	poprečje	44,4	50,2	5,8
PLOSKEV B	bukev (43)	27,9	40,7	12,8
	smreka (10)	58,2	73,0	14,8
	macesen (1)	75,0	85,0	10,0
	rdeči bor (2)	52,5	77,5	25,0
	poprečje	35,3	48,3	13,0

Na ploskvi A so bile posekane 3 smreke in 2 macesna, na ploskvi B pa 2 bukvi in 1 smreka.



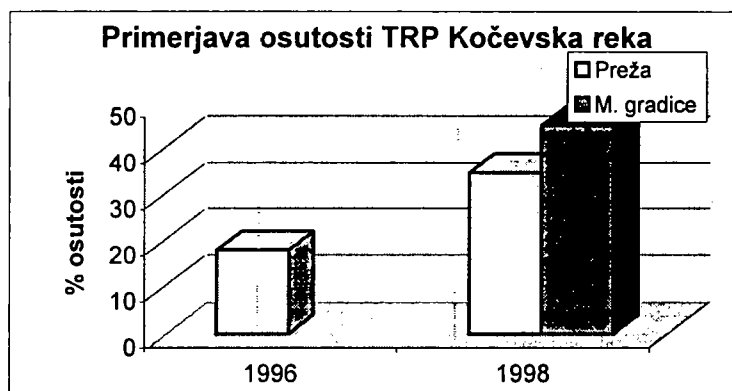
Grafikon 4 in 5: Primerjava osutosti 1996 in 1998

Kočevska Reka

Primerjava z letom 1996 je bila mogoča le na ploskvi »Preža«, za drugo ploskev je podano le stanje za leto 1998. Na obeh ploskvah je šlo le za bukova drevesa.

Preglednica 4: Osutost na ploskvah pri Kočevski Reki

PLOSKEV	1996 osutost (%)	1998 osutost (%)	razlika (%)
Preža	18,2	35	16,8
M. gredice		45,1	



Grafikon 6: Primerjava osutosti 1996 in 1998

Primerjava popisov kaže povečevanje osutosti drevja. Izrazite so spremembe bukve na obeh lokacijah (Zavodnje, Kočevska reka), in smreke. Zanimiva je razlika v osutosti smreke med obema ploskvama na Zavodnjah, ki je verjetno povezana s padavinami in lastnostmi tal - ploskev A na vrhu planote, ploskev B na zahodnem pobočju.

2.3.2 OSUTOST SMREKE NA TRAJNI RAZISKOVALNI PLOSKVI PRI ŠIJCU NA POKLJUKI 1996-98

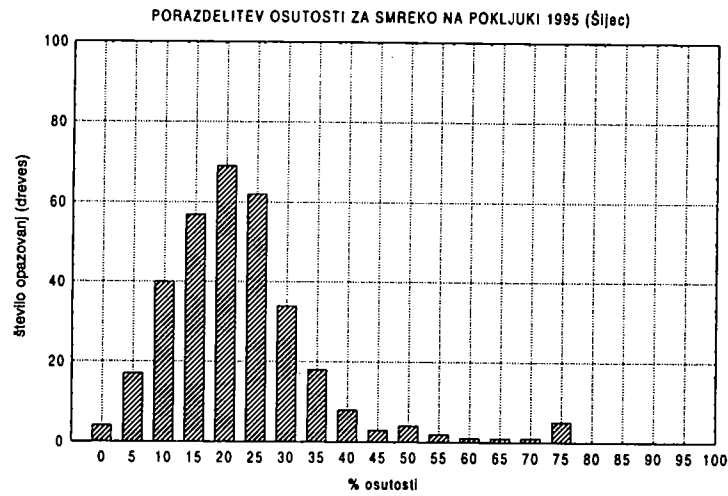
Osutost v posameznih letih

Od avgusta do oktobra smo v letih 1995, 1996 in 1997 popisali osutosti krošenj za smreko na trajni raziskovalni ploskvi Šijec pri Mrzlem Studencu. Podatke za posamezne popise prikazuje naslednja tabela:

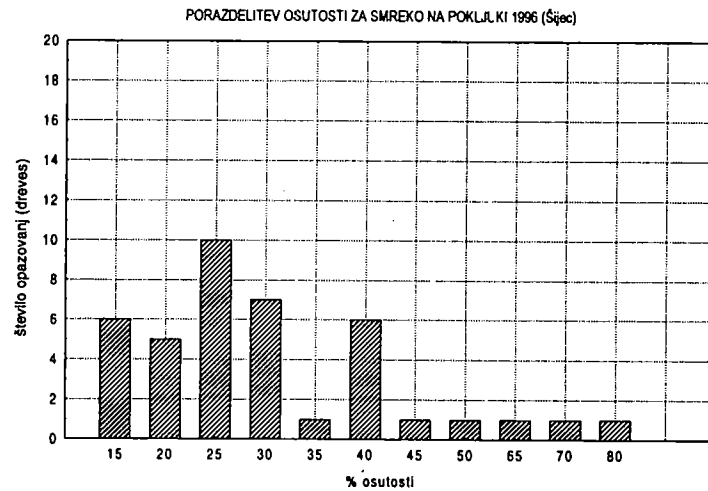
Preglednica 5: splošne vrednosti popisa osutosti smreke na Pokljuki

LETO POPISA	število opazovanj	poprečje osutosti (%)	mediana	min	max.	st. napaka
1995	326	22,68	20	0	100	14,50
1996	40	30,88	25	15	80	14,89
1997	317	35,35	35	15	95	0,596
1998	323	42,21	40	20	100	13,52

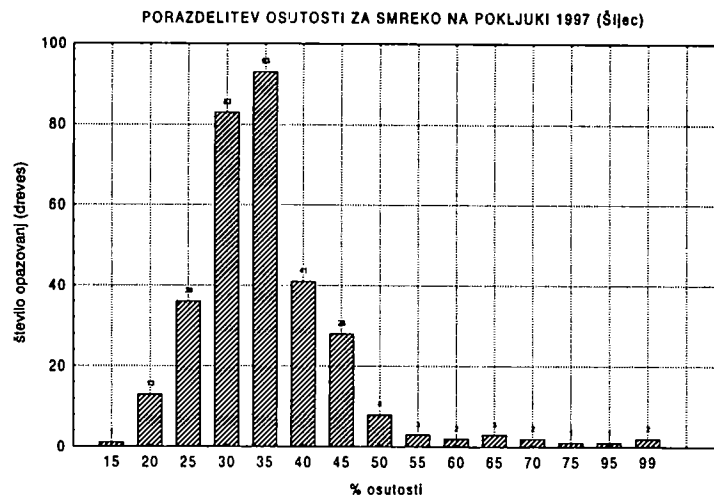
Frekvenčna porazdelitev znaka za posamezna leta je naslednja:



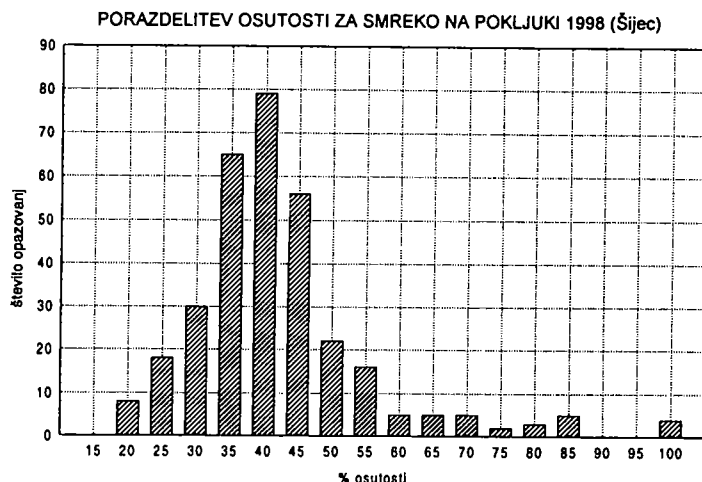
Grafikon 7: Frekvenčna porazdelitev osutosti za popis 1995



Grafikon 8: Frekvenčna porazdelitev osutosti za popis 1996



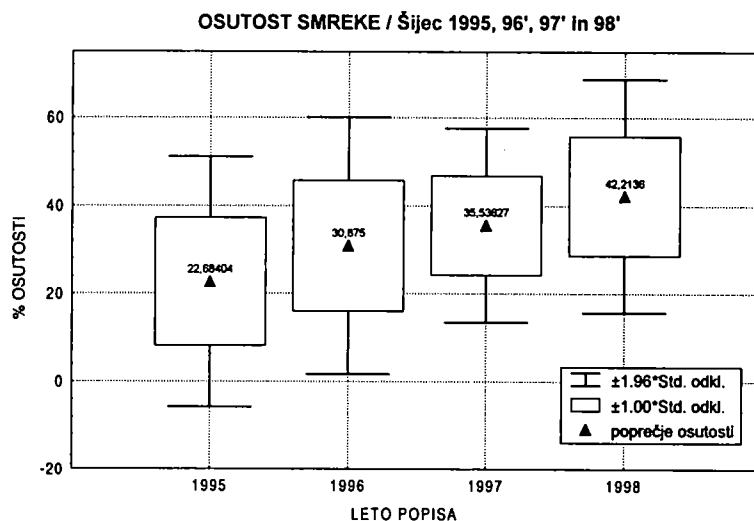
Grafikon 9: Frekvenčna porazdelitev osutosti 1997



Grafikon 10: Frekvenčna porazdelitev osutosti 1998

V zadnjem popisu je bila osutost najizrazitejša v srednjem in severozahodnem delu raziskovalne ploskve.

Primerjava popisov



Grafikon 11: Primerjava popisov za leto 1995, 1996, 1997 in 1998

Analiza razlik s t- testom za neodvisne vzorce je pokazala naslednje:

Primerjava:

*** $\alpha = 0,01\%$...visoko značilne razlike

* $\alpha = 0,5\%$... značilne razlike

Preglednica 6: Primerjava popisov s t-testom

popis	1995	1996	1997
1996	***		
1997	***	*	
1998	***	***	***

Povzetek

Osutost smreke na Pokljuki od leta 1995, 1996, 1997 do 1998 se glede na poprečne vrednosti popisov povečuje. Izrazite so predvsem razlike med leti 1995 – 1996, 1995 – 1997 in 1997-1998

2.4 Viri

1. Der Wirtschafts - Plan der krainischen Industrie - Gesellschaft gehörigen Forstbezirkes Pokljuka. 1888-1907.
2. GG BLED (Gozdno gospodarstvo Bled), 1987. Obnovljeni gozdnogospodarski načrt gospodarske enote Pokljuka - družbeni gozdovi sestavljen za desetletje 1976 - 1985.- Gozdno gospodarstvo Bled, Bled, 177 s + pril.
3. Gozdnogospodarski načrt GE Briga 1986-1995 - tekstni del str. 1 - 53 (Zavod za gozdove Slovenije, Krajevna enota Kočevska Reka)
4. HORVAT - MAROLT, S., 1984. Kakovost smrekovega mladja v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih Alp.- Zbornik gozdarstva in lesarstva 24, s. 5 - 64.
5. K.k. Forstwirtschaftsbezirk: VELDES, Einrichtungs - Operat, 1904, I.TEIL. K.k. Forst u. Dom. Verwaltung.
6. KOLAR, I., 1989a. Umiranje smreke v gozdovih Šaleške doline. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo.
7. KOLAR, I., 1989b. Umiranje smreke v gozdovih Šaleške doline. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 34, s. 121 - 198.
8. KOTAR, M., 1982: Redčenje z vidika prirastoslovja in donosnosti gozdov. Gozdarski vestnik, L 30, št. 5, Ljubljana. Str. 193-204
9. KRAIGHER, H/ URBANČIČ, M., 1995: The site description of the Forest Research Plot "Pri Šijcu" on Pokljuka and studies' results. Referat in poster na terenu.. International Colloquium on Bioindication of Forest Site Pollution. Pokljuka, dne 30. avg. 1995
10. MANOHIN, V., 1958. Klima Pokljuke.- V: Kompleksna raziskovanja smrekovih sestojev na Pokljuki, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, s. 5 - 21.
11. PISKERNIK, M., 1964. Podnebni prikazi Gorenjske in alpske Primorske.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 4 s. + 26 kart.
12. Revizijski operat BLED 1925 - 1934
13. SIMONČIČ, P. 1992. Razmere mineralne prehrane za smreko na distričnih rjavih tleh na tonalitu v vplivnem območju TE Šoštanj. Magistrsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 134 s.
14. SIMONČIČ, P. 1996. Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislih odločin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko *Picea abies* (L.) Karst. in bukev (*Fagus sylvatica* L.) v vplivnem območju TE Šoštanj. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo, 156 str. (doktorska disertacija).
15. SMOLEJ, I., 1984. Prispevek k zgodovini blejskih gozdov.- Kronika, 32, 2-3, s. 145 - 154.
16. SVETINA-GROS, M. 1994. Vpliv padavin na tla in vodne izvire na območju TE Šoštanj. Magistrska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FNT, Oddelek za geologijo, 102 s.r
17. TREGUBOV, V. (ured.), 1958. Kompleksna raziskovanja smrekovih sestojev na Pokljuki.- Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, 151s. + pril.

18. TRONTELJ, M., 1995. Podnebje od Bohinja do Bleda.- Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana, 64 s.
19. URBANČIČ, M. / KUTNAR, L., 1997. Odsev rastiščnih dejavnikov v rastlinski sestavi pokljuškega subalpinskega smrekovega gozda na stalni raziskovalni ploskvi pri barju "Šijec".- Gozdarski vestnik, 55, 1, s. 2 – 23.
20. WRABER, M. 1958. Ekološki in fitocenološki opis gozdne vegetacije na Pokljuki.- V: Kompleksna raziskovanja smrekovih sestojev na Pokljuki, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, s. 32 - 62.

3 DENDROKRONOLOŠKE, MORFOLOŠKE IN GENETSKE RAZISKAVE SMREKE NA POKLJUKI

Gregor BOŽIČ

3.1 UVOD

Na pokljuški stalno raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu" s površino 1ha, ki je bila osnovana v Triglavskem narodnem parku leta 1994, na rastišču pokljuškega visokogorskega smrekovega gozda *Rhytiadelpho lorei* - *Piceetum* M. WRABER 1953 n.nud.; ZUPANČIČ 1976, 1981 na grebenastem platoju z nadmorsko višino okoli 1200 m, med močvirjama Šijec in Golenberca, smo v čistem, mestoma vrzelastem, starejšem smrekovem debeljaku proučili dendrokronološke, morfološke in populacijskogenetske značilnosti domnevno avtohtone smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na Pokljuki. Z morfološko analizo smo zajeli dolžino in volumen iglic odraslih dreves ter obliko storževih lusk. Pri dendrokronoloških raziskavah smo proučili starost dreves, medtem ko smo stopnjo in porazdelitev genetske variabilnosti smreke proučevali z metodo izoencimske elektroforetske analize proteinskih ekstraktov semen.

Kabinetna in laboratorijska dela so bila opravljena na Gozdarskem inštitutu Slovenije, Katedri za aplikativno botaniko in fiziologijo rastlin Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete v Ljubljani, Oddelku za lesarstvo pri Biotehniški fakulteti in v genetskem laboratoriju Bayerische Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht v Teisendorfu, Nemčija (štipendija DAAD). Rezultati morfoloških in dendrokronoloških in populacijskogenetskih proučevanj so predstavljeni v magistrski nalogi (BOŽIČ 1997), Zborniku referatov XIX. Gozdarski študijski dnevi "Gorski gozd" (BOŽIČ, LEVANIČ 1998) in Zborniku gozdarstva in lesarstva (BOŽIČ, KONNERT, JAVORNIK, v pripravi).

3.2 MATERIAL IN METODE

3.2.1 Poskusni material

Na stalni raziskovalni ploskvi, ki predstavlja populacijo domnevno avtohtone smreke na Pokljuki, smo za raziskave izbrali po 35 dreves. Vzorec sestavljajo vitalna, nadrasla oziroma sorastla drevesa različne starosti. V novembru 1995 smo za morfometrične analize iglic s po 35 poskusnih dreves iz gornje tretjine južnega dela drevesne krošnje odvzeli posamezne veje. S tem smo zagotovili enakost svetlobnega vira glede osvetlitve iglic (RIEDERER s. sod. 1988). Za meritve smo uporabili iglice dvoletnih odganjkov, ki so že bile polno oblikovane. Vzorec za meritve je obsegal 100 naključno izbranih iglic iz 4-7 vzorčnih odganjkov s posameznega drevesa. Iz vsakega poskusnega drevesa na raziskovalni ploskvi smo v istem času na posameznem drevesu nabrali po 20 storžev. Starost smrek smo ugotavljali na izvrtkih 11 dreves. Za ekstrakcijo encimov smo uporabljali endosperm (megagametofit) semen s po 35 poskusnih dreves.

3.2.2 Raziskovalne metode

3.2.2.1 Dendrokronološke analize

Izvrteke debeline 5 mm smo v letu 1996 odvzeli v višini drevesa (0,40 m) s priratoslovnim svedrom SUUNTO, dolžine 400 mm in zunanjim premerom 12 mm. Z vsakega drevesa smo na severni strani odvzeli po en izvrtek do stržena. Izvrteke smo v laboratoriju zalepili v lesene nosilce, posušili do zračne suhosti in pripravili za stereomikroskopsko analizo. Meritve izvrtkov je na dendrokronološki merilni mizici LINTAB z natančnostjo 1/100 mm opravil dr. T. Levanič z Oddelka za lesarstvo pri Biotehniški fakulteti.

3.2.2.2 Analiza oblik storževih lusk

Karakteristične osnovne oblike storževih lusk *Picea abies* označujejo dve podvrsti in varieteto. In sicer *Picea abies* var. *acuminata* (Beck.), *Picea abies* subsp. *abies* in *Picea abies* subsp. *obovata*. Analizirali smo po 20 storžev s posameznega poskusnega drevesa raziskovalne ploskve. Razvrščanje storževih lusk, glede na njihovo osnovno obliko, smo naredili po uveljavljenih kriterijih (SCHMIDT-VOGT 1977; ŠERCELJ, CULIBERG 1995).

3.2.2.3 Morfometrične analize iglic

Vzorčne vejice z dvoletnimi odganjki smo do analize shranili pri temperaturi -20° C. Morfometrične analize iglic smo izvajali s pomočjo sistema za digitalno procesiranje slike (an. Image Analysis Sistem) in programsko opremo Optimas 5.0 na Katedri za aplikativno botaniko in fiziologijo rastlin Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete v Ljubljani. Za izračun volumna iglice smo uporabili enačbo RIEDERER s sod. (1988):

$$V \text{ (mm}^3\text{)} = 0,208 \times \text{projekcijska površina iglice}^{1,353}$$

3.2.2.4 Analize izoencimov

Genotip vsakega drevesa za več genskih lokusov smo ugotavljali s pomočjo horizontalne elektroforeze na škrobnem gelu. Raziskovalni material so bili megagametofiti (6 semen). Pri elektroforezi smo se držali standardnih postopkov za analizo smrekovih vzorcev (KONNERT, MAURER 1995).

Preglednica 1: Analizirani genski lokusi

Encimski sistem	E.C. koda	Analizirani lokusi
Fosfoglukomutaza (PGM)	2.7.5.1	PGM-A
Šikimat dehidrogenaza (SKDH)	1.1.1.25	SKDH-A
6-Fosfoglukonat dehidrogenaza (6-PGDH)	1.1.1.44	6-PGDH-A, 6-PGDH-B, 6-PGDH-C
Akomitaza (ACO)	4.2.1.3	ACO-A
Malat dehidrogenaza (MDH)	1.1.1.37	MDH-A, MDH-B, MDH-C
Izocitrat dehidrogenaza (IDH)	1.1.1.42	IDH-A, IDH-B
Glutamat dehidrogenaza (GDH)	1.4.1.2	GDH-A
Levcin aminopeptidaza (LAP)	3.4.11.1	LAP-B
Fosfoglukoza izomeraza (PGI)	5.3.1.9	PGI-A, PGI-B
Glutamat oksalacetat transaminaza (GOT, AAT)	2.6.1.1	GOT-A, GOT-B, GOT-C
Menadion reduktaza (MNR)	1.6.99.2	MNR-A, MNR-C

Ekstrakcijski pufer za elektroforetske analize semen smo pripravili po (RHODES 1977; modif. po KONNERT, MAURER 1995). Rastopino za ekstrakcijo pH 7,0 smo naredili po receptu: 100ml 0,1M Tris - HCl pH 7,0, 3 g PVP-40 in 40 mg β -merkaptetanola. V naših raziskavah smo uporabili horizontalno elektroforezo na 12% škrobnem gelu. Uporabljali smo štiri vrste škrobnega gela s Tris-citratnim (1a, 1b), Ashtonovim (2) in Pulikovim (3) gelskim pufrom po Konnert, Maurer (1995), odvisno od encimskih sistemov, ki jih določamo..

Preglednica 2: Sestava pufrskih sistemov za izoencimske analize na škrobnem gelu

Št.	Elektrodni pufer / pH	Gelski pufer / pH	Encimski sistemi
<u>TRIS-citrat sistem</u>			
1a	0.15 M TRIS-citrat / 7.5	0.02 M TRIS- citrat / 7.5	PGM, SKDH, 6-PGDH
1b	0.13 M TRIS-citrat / 7.5	eektrood. pufer, razredčen s H ₂ O v razmerju (1:2,7)	ACO, MDH, IDH
<u>ASHTON sistem</u>			
2	0.2 M H ₃ BO ₃ - 0.03 M LiOH / 8.1	0.05 M TRIS- citrat / 8.1 (15% elektrod. pufra)	GDH, LAP, PGI
<u>POULIK sistem</u>			
3	0.3 M H ₃ BO ₃ - NaOH / 8.2	0.075 M TRIS- citrat / 8.7	GOT, MNR

Po končani elektroforezi smo gele specifično barvali na različne encime. Recepte za obarvanja smo povzeli po Cheliak, Pitel (1984) in Konnert, Maurer (1995). Elektroforegrame smo interpretirali po izdelanih sistemih (KONNERT, MAURER 1995).

3.2.2.5 Metode vrednotenja genetske variabilnosti

Z genetsko inventuro pridobljene podatke smo zaradi večje informativne preračunali v standardna merila genetske variabilnosti. Kot osnovni genetski parameter smo pri tem uporabili frekvence alelov, ki smo jih ocenili iz števila alelov v posameznih aloencimskih genotipih vzorca. Genetsko variabilnost znotraj populacije smo ocenili s parametri genetske pestrosti, raznolikosti, heterozigotnosti in z indeksom fiksacije.

- Genetsko pestrost prikazujemo z deležem polimorfnih lokusov ($P\%$) in s povprečnim številom alelov na polimorfni lokus (A/L). Kot polimorfen lokus smo upoštevali vsak genski lokus, na katerem smo ugotovili še 1 alternativni alel, ne glede na njegovo pogostnost v populaciji.
- Genetsko raznolikost smo ocenili s pomočjo alelne raznolikosti, hipotetične večlokusne gametske raznolikosti in z genetsko diferenciacijo med osebki. Alelna raznolikost (v_k) smo izračunali za vsak polimorfen genski lokus kot recipročno vsoto kvadratov njegovih alelnih frekvenc po formuli $v_k = \left[\sum_{i=1}^{n_i} (p_i^k)^2 \right]^{-1}$, kjer je p_i pogostnost i - tega alela na genskem lokusu k , če je na lokusu prisotnih n_i alelov. Srednja alelna raznolikost m lokusov (v_m) je povprečno efektivno število alelov na m analiziranih lokusih in je izračunana kot harmonična sredina posameznih lokusnih alelnih raznolikosti v_k (GREGORIUS 1978, 1987). Hipotetična večlokusna gametna raznolikost je izračunana kot produkt posameznih lokusnih alelnih raznolikosti z enačbo $v_{gam} = \prod_{k=1}^m (v_k)$, kjer je v_k efektivno število alelov na lokusu k in m število analiziranih polimorfni lokusov (GREGORIUS 1978). Stopnjo genetske diferenciacije med osebki znotraj populacije (δ_T) smo izračunali po enačbi $\delta_T = \frac{N}{N-1} \left(1 - \sum p_i^2 \right)$, kjer je N število analiziranih osebkov za dani lokus, p_i pa so relativne frekvence alelov na tem lokusu. Povprečno genetsko diferenciacijo med osebki smo izračunali kot aritmetično sredino posameznih lokusnih stopenj genetske diferenciacije (GREGORIUS 1987).
- Heterozigotnost smo vrednotili z dejansko opaženim deležem heterozigotnih osebkov v populaciji (H_a) in pričakovano stopnjo heterozigotnosti (H_e), ki bi jo populacija imela ob pogoju, da so vsi genotipi pri vseh genskih lokusih prisotni v Hardy-Weinbergovih deležih. Pričakovano stopnjo heterozigotnosti populacije smo

izračunali po Nei (1973) z enačbo $H_e = 1 - \sum_i p_i^2$, kjer je p_i frekvenca i-tega alela analiziranega lokusa. Povprečno stopnjo heterozigotnosti smo izrazili kot aritmetično sredino posameznih heterozigotnih stopenj vseh lokusov.

- Delež odklona dejansko opažene heterozigotnosti od pričakovane v Hardy-Weinbergovem ravnotežju, podajamo z indeksom fiksacije, ki smo ga izračunali kot

$$F = 1 - \frac{H_a}{H_e}$$

3.3 REZULTATI

3.3.1 Starostna struktura dreves

Preglednica 3: Starost smrek na raziskovani "Pri Šijcu" ugotovljena na višini drevesa 0,4 m (BOŽIČ, LEVANIČ 1998)

Parameter	Ploskev "Pri Šijcu"	
Število dreves v analizi	11	
Starost	Najmanjša starost (let)	87
	Največja starost (let)	173
	Povprečna starost (let)	123
Premer	Najmanjša vrednost (cm)	25,0
	Največja vrednost (cm)	50,9
	Mediana (cm)	43,1

Med parametri starost in premer smo ugotovili veliko variabilnost v pogledu starosti. Natančne starosti dreves ne poznamo, vendar menimo, da je starost smreke na ploskvah okoli 120 - 200 let. Kot informacijo lahko navedemo, da smo posebej poskušali ugotoviti, koliko let so vzorčna drevesa potrebovala za dosego 0,4 m drevesne višine. Na panju 15 dreves smo prešteli ranike in ugotovili, da so smreke za dosego 40 cm višine na ploskvi potrebovale okoli 30-35 let.

3.3.2 Morfološka variabilnost

3.3.2.1 Morfometrične analize iglic

Preglednica 4: Opisna statistika za dolžino in volumen smrekovih iglic s poskusnih dreves na raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu" na Pokljuki (BOŽIČ, LEVANIČ 1998)

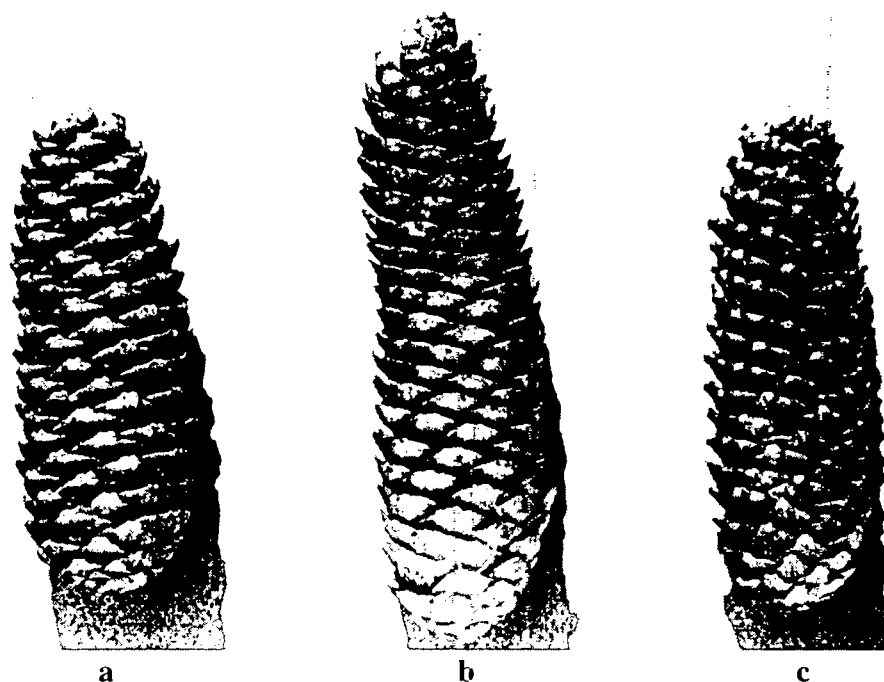
Parameter	Ploskev "Pri Šijcu"	
Število dreves v analizi	35	
Število iglic v analizi	3500	
Dolžina iglic	Aritmetična sredina (mm)	13.2
	Mediana (mm)	13.1
	Int. zaup +95,00% (mm)	13.2
	Int. zaup -95,00% (mm)	13.1
	Najmanjša vrednost (mm)	9.9
	Največja vrednost (mm)	17.5
	Variacijska širina (mm)	7.6
	Varianca (mm)	2.9
	Standardni odklon (mm)	1.7
	Koeficient variacije (%)	13.0
Volumen iglic	Aritmetična sredina (mm ³)	3,2
	Mediana (mm ³)	2,9
	Int. zaup +95,00% (mm ³)	3,2
	Int. zaup -95,00% (mm ³)	3,1
	Najmanjša vrednost (mm ³)	1,0
	Največja vrednost (mm ³)	6,3
	Variacijska širina (mm ³)	5,4
	Varianca (mm ³)	1,6
	Standardni odklon (mm ³)	1,3
Koeficient variacije (%)	40,7	

Celoten razmik vrednosti dolžin smrekovih iglic poskusnih dreves je na raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu" od 9,9 do 17,5 mm. Mediana znaša 13,1mm. Pojav je enakomerno porazdeljen glede na centralno tendenco oziroma mediano in ima unimodalno porazdelitev vrednosti. Celoten razmik vrednosti volumna smrekovih iglic poskusnih dreves je v razmiku od 1 mm³ do 6,3 mm³. Mediana znaša 2,9 mm³. Tu se pojav koncentrira pri nižjih vrednostih in se bolj razpršuje pri višjih vrednostih. Porazdelitev je deformirana v levo in bolj variabilna (40,7 %) od porazdelitve dolžin iglic (13%).

3.3.2.2 Oblika storževih lusk

Analiza oblik storževih lusk je pokazala, da so na Pokljuki v avtohtonem smrekovem

sestoju prisotne 3 oblike storževih lusk. Od 35 poskusnih dreves, ki smo jih izbrali na raziskovalni ploskvi A, ima 74% dreves storže z lusko navadne smreke, 9% *Picea abies* subsp. *obovata* in 17% dreves storže z lusko *Picea abies* var. *acuminata*.



Slika 1: Smrekovi storži z značilno obliko lusk a - *Picea abies* subsp. *abies*, b - *Picea abies* subsp. *obovata*, c - *Picea abies* var. *acuminata*.

3.3.3 Genetska variabilnost

Genetska variabilnost, je potencial populacije določene vrste za ustvarjanje osebkov različnih genotipov in temelji na variaciji različnih genetskih kategorij in genetskega sistema vrste. V posamezni populaciji določene vrste določena s številom in pogostnostjo alelov na polimorfnih genskih lokusih (HATTEMER 1991).

Z metodo izoencimske elektroforetske analize smo proučili populacijo domnevno avtohtone smreke na primeru 35 dreves z raziskovalne ploskve "Pri Šijcu". V analizo smo zajeli 11 encimskih sistemov, od katerih večina, izjema je menadion reduktaza, sodelujejo v primarnem metabolizmu (BERGMANN 1991). Zimograme smo interpretirali po izdelanih sistemih (KONNERT, MAURER 1995), ki so omogočili določitev genotipov za posamezna drevesa na 20 genskih lokusih.

Preglednica 5: Relativne alelne frekvence (p) na 20 analiziranih lokusih za populacijo smreke

Lokus	Alel	p	Lokus	Alel	p
GDH - A	1	0,014	6PGDH - B	2	0,657
	2	0,986		3	0,014
GOT - A	1	0,014	6PGDH - C	5	0,329
	2	0,986		1	0,014
GOT - B	1	0,014	SKDH - A	2	0,514
	2	0,986		5	0,471
GOT - C	2	0,314	2	1	0,029
	4	0,657		2	0,043
	5	0,029		3	0,900
ACO - A	1	0,257	5	5	0,014
	2	0,743		6	0,014
IDH - A	2	0,057	PGI - A	2	1,000
	3	0,943		PGI - B	2
IDH - B	2	1,000	3		0,657
MDH - A	2	1,000	LAP - B	1	0,086
	MDH - B	2		0,986	3
MDH - C		3	0,014	4	4
	2	0,043	6		0,114
	4	0,957	MNR - A		2
PGM - A	2	0,914		4	4
	3	0,086	MNR - C		1
6PGDH - A	1	0,014		2	2
	2	0,986			

V populaciji domnevno avtohtone poključke smreke so monomorfni lokusi: IDH-B, MDH-A in PGI-A. Navedeni trije lokusi so vezani na alele IDH-B₂, MDH-A₂ in PGI-A₂. Vsa drevesa so za ugotovljene alele homozigoti 2-2. Med drugimi genskimi lokusi so zelo stabilni tudi lokusi GDH-A, GOT-A, GOT-B, MDH-B in 6PGDH-A. Frekvenca glavnega alela vedno presega 98%. Visoko stopnjo polimorfnosti smo v populaciji smreke ugotovili na 7 lokusih: GOT-C, ACO-A, 6-PGDH-B, 6-PGDH-C, PGI-B, LAP-B in MNR-A. Poleg alelov, ki so pogostejši, smo pri analizi poključke smreke ugotovili tudi 12 redkih alelov, katerih frekvence v povprečju niso večje kot 1,5%.

Genetsko variabilnost smreke znotraj populacije prikazujemo s povprečno opazovano in pričakovano heterozigotnostjo polimorfnih lokusov v vzorcu (H_a in H_e), indeksom fiksacije (F) in parametri genetske pestrosti ($P\%$, A/L) ter genetske raznolikosti (v_k , v_{gam}). Pomenska razlika med genetsko raznolikostjo in genetsko pestrostjo je v tem, da prva upošteva poleg samega števila posameznih genetskih variant tudi njihovo relativno pogostnost.

Povprečen delež heterozigotnih osebkov v populaciji smreke je 21.2%. Povprečna pričakovana stopnja heterozigotnosti (H_e) pa 22,7%. Povprečni indeks fiksacije (F), kot merilo realizacije pričakovane heterozigotnosti v populaciji, kaže na homogeno sliko. Delež povprečnega odklona opažene od v Hardy-Weinbergovem ravnotežju pričakovane heterozigotnosti (F) je 6,6%. V povprečju vzorec iz populacije smreke na raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu" sicer izkazuje 6,6% primanjkljaj heterozigotov vendar med povprečno dejansko opazovano in povprečno pričakovano heterozigotnostjo v populaciji ni statistično značilnih razlik (t-test, $\alpha = 0,05$).

Na osnovi podatkov lahko zaključimo, da je 85% od analiziranih 20 lokusov smrekove populacije na območju Šijca na Pokljuki polimorfni. Populacija smreke ima v povprečju 2,35 alelov na polimorfen lokus (A/L). Dejansko stopnjo uravnoveženosti pogostnih alelov podaja efektivno število alelov na posameznem lokusu (v_k). Srednja vrednost efektivnega števila alelov na lokus (v_m) za 17 polimorfni lokusov v populaciji smreke znaša 1,294.

Pomemben parameter pri določitvi potencialne prilagoditvene sposobnosti populacij gozdnih drevesnih vrst, v prihodnosti na spreminjajoče se pogoje okolja, je hipotetična multilokusna gametska raznolikost (v_{gam}). Izražena je z največjim številom genetsko različnih gamet, ki jih lahko posamezna subpopulacija proizvede glede na preučevane lokuse (GREGORIUS 1978). Analiza hipotetične večlokusne gametske raznolikosti poskusnih dreves smreke z raziskovalne ploskve je pokazala, da je največje število genetsko različnih 17 lokusnih gametskih tipov, ki bi jih lahko proizvedla skupina 35 dreves v populaciji je 157,9.

Genetsko variabilnost med osebki znotraj populacije, neodvisno od populacijske velikosti oziroma števila proučevanih osebkov, opredeljujemo s stopnjo genetske diferenciacije (δ_T).

Preglednica 6: Genetska diferenciacija med osebki znotraj populacije smreke na raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu" na Pokljuki na 17 polimorfni lokusih δ_T s povprečno vrednostjo $\delta_{T(skupaj)}$

Lokus	δ_T	Lokus	δ_T
GDH - A	0,029	6PGDH - A	0,029
GOT - A	0,029	6PGDH - B	0,474
GOT - B	0,029	6PGDH - C	0,528
GOT - C	0,482	SKDH - A	0,192
ACO - A	0,393	PGI - B	0,464
IDH - A	0,111	LAP - B	0,558
MDH - B	0,029	MNR - A	0,464
MDH - C	0,084	MNR - C	0,057
PGM - A	0,161	$\delta_{T(skupaj)}$	0,234

Genska (alelna) diferenciranost med osebki je največja na lokusih GOT-C, 6-PGDH-B, 6-PGDH-C, PGI-B, LAP-B in MNR-A. Povprečna stopnja genetske diferenciacije ($\delta_{T(\text{skupaj})}$) je 0,234. V populaciji je verjetnost, da se 2 naključno izbrani smreki razlikujeta v genetskem tipu alela 23,4%.

3.4 UGOTOVITVE IN RAZPRAVA

Raziskovalni objekt, je izbran na rastišču, ki ga porašča smreka po svoji naravni razširjenosti (CULIBERG, ŠERCELJ, ZUPANČIČ 1981). Lokacija ploskve je na zunanjem obrobju visokega barja Šijec. Vzorčna drevesa smreke na raziskovalni ploskvi rastejo predvsem na distričnih rjavih tleh in na podzolih, ki so se razvila na mešanih morenah in so uvrščena v razred avtomorfni tal. Na avtomorfni tleh rastejo t.i. acidofilne rastline, ki so prilagojene distričnosti zgornjih plasti in hladnemu vlažnemu podnebju. Rodovitnost tal je za smreko razmeroma dobra, saj na njih smreke zrastejo do 40 metrov visoko (URBANČIČ, KUTNAR 1997). Rastišče na ploskvi omogoča smreki prikaz njene potencialne sposobnosti uspevanja.

3.4.1 Starostna struktura dreves

Smreke na raziskovalni ploskvi se razlikujejo po starosti. Variabilnost v starosti med vzorčnimi drevesi je 80 let. V primerjavi s starostno strukturo samonikle smreke, ki uspeva na robnem predelu barja Šijec na Pokljuki (BOŽIČ, LEVANIČ 1998) so starostne razmere smreke na ploskvi manj variabilne, kar je pričakovano, saj gre za enomeren in gospodarjen gozd. Ugotovljene starosti najstarejših dreves so bile okoli 200 let. Analizirana drevesa so pričela rasti vsaj 50 let pred nastankom velikih golosekov in prvih umetnih obnov s sadnjo na Pokljuki med leti 1848 in 1859 (SMOLEJ 1984).

3.4.2 Morfološka variabilnost

Povprečna smrekova iglica na raziskovalni ploskvi meri v dolžino 13,2 mm ter ima volumen 3,2 mm³. Te vrednosti kažejo na zaostrene razmere življenjskega okolja, ostro alpsko podnebje in mraziščni značaj tega dela poključke planote. Z uporabo enake analize metode so v Fichtelgebirge na Bavarskem za 130 let stara drevesa smreke iz n.m.v. od 650 do 755m ugotovili, da imajo dvoletne popolno oblikovane iglice iz zgornjih tretjin drevesnih krošenj in soncu izpostavljenih vej v povprečju dolžino od 17,5 do 18,0 mm (RIEDERER s sod. 1988). Po istem viru je povprečen volumen iglic s 30 let starih smrek v Münchenskem parku v razmaku od 4,6 do 15 mm³. Navedena primerjava podatkov dovoljuje oceno o življenjskih razmerah, ki jih ima populacije smreke na svojem naravnem rastišču na obrobju visokega barja Šijec na Pokljuki.

Za smreko je značilna velika morfološka variabilnost, ki se v srednjeevropskem prostoru odraža tudi v 3 značilnih osnovnih oblikah storževih lusk. V domnevno

avtohtonem smrekovem sestoju na Pokljuki smo ugotovili, da ima na poskusni ploskvi 74% proučevanih dreves storževo lusko tipa navadne smreke, 9% obovatni tip in 17% acuminatni tip storževe luske. Tipična oblika tipa obovata je široka in na vrhu zaokrožena storževa luska. Takšna luska omogoča dovolj zanesljivo določitev tipa smreke. V našem primeru ugotovljeni delež smreke *Picea abies* subsp. *obovata* (9%) lahko pojasnimo z dejstvom, da se pojavlja v celotnem distribucijskem območju smreke z različno frekvenco navzočnosti. V najbolj zahodni naravni razširjenosti smreke v Evropi (v masivu Vercors v Franciji, 1450 m) je po raziskavah, ki jih je opravil SCHMIDT-VOGT (1977), v smrekovih populacijah 8% smrek z obovata tipom storževe luske. V različnih frekvenčnih deležih je obovatni tip disperzno razširjen v vsem območju francoskih Alp. Enako velja tudi za najjužnejšo naravno prisotnost smreke v Alpah, Apeninih in Balkanskem gorovju. SCHMIDT-VOGT (1977), ugotavlja, da se delež smreke z zaobljenimi luskami (obovata tip) povečuje v populacijah od zahoda (Evropa) do vzhoda (Sibirija), od juga (južna in srednja Evropa) do severa (Skandinavija) in od nižin do visokih nadmorskih višin. Delež podvrste *obovata* se frekvenčno povečuje skladno z naraščanjem vpliva mrzle klime. Zaokrožena oblika storževih lusk obovata smreke je značilnost celotnega kompleksa pojavnosti, ki nakazuje prilagoditev ostrejšim klimatom. Smreka z acuminatno obliko storževih lusk, ima vrh ozko podaljšan, valovito ukrivljen navzgor, ostro nazobčan, dvovršni in je njeno središče razširjenosti v Karpatih (SCHMIDT-VOGT 1977).

3.4.3 Genetska variabilnost

V povprečju vzorec iz populacije smreke na raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu" sicer izkazuje 6,6% primanjkljaj heterozigotov vendar ugotovljene vrednosti fiksacijskega indeksa F nakazujejo odsotnost značilnega pomanjkanja heterozigotov v reproduktivnem delu populacije. V populaciji smreke nismo ugotovili značilnih razlik med dejansko opaženim številom heterozigotnih osebkov in številom heterozigotov, ki bi jih populacija imela, če bi se genotipski deleži nahajali v Hardy Weinbergovemu ravnotežju. Ugotavljamo, da je populacija smreke iz območja visokega barja Šijec, ki smo jo v raziskavi proučili, na svoje življenjsko okolje dobro prilagojena. To ji omogoča, da v vladajočih okolskih vplivih preživi in se obnavlja.

Vzorec ima v primerjavi z vrednostjo povprečnega števila alelov na lokus ($A/L = 2,35$) ustrezno nizko povprečno vrednost efektivnega števila alelov na lokus ($v_m = 1,294$). Pri vzorčni populaciji obstaja večji odklon od uravnotežene frekvenčne porazdelitve alelov. Večji odmik od uravnotežene frekvenčne porazdelitve alelov nakazuje, da je v posamezni vzorčni skupini dreves prisoten velik delež istovrstnih alelov. Od 17 polimorfnihih lokusov smo v populacijah kar na 9 lokusih ugotovili prevladujoč alelni tip s frekvenco 95% ali več. Hipotetična večlokusna gametska raznolikost, ki kaže na potencialno sposobnost dreves za proizvodnjo genetsko različnih gamet (v_{gam}), je 157,9.

Verjetnost, da se dve naključno izbrani smreki razlikujeta v genetskem tipu alela, je v

povprečju 23,4%. Genetska diferenciacija med osebki kaže na veliko stopnjo genetske variabilnosti znotraj populacije. Smreke iz testne populacije imajo na svojem rastišču velik potencial za proizvodnjo genetsko različnih osebkov, kar jim omogoča, da se lahko vedno znova, s spreminjanjem svoje genetske strukture, uspešno odzivajo na različne vplive okolja in na ta način zagotavljajo obstoj.

3.4.3.1 Poključna smreka v primerjavi z drugimi populacijami

Z analizo 11 encimskih sistemov na poključni populaciji smreke smo dobili vpogled v alelni porazdelitev na posameznih genskih lokusih. Ti rezultati so omogočili primerjavo obravnavane populacije z ustreznimi srednjeevropskimi populacijami smreke z območja širšega območja Alp (Avstrija, Nemčija, Švica). Primerjava temelji na izsledkih raziskav, ki jih navaja vir (KONNERT, MAURER 1995). V večini izoencimskih lokusov smo ugotovili skladnost njihovih alelnih frekvenc z značilno alelni porazdelitvijo, ki velja za smrekove populacije srednje evropskega alpskega prostora. Odstopanja so le na lokusih GOT-A in MDH-C. V domnevno avtohtoni smrekovi populaciji na Pokljuki sta na omenjenih genskih lokusih skoraj izključno prisotna alela GOT-A₂ in MDH-C₄. V srednje evropskih smrekovih populacijah sta prisotna največkrat v zelo nizkih frekvencah. V raziskavi smo od najpogosteje zastopanih alelov GOT-A₃ in MDH-C₁ in MDH-C₂ v srednjeevropskih populacijah smreke, identificirali le alel C₂ in še tega v nizki frekvenci. Podobne značilnosti, kot smo jih ugotovili za poključno smreko na lokusu MDH-C, navajajo tudi (GÄRTNER, WOLF, BRAUN 1996) za avtohtono populacijo smreke Carlsfeld na 920 m n.m.v. (Erzgebirge) v Nemčiji.

Primerjava parametrov genetske variabilnosti domnevno avtohtone smreke s Poključke z ustreznimi smrekovimi populacijami v srednjeevropskem prostoru, ki temeljijo na upoštevanju rezultatov tistih raziskav, ki opredeljujejo alelne tipe po enakih kriterijih, ima le orientacijsko vrednost. Za konkretno primerjavo bi morali v vseh primerih analizirati isto kombinacijo polimorfni lokusov in pri isti velikosti vzorca.

Povprečno število alelov na lokus (2,35), ki smo ga ugotovili v populaciji smreke se ujema z referenčnimi vrednostmi, ki jih navaja (MÜLLER-STARCK, 1995) za 20 visokogorskih populacij domnevno avtohtone smreke v švicarskih Alpah in gorovju Jure, ki imajo v povprečju od 2,22 do 2,72 alela na lokus. Primerljiva študija smrekovih populacij v naravnih in umetnih sestojih južne Nemčije (Schwarzwald) navaja večje povprečno število alelov na lokus (2,6), vendar so bili v analizo zajeti samo 4 polimorfni genski lokusi (KONNERT, FRANKE 1990; KONNERT 1991). Manjše število alelov na lokus imajo smrekove populacije z območja italijanskih Alp (MORGANTE, VENDRAMIN 1991). Analiza je zajela 19 populacij, ki so imele od 1,4 do 2,1 alela na lokus, v povprečju pa 1,8 (A/L). Smreka s poključnih raziskovalnih ploskev ima v povprečju 1,29 efektivnega števila alelov na lokus, kar je samo za 5% manj od referenčnih vrednosti, ki jih navajata (MÜLLER-STARCK 1995) za visokogorske

populacije domnevno avtohtone smreke v švicarskih Alpah in gorovju Jure in (KONNERT 1991) za naravne in umetno vnesene smrekove populacije Schwarzwalda (Nemčija).

Primerjava vrednosti dejansko opažene heterozigotnosti na Pokljuki na 17 polimorfni lokusih ($H_a = 21,2\%$) s študijo štirih populacij smreke *Picea abies* na Finskem in analizo 11 lokusov (LUNDKVIST 1979) ter s študijo 21 populacij iz severne, vzhodne in srednje Evrope na osnovi analize 7 lokusov (BERGMANN, GREGORIUS 1979), kjer avtorji navajajo dejansko opaženo heterozigotnost 36 % oziroma 41%, sicer kaže na signifikantno nižjo stopnjo povprečne heterozigotnosti na Pokljuki. Vendar isti avtorji menijo, da so izrazito visoke ocene heterozigotnosti posledica omejenega števila analiziranih lokusov in večjega prispevka, ki ga imajo v aloencimski variaciji visoko polimorfni lokusi, ki kodirajo encime, kot so esteraze, leucin amino peptidaze in kisle fosfotaze. V Švici je 20 domnevno avtohtonih smrekovih populacij z analizo 18 lokusov analiziral (MÜLLER-STARCK, 1995) in ugotovil, da so vrednosti dejansko opažene heterozigotnosti v populacijah v razmiku od 20,2 do 28,1%, povprečno 22,6%. Temu je podobna tudi ugotovljena vrednost dejansko opažene heterozigotnosti domnevno avtohtone poključke smreke (21,2%).

3.5 SKLEPI

- Populacija domnevno avtohtone smreke na območju visokega barja Šijec na Pokljuki se razlikuje po starosti. Starost dreves na raziskovalni ploskvi je med 120 in 200 leti. Vitalna, nadrasla oziroma sorastla drevesa niso bila umetno nasajena. Analizirana populacija smreke je nastala z naravnim pomlajevanjem.
- Dolžina in volumen iglic poskusnih dreves smreke odraža zaostrene razmere življenjskega okolja, ostro alpsko podnebje in mraziščni značaj tega dela poključke planote.
- Smreke pripadajo po obliki storževe luske 2 podvrstama in sicer *Picea abies* subsp. *abies*, *Picea abies* subsp. *obovata* in varieteti *Picea abies* var. *acuminata*.
- Od proučevanih 20 izoencimskih lokusov je 17 lokusov polimorfni (85%).
- V populaciji smreke so bili monomorfni lokusi IDH-B, MDH-A in PGI-A.
- Izrazito nizko polimorfni lokusi so GDH-A, GOT-A, GOT-B, IDH-A, MDH-B, MDH-C, 6-PGDH-A, MNR-C.
- Močno polimorfni lokusi so: GOT-C, ACO-A, 6-PGDH-B, 6-PGDH-C, PGI-B, LAP-B, MNR-A.
- Redki aleli s frekvencami manjšimi od 1,5% v populaciji smreke so: GDH-A₁, GOT-A₁, GOT-B₁, MDH-B₃, 6-PGDH-A₁, 6-PGDH-A₃, 6-PGDH-B₃, 6-PGDH-C₁, 6-PGDH-C₆, SKDH-A₅, SKDH-A₆, LAP-B₆.
- V smrekovi populaciji je povprečen delež heterozigotnih genskih lokusov, v katerih je posamezno drevo heterozigotno 21,2%.
- V reproduktivnem delu populacije ni značilnega pomankanja heterozigotov. Proučevana populacija se genetskem smislu nahaja v ravnotežju.

- Genetska inventura odraža veliko genetsko variabilnost znotraj populacije. Proučevana populacija smreke izkazuje dobro prilagojenost vladajočim razmeram okolja in ima veliko sposobnost prilagajanja spreminjajočim se razmeram okolja.
- Z gojitvenega vidika lahko proučeno populacijo smreke obravnavamo kot avtohtono.
- Populacija smreke na območju visokega barja Šijec se obnaša kot naravni ekotip, se naravno obnavlja in je vredna ohranitve.
- Poključka smreka ima v večini izoencimskih lokusov skladne alelne frekvence z značilno alelno porazdelitvijo, ki velja za smrekove populacije srednjeevropskega alpskega območja (Avstrija, Nemčija, Švica).
- Populacija smreke na Pokljuki se ujema glede povprečnega števila alelov na lokus z referenčnimi vrednostmi avtohtonih populacij smreke v švicarskih Alpah in južni Nemčiji (Schwarzwald) in je večja od vrednosti, ki jih navajajo za populacije smreke v Italiji.

3.6 VIRI

1. BERGMANN F. 1991. Isozyme Gene Markers. V: Ur. Müller-Starck G., Ziehe M., Genetic Variation in European Populations of Forest Trees. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, s. 67-78
2. BERGMANN F. / GREGORIUS H.R. 1979. Comparison of the genetic diversities of various populations of Norway spruce (*Picea abies*). V: Proceedings of the Conference on Biochemical Genetics of Forest Trees, Umeå, s. 99-107
3. BOŽIČ G. 1997. Genetska variabilnost dveh subpopulacij domnevno avtohtone smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na Pokljuki. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za agronomijo, 83 s., 3 pril.
4. BOŽIČ G. / LEVANIČ T. 1998. Starost in morfološke značilnosti domnevno avtohtone smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na območju visokega barja Šijec na Pokljuki. V: Diaci, J. (ur.) Gorski gozd : zbornik referatov : Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, s. 243-254.
5. CHELIAK W.M. / PITEL J.A. 1984. Genetic control of allozyme variants in mature tissues of white spruce trees. Journal of Heredity, 75, s. 35-40
6. CULIBERG, M. / ŠERCELJ, A. / ZUPANČIČ, M. 1981. Palinološke in Fitocenološke raziskave na Ledinah na Jelovici. Razprave SAZU, IV, 23/6, s.175-193
7. GÄRTNER, G. / WOLF, H. / BRAUN, H. 1996. Untersuchungen zur genetischen Struktur der autochtonen Fichten-population Carlsfeld im Erzgebirge und ihrer Nachkommenschaften als Grundlage zur Beurteilung der Effektivität von Generhaltungsmaßnahmen. Silvae Genetica, 45, 5-6, s. 294-301
8. GREGORIUS, H.R. 1978. The concept of genetic diversity and its formal relationship to heterozygosity and genetic distance. Math. Biosc., 41, s. 253-271
9. GREGORIUS, H.R. 1987. The relationship between the concepts of genetic diversity and differentiation. Teor. Appl. Genet., 74, s. 397-401

10. HATTEMER H. H. 1991. Genetics analysis and population genetics. In: Biochemical Markers in the Population Genetics of Forest Trees. Proceedings of Joint Meeting of the Working Parties S2.04-01 Population Genetics and S2.04-05 Biochemical Genetics of IUFRO, Porano, Italy, October 1988, s. 5-22.
11. KONNERT, M. / FRANKE, A. 1990. Die Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) im Schwarzwald: Genetische Differenzierung von Beständen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 162, s. 100-106
12. KONNERT, M. 1991. Die Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) im Schwarzwald: Genetische Variation und Korrelationen. Forstw. Cbl., 110, s. 84-94
13. KONNERT, M. / MAURER, W. 1995. Isozymic Investigations on Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European Silver Fir (*Abies alba* Mill.). A Practical Guide to Separation Methods and Zymogram Evaluation, 79 s.
14. MORGANTE, M. / VENDRAMIN, G. G. 1991. Genetic variation in Italian populations of *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus leucodermis* Ant. V: Ur.: Müller-Starck, G., Ziehe, M, Genetic Variation in European Populations of Forest Trees. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, s. 205-227
15. MÜLLER-STARCK G. 1995. Genetic Variation in High Elevated Populations of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Switzerland. Silvae Genetica, 44, 5-6, s. 356-362
16. NEI, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 70, s. 3321-3323
17. RHODES, M. J. C. 1977. The extraction and purification of enzymes from plant tissues. Proceedings of the Biochemical Society, 14, s. 254-248
18. RIEDERER, M. / KURBASIK, K./ STEINBRECHER, R. / VOSS, A. 1988. Surface areas, lengths and volumens of *Picea abies* (L.) Karst. needles: determination, biological variability and effect of environmental factors. Trees, 2, s.165-172
19. SCHMIDT-VOGT, H. 1977. Die Fichte. Taxonomie, Verbreitung, Morphologie, Ökologie, Waldgesellschaften, Band 1, 674 s.
20. SMOLEJ I. 1984. Prispevek k zgodovini blejskih gozdov. Kronika, Iz zgodovine Bleda, 32, s.145-154.
21. ŠERCELJ, A. / CULIBERG, M. 1995. *Picea abies* subsp. *obovata* (Lebed) Domin v slovenskih gozdovih. Hladnikia, 4, s. 23-27
22. URBANČIČ M. / KUTNAR, L. 1997. Odsev rastiščnih dejavnikov v rastlinski sestavi pokljuškega subalpinskega smrekovega gozda na stalni raziskovalni ploskvi pri barju Šijec. Gozdarski vestnik, 55, 1, s. 2-23

4 VEGETACIJSKE IN TALNE RAZMERE NA RAZISKOVALNIH PLOSKVAH

4.1 TALNE IN VEGETACIJSKE RAZMERE NA POKLJUŠKI RAZISKOVALNI PLOSKVI "PRI ŠIJCU"

Lado KUTNAR, Mihej URBANČIČ

4.1.1 Uvod

Hektarska ploskev "Pri Šijcu" je bila osnovana novembra 1994 v pokljuškem subalpinskem smrekovem gozdu. Namenjena je interdisciplinarnim raziskavam in intenzivnemu monitoringu procesov v gozdu. Na mešani moreni in apneni jezerski kredi so se razvili distrični kambisoli, brunipodzoli, podzoli, hipogleji in histosoli. Porašča jih enodoben, mestoma vrzelast, čist, starejši smrekov debeljak. Rastlinstvo ploskve je uvrščeno v gozdni združbi *Rhytidiadelpho lorei-Piceetum* (M. WRABER 1953 n. nud.) ZUPANČIČ (1976) 1981 in *Sphagno-Piceetum* R. KUOCH 1954 corr. ZUPANČIČ 1982 var. *geogr. Carex brizoides* (ZUPANČIČ 1982, ZUPANČIČ n. nud., hoc. loco) -sinonim: *Carici brizoidis-Sphagno-Piceetum* ZUPANČIČ 1982. Na rastlinsko sestavo vpliva tudi razvojna stopnja sestaja. Drevje slabše raste na hidromorfni tleh. Tu ima v poprečju nižje višine in je manj vitko od smrek na avtomorfni tleh.

Leta 1997 smo v štirih stratumih sistematično razporedili 106 raziskovalnih ploskvic (0,25 m²). V strnjenem smrekovem debeljaku smo izbrali 25, na poseki iz leta 1996 15, v območju mladja 33 in v gošči 33 ploskvic. Na ploskvicah smo ovrednotili mikrorelief in popisali pritalno vegetacijo v petih plasteh. Stopnja zastiranja pritalne vegetacije na ploskvicah se je povečevala od povprečnih 35% v strnjenem debeljaku do 85% v območju smrekove gošče. Celotno število rastlinskih vrst se od poseke do gošče ni bistveno spreminjalo, pač pa se je spreminjala vrstna sestava in stopnja zastiranja posameznih vrst. Na teh 106 ploskvicah smo s sondiranjem ugotovili precejšnjo pestrost talnih razmer. Na njih so se razvili trije tipi tal: *distrični kambisol*, *brunipodzol* in *podzol*. Tipična distrična rjava tla se praviloma pojavljajo na vrhovih in robovih mikroreliefnih izboklin in na strmejših nagibih, močni železni podzol pa se je večinoma razvil v ulekninah.

4.1.2 Pedološke in fitocenološke metode dela

Raziskovalna ploskev ima obliko kvadrata velikosti 100m x 100 metrov. Razdeljena je na 25 kvadrantov (vel. 20m x 20m).

4.1.2.1 Popis vegetacije in klasterska analiza na hektarski ploskvi

Vegetacijo smo proučevali ločeno na 25-tih delnih ploskvah (kvadrantih) hektarske raziskovalne ploskve. Popis vegetacije je bil izvršen po standardni srednjeevropski metodi

(Braun-Blanquet). V popis so bile vključene le kombinirane ocene pokrovnosti in številčnosti vrst, saj ocena družljivosti na splošno nima večje analitične vrednosti. Ločeno so bili popisani drevesni, grmovni, zeliščni in mahovni sloj. Zajeti so bili le tisti mahovi, ki uspevajo na razvitih tleh, ne pa tudi tisti, ki rastejo na koreničnikih dreves, panjih in drugih lesnih delih. Na podlagi fitocenoloških popisov in splošnih terenskih razmer smo opredelili osnovne vegetacijske tip, ki se pojavljajo na naši raziskovalni ploskvi.

Zanesljivost rezultatov terenskih analiz vegetacije smo preverili s klustersko analizo. Analizirali smo fitocenološke popise, ki so bili izdelani po kvadrantih. Oceno pokrovnosti po Braun-Blanquet-u za posamezne vrste smo modificirali po Van der Maarel-u (WESTHOFF, MAAREL 1978). Koeficient pokrovne vrednosti se tako bolj približa dejanskim razmeram. S tem pa se poveča tudi relativna razlika med ocenami pokrovnosti .

Klastri fitocenoloških popisov so oblikovani na osnovi kvadratne Evklidske razdalje, ki je eden od možnih koeficientov podobnosti (različnosti). Da bi preverili, da ta kriterij daje sorazmerno dobre rezultate, smo uporabili tudi druge koeficiente. Ker je bila slika klastrov tudi na osnovi večjih drugih koeficientov zelo podobna, smo se zaradi enostavnosti odločili za kvadratno Evklidsko razdaljo.

Izračun kvadratne Evklidske razdalje poteka po obrazcu (DAVIS 1973):

$$d_{ij}^2 = \frac{\sum_{k=1}^m (X_{ik} - X_{jk})^2}{m}$$

X_{ik} - označuje k-to spremenljivko izmerjeno na objektu i (npr. pokrovnost določene rastlinske vrste v i-tem kvadrantu)

X_{jk} - označuje k-to spremenljivko izmerjeno na objektu j (npr. pokrovnost določene rastlinske vrste v j-tem kvadrantu)

m - število primerjav med objektoma i in j

Manjša vrednost kvadratne Evklidske razdalje označuje večjo podobnost v florističnem sestavu med posameznimi kvadranti.

4.1.2.1 Popis vegetacije in klusterska analiza na zvezdno razporejenih vzorčnih ploskvah

Na hektarski raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu" na Pokljuki in njeni neposredni okolici, ki leži v območju gozdnih združb *Rhytidadelpho lorei-Piceetum* in *Sphagno-Piceetum* R. KUOCH 1954 *corr.* ZUPANČIČ 1981 *var. geogr.* *Carex brizoides* (ZUPANČIČ 1982), ZUPANČIČ 1995 (*mscr.*), smo glede na razvojno fazo gozda izločili štiri stratume. V njih smo sistematično razvrstili 106 raziskovalnih ploskvic. V sklenjenem smrekovem debeljaku (stratum F) smo izbrali 25 ploskvic, na poseki iz leta 1996 (stratum G) 15 ploskvic, v območju mladja (stratum D) 33 in v smrekovi gošči (stratum E) 33 raziskovalnih ploskvic.

Ploskvice so bile kvadratne oblike (velikosti 0.5 x 0.5 m), osnovane na ravnih črtah. Središča ploskvic so bila med seboj oddaljena dva metra.

Na vseh 106 ploskvicah smo ovrednotili nagib, ekspozicijo in obliko mikroreliefa. Nagibe ploskvic smo uvrstili v pet razredov (0 - 5°; 6 - 10°; 11 - 15°; 16 - 20°; > 20°). Ekspozicijo ploskvic smo opredelili na osnovi osmih smeri neba, ki smo jih združili v tri osnovne skupine po kriteriju prisojnosti oz. osojnosti. V skupino prisojnih leg smo uvrstili ploskvice z jugovzhodno, južno in jugozahodno lego. V skupino ploskvic s prehodnim značajem smo uvrstili ploskvice z neizrazito ekspozicijo (vodoravne) ter tiste z vzhodno in zahodno lego. V skupini osojnih leg so ploskvice s severno, severovzhodno in severozahodno ekspozicijo. Obliko mikroreliefa na območju vsake ploskvice (v krogu s premerom okoli 2 metra in s središčem v sredini ploskvice) smo opredelili znotraj sedmih skupin: izravnani teren, enakomerno nagnjen teren, izrazito valovit teren, dno in rob uleknine, vrh in rob izbokline. Oblike mikroreliefa so prikazane na sliki 2.

Na vseh raziskovalnih ploskvicah smo popisali tudi pritalno vegetacijo. Ločeno smo popisali vegetacijo mahovne plasti, spodnje in zgornje zeliščne plasti, spodnje in zgornje grmovne plasti. V mahovno plast (M) smo uvrstili rastlinske vrste, ki ne dosežajo 10 centimetrov višine. V spodnjo zeliščno plast (Z2) smo uvrstili vrste z višino osebkov od 10 do 30 centimetrov, v zgornjo zeliščno plast (Z1) pa z višino 30 do 50 centimetrov. Osebkve rastlinskih vrst, ki so med 50 in 100 centimetri, smo zajeli v spodnji grmovni plasti (G2). Tiste, ki presegajo višino 100 centimetrov in še ne dosežajo prsnega premera 10 centimetrov, smo uvrstili v zgornjo grmovno plast (G1). Posamezno rastlinsko vrsto smo uvrstili v določeno vertikalno plast na osnovi prevladujoče višine osebkov te vrste.

Zastiranje rastlinskih vrst smo ocenjevali v 10 razredih s širino 10 %. Spodnji razred zastiranja smo razdelili na dva podrazreda. Lestvica vrednotenja vrst na osnovi zastiranja je bila naslednja: 0,5 - razmak zastiranja rastlinske vrste od 0 do 5 %; 1 - od 6 do 10 %; 2 - od 11 do 20 %; 3 - od 21 do 30 %; 4 - od 31 do 40 %; 5 - od 41 do 50 %; 6 - od 51 do 60 %; 7 - od 61 do 70 %; 8 - od 71 do 80 %; 9 - od 81 do 90 %; 10 - od 91 do 100 %.

Na osnovi zastiranja rastlinskih vrst smo ugotavljali stopnjo biotske raznovrstnosti znotraj posameznih stratumov. Kot kazalec pestrosti smo uporabili Shannon-Weaverjev diverzitetni indeks H (INNESS / KRÄUCHI 1995).

Izračun indeksa H poteka po naslednji formuli:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

kjer je: H..... diverzitetni indeks;

p_i delež i - te vrste;

Σvsota izračunov za vse prisotne (S) vrste.

4.1.2.2 Pedološka terenska dela in laboratorijske analize na hektarski ploskvi

Pri terenskih pedoloških delih smo uporabili sledeče postopke:

Talne razmere na raziskovalni ploskvi smo preiskali tako, da smo na vsakem kvadrantu (s površino štirih arov) na petih mestih zavrtali ali zabili polstožčasto pedološko sondo v tla. Ob tem smo si zabeležili ugotovljene morfološke lastnosti, debeline genetskih talnih plasti ter globine in tipe tal. Morebitno karbonatnost plasti smo preverjali z desetodstotno solno kislino (HCl). Na osnovi sondiranja smo za podrobnejša proučevanja tal izbrali površine 3., 4., 7. in osmega kvadranta, ker so imele za območje ploskve najbolj reprezentativne talne in druge rastiščne lastnosti ter sestojne razmere.

Na izbrani površini intenzivnih proučevanj smo na treh mestih s pomočjo lesenih okvirjev iz ploskvic velikosti 25 cm x 25 cm odvzeli kvantitativne vzorce organskih podhorizontov (opada-Ol, fermentacijske plasti-Of, humificirane organske plasti-Oh). Nato smo iz vsakega 25 cm x 25 centimetrskega kvadrata z valjastim svedrom Seibersdorf (premera 7cm) na treh mestih odvzeli kvantitativne podvzorce mineralnega dela tal iz plasti z vnaprej določenimi globinami 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm in 15-20cm, na dveh mestih pa za plasti iz globin 20-30cm in 30-40cm. Te podvzorce smo združevali tako, da smo dobili za vsako odvzemno mesto (a, b, c) in za vsako plast (0-5cm, 5-10cm, 10-15cm, 15-20cm, 20-30cm, 30-40cm) poprečen kvantitativen vzorec. Nato smo blizu kvantitativno vzorčenih mest izkopali talni profil, podrobneje opisali morfološke lastnosti teh tal in iz njegovih genetskih (pod)horizontov odvzeli še kvalitativne vzorce tal.

Talne vzorce, na terenu nabrane v polivinilne vrečke, smo oddali v pedološki laboratorij GIS-a v nadaljnjo obravnavo. Tam so poprečnim kvantitativnim talnim vzorcem, odvzetim na treh mestih iz plasti z vnaprej določenimi globinami in kvalitativnim vzorcem, odvzetim iz genetskih (pod)horizontov reprezentativnega talnega profila na poskusni ploskvi Pri Šijcu določili:

- Vzorcem iz organskih plasti pH v deionizirani vodi in v 0,01 M CaCl₂, vsebnost dušika (N) po Kjeldahl-ovi metodi, vsebnost ogljika (C) z elementno analizo, vsebnost žvepla (S) z elementno analizo.
- Vzorcem iz mineralnega dela tal pa poleg teh parametrov še vsebnost karbonatov s Scheibler-jevim kalcimetrom, izmenljive katione (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, Fe³⁺, Mn²⁺ in H⁺) v 0,1M BaCl₂ ekstraktu, teksturo tal s pipetno metodo po Köhnu. Teksturni razredi so določeni po ameriški teksturni klasifikaciji.

Računsko so določena še razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C/N razmerje), količine organske snovi v tleh, vsote bazičnih kationov, vsote kislih kationov, kationske izmenjalne kapacitete (KIK) in stopnje nasičenosti z bazami (V).

Kakovost laboratorijskih meritev je bila preverjena s testnimi vzorci tal iz medlaboratorijske primerjave ALVA 1994 (prirejeno po URBANČIČ M., KALAN P., 1995)

4.1.2.2 Pedološka terenska dela in laboratorijske analize na zvezdasto razporejenih vzorčnih ploskvah

Talne razmere smo preiskali na 106-ih ploskvah in sicer v mladju (stratum D) 33 ploskvic, v gošči (stratum E) tudi 33, v debeljaku (F) 25 in na poseki (G) 15 ploskvic. V stratumih D, E in F so pedološko preiskane ploskvice ležale na "roži" oziroma na dvojnih križih (njihovi kraki so bili položeni v smereh sever-jug, SV-JZ, SZ-JV in vzhod-zahod), na poseki G pa so bile osnovane na treh vzporednih, enako dolgih črtah.

Na vsaki od teh ploskvic smo na treh mestih okoli njenega središča z valjasto sondo premera 7 cm odvzeli kvantitativne vzorce humusnih plasti in jih združili v povprečni vzorec humusnega dela tal na ploskvi. Nato smo na teh treh mestih in še na dveh (izbrana sta bila pri nasprotnih ogliščih ploskvice) s polstožčasto sondo, ki sega do 110 cm globoko, odvzeli izvrtke. Na njih smo ugotavljali morfološke lastnosti tal in jih razvrstili v pedosistematske enote.

Na območju stalne raziskovalne ploskve smo že leta 1995 in 1996 izkopal več reprezentančnih talnih profilov, opisali morfološke lastnosti teh tal in iz njihovih (pod)horizontov odvzeli talne vzorce. Talne vzorce smo analizirali v pedološkem laboratoriju gozdarskega inštituta. Določili smo jim: vrednosti pH v deionizirani vodi (H_2O) in v 0.01M kalcijevem kloridu ($CaCl_2$), vsebnosti kalcijevega karbonata ($CaCO_3$), skupnega (C_{tot}), mineralnega (C_{min}) in organskega (C_{org}) ogljika, humusa, skupnega dušika (N_{tot}), razmerja med organskim ogljikom in skupnim dušikom (C/N), izmenljive katione, vsoto izmenljivih bazičnih kationov (SB), vsoto izmenljivih kislih kationov (SK), kationsko izmenjalno kapaciteto (KIK) in stopnjo nasičenosti z bazami (V). V preglednici 12 so prikazani rezultati analiz vzorcev tal iz dveh reprezentančnih profilov.

4.1.3 Rezultati in ugotovitve proučevanj

4.1.3.1 Talne razmere

4.1.3.1.1 Hektarska ploskev - Sistematske talne enote

Ob preiskavi tal s polkrožno sondo, ki sega 110 cm globoko in smo jo zabili v tla na 125-ih mestih, smo na ploskvi ugotovili sledeče talne razmere:

Na mešani moreni (iz apnenega in silikatnega kamenja), ki mestoma pokriva apneno kredo, so se razvila distrična rjava tla (z 31,2-odstotnim številčnim deležem sondažnih mest), rjava opodzoljena tla (brunipodzoli - 4,0%) in podzoli (51,2%). V severozahodnem delu ploskve se pojavljajo tudi oglejena tla (hipoglej - s 8,0%-nim površinskim deležem) in šotna tla (histosol

- 5,6%). Pedosistematska razvrščenost preiskanih tal (po ŠKORIĆ et al., 1985) je podrobneje prikazana v preglednici 1. Razporeditev kartografskih talnih enot in lege sondažnih mest so prikazane na pedološki karti.

4.1.3.1.1 Hektarska ploskev - Vrednosti parametrov kvantitativnih talnih vzorcev

Na treh mestih, v območju distričnih rjavih tal z vključki rjavih opodzoljenih tal, smo odvzeli kvantitativne vzorce organskega in mineralnega dela tal. V Preglednici 4 so prikazane (tudi) poprečne vrednosti parametrov, določenih kvantitativnim vzorcem iz plasti z vnaprej določenimi globinami.

Kvantitativni vzorci talnih plasti imajo zelo kislo do (v plasti iz globine 30-40cm) zmerno kislo reakcijo, srednjo do majhno sposobnost za izmenjavo kationov (KIK) in zelo nizko stopnjo zasičenosti adsorpcijskega kompleksa z bazami (V). Mineralni del tal ima glinastoilovnato teksturo. Ker so ti vzorci odvzeti na enak način, kot na drugih naših raziskovalnih ploskvah, jih lahko primerjamo. V preglednici 2 so prikazane vsebnosti celokupnega žvepla v vzorcih tal iz ploskve "Pri Šijcu" (mešana morena, distrični kambisol, *Rhytidadelpho lorei-Piceetum*), ploskve "Osankarica" na Pohorju (tonalit, distrični kambisol, *Savensi-Fagetum*) in ploskve "Zavodnje" (tonalit, distrični kambisol, *Luzulo albidae-Fagetum*). Vzorci zavodnjske ploskve, ki je pod močnimi vplivi imisij termoelektrane Šoštanj, imajo opazno višje vsebnosti žvepla.

Preglednica 2: Vsebnosti celokupnega žvepla (v mg/kg) v poprečnih kvantitativnih vzorcih iz raziskovalnih ploskev Pri Šijcu, Osankarica in Zavodnje

Ploskev	O1	Of/Oh	0-5cm	5-10cm	10-20cm
Pri Šijcu	1140	1750	970	360	300
Osankarica	1040	1400	890	560	360
Zavodnje	1760	1880	1200	750	560

4.1.3.1.1. Hektarska ploskev - Lastnosti tal reprezentančnega profila

Največji površinski delež na ploskvi (preko 50%) zavzemajo **podzoli**. Z reprezentančnim talnim profilom (izkopanim pri smreki št. 52) so podrobneje prikazane lastnosti šibkega do zmerno močnega humusno-železnega podzola z evtričnim podtaljem, ki ima sledečo zgradbo:

Pod smrekovim opadom (O1) in fermentirano do humificirano organsko plastjo (Of,h) leži zelo kisla, zelo visoko humozna, prhlinasta, zelo gosto prekoreninjena plast (AhOh). Pod njo se nahaja od 2 do 12 cm debel (v preglednicah 4, 5, 6 so navedene le poprečne vrednosti globin), malo humozen, slabo prekoreninjen, sivorjav, eluvialni E horizont. Sledita mu:

srednje humozen, dobro prekoreninjen, temnorjav, humospodičen Bh in ilovnat, rjav, humo-ferospodičen Bh,f podhorizont. V globinah nad 25/30cm se nahaja glinastoilovnat, rjav, kambični (B)_v horizont. Pod njim je v globini med ok. 40 cm in 60 cm talna plast, ki vsebuje opazno manj gline kot plasti nad in pod njo in posamezno morensko kamenje premerov do 6 cm. Vanjo segajo še posamezne korenine. Opredelili smo jo kot reliktni eluvialni E horizont (zaradi domneve, da se je v preteklosti, ko tla še niso bila toliko zakisana, iz nje izpirala glina). Pod njo leži argilični, distričen, glinastoilovnat Bt horizont, ki vsebuje 10 do 15% skeleta. V globinah nad 80 cm so tla slabo alkalna, evtrična, melastoglinastoilovnata do peščenoglinastoilovnata, rumenorjava, vsebujejo od 15% do (v globini nad 160 cm) preko 70% morenskega skeleta.

Preglednica 1: Vrste tal, ugotovljene na sondažnih mestih

Oznaka enote	Sistematske talne enote, ugotovljene na sondažnih mestih	Številčna oznaka sondažnega mesta	Število sondaž	%
D	Distrična rjava tla (distrični kambisol)		39	31.2
D112	Distrična rjava tla, tipična, na mešani moreni, srednje globoka (40-70cm)	68,79,117	3	
D113	Distrična rjava tla, tipična, na mešani moreni, globoka (nad 70 cm)	9,22,57,62,66,82,84,94,119,120,121,123	12	
D123	Distrična rjava tla, tipična, na mešani moreni in (v gl. nad 90-110cm) na apneni kredi, globoka	6,17,39,43,91,95	6	
D132	Distrična rjava tla, tipična, na mešani moreni in (v gl. nad 60-90cm) na apneni kredi, sr. globoka	42,58	2	
D133	Distrična rjava tla, tipična, na mešani moreni in (v gl. nad 60-90cm) na apneni kredi, globoka	21,56,69	3	
D142	Distrična rjava tla, tipična, na mešani moreni in (v gl. nad 40-60cm) na apneni kredi, sr. globoka	44	1	
D213	Distrična rjava tla, humusna (A _{um} , debel nad 25 cm), na mešani moreni, globoka (nad 70 cm)	74,124	2	
D242	Distrična rjava tla, humusna, na mešani moreni in (v gl. nad 40-60cm) na apneni kredi, sr. globoka	34	1	
D513	Distrična rjava tla, podzoljena, na mešani moreni, globoka (nad 70 cm)	23,60,83,106	4	
D523	Distrična rjava tla, podzoljena, na mešani moreni in (v gl. nad 90-110cm) na apneni kredi, globoka	20,27,32,33	4	
D533	Distrična rjava tla, podzoljena, na mešani moreni in (v gl. nad 60-90cm) na apneni kredi, globoka	67	1	
B	Rjava opodzoljena tla (brunipodzol)		5	4.0
B211	Rjava opodzoljena tla, regolitna, na mešani moreni, malo skeletna (skeleta podpod 25% volumna)	10,92	2	
B212	Rjava opodzoljena tla, regolitna, na mešani moreni, srednje skeletna (25-50%)	7,	1	
B222	Rjava opodzoljena tla, regolitna, na mešani moreni in (v gl. nad 90-110cm) na ap. kredi, sr. skeletna	36,85	2	
P	Podzol		64	51.2
P111	Podzol, železni, na mešani moreni, šibek (debelina E horizonta pod 10cm)	13,29,70,78,104,108	6	
P112	Podzol, železni, na mešani moreni, zmeren (debelina E hor. od 10 do 20cm)	11,16,26,28,63,76,77,87,93,103,109,125	12	
P113	Podzol, železni, na mešani moreni, močan (debelina E horizonta nad 20cm)	15,25,73,75,80,86,88,90,102,110,113,114,115,116	14	
P121	Podzol, železni, na mešani moreni in (v gl. nad 90-110cm) na apneni kredi, šibek (E hor. pod 10cm)	8,19,37,105	4	
P122	Podzol, železni, na mešani moreni in (v gl. nad 90-110cm) na apneni kredi, zmeren (E hor. 10-20cm)	1,12,31,59,61,71,72,89	8	
P123	Podzol, železni, na mešani moreni in (v gl. nad 90-110cm) na apneni kredi, močan (Ehor. nad 20cm)	38,64,81	3	
P131	Podzol, železni, na mešani moreni in (v gl. nad 60-90cm) na apneni kredi, šibek (debelina E pod 10cm)	2,4,14,18,30,40	6	
P132	Podzol, železni, na mešani moreni in (v gl. nad 60-90cm) na apneni kredi, zmeren	3,65	2	
P133	Podzol, železni, na mešani moreni in (v gl. nad 60-90cm) na ap. kredi, močan (debelina E nad 20cm)	24,98	2	
P151	Podzol, železni, na mešani moreni in (v gl. nad 40cm) na apneni kredi, šibek	41	1	
P211	Podzol, humusno-železni, na mešani moreni, šibek	112,118,122	3	
P221	Podzol, humusno-železni, na mešani moreni in (v gl. nad 90-110cm) na apneni kredi, šibek	111	1	
P222	Podzol, humusno-železni, na mešani moreni in (v gl. nad 90-110cm) na apneni kredi, zmeren	107	1	
P241	Podzol, humusno-železni, na mešani moreni in (v gl. nad 40-60cm) na apneni kredi, šibek	35	1	
G	Pod vplivom podtalnice oglejena tla (hipoglej)		10	8.0
G121	Oglejena tla, mineralna, v zg. delu nekarbonatna, z apneni gytijo v gl. 90-110 cm, zmerno močna	49	1	
G131	Oglejena tla, mineralna, nekarbonatna, z ap. gytijo v gl. 60-90 cm, zmerno močna (G ₀ v gl. 50-70cm)	5,45,46,48,47	5	

Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda (L4-7402-1996/98). Elaborat: GIS, Ljubljana.

G321	Oglejena tla, šotno-glejna, nekarbonatna, z apneno gytijo v gl. 90-110 cm, zmerno močna	55	1
G322	Oglejena tla, šotno-glejna, nekarbonatna, z ap. gytijo v gl. 90-110 cm, srednje močna (G ₀ 35-50cm)	96	1
G331	Oglejena tla, šotno-glejna (T debel do 30cm), nekarbonat., z ap. gytijo v gl. 60-90 cm, zmerno močna	97	1
G332	Oglejena tla, šotno-glejna, nekarbonatna, z apneno gytijo v gl. 60-90 cm, srednje močna	101	1
H	Šotna tla barja (<i>histosol</i>)		7
H111	Šotna tla, plitva (T debel 30-50cm), apnena gytija globlje od 110 cm, šota je slabo humificirana	99	1
H121	Šotna tla, plitva, z apneno gytijo v gl. 90-110 cm), šota je slabo humificirana	52	1
H221	Šotna tla, srenje globoka (T debel 50-100cm), z apneno gytijo v gl. 90-110 cm, šota je slabo humific.	50,54	2
H311	Šotna tla, globoka (šotna plast T debela nad 100cm), ap. gytija globlje od 110 cm, šota je slabo humif.	51,53,100	3
Skupaj			125
			100

Preglednica 3: Opis mesta izkopa in morfoloških lastnosti tal na reprezentativnem profilu

Talni tip: humusno-železni podzol z evtričnim podtaljem	Datum: 24.nov.1994
Vegetacijski tip: visokogorski smrekov gozd / <i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i> (M. WRABER 1953 n. nud.) ZUPANČIČ (1976) 1981	Oznaka profila: Pri Šijcu
Lokaliteta: 4. kvadrant raziskovalne ploskve vel. 100m x 100m, osnovane v v g.e. Pokljuka, odd. 39c in 40c	Opisovalec tal: Mihej Urbančič
Opis objekta: čist, starejši smrekov debeljak z normalnim do vrzelastim sklepom krošenj. V vrzelih so smrekova mladja, gošče.	Fitocenološki popis: Lado Kutnar
Matična podlaga: mešana (apneno-silikatna) morena	Nagib (°): 0-10
Relief: zmerno valovita zaravnica pod grebenom	Legaj: južna
Splošne značilnosti tal: v zg. delu podzoljena, v sp. delu sprana	Nadm. viš. (m): 1200

Horizont:	O _l	O _{f,h}	A _h O _h	E	B _h	B _{f,h}
Globina (cm):	3-1/2cm	1/2cm-0	0-3/5cm	3/5-7/15cm	7/15-18/20	18/20-25/30
Prehod (meja):	1 do 2 cm	1 do 2 cm	oster, raven	oster, valovit	jasen, valovit	postopen
Konsistenca:	debel,	debela,	nepovezana	drobljiv,zbit	lahko droblj.	lahko droblj
Struktura:	rahel do stisnjen	rahla do mehka	prašnata/drobnozrn.	debelozrna-sta	zrnasta	zrnasta
Tekstura:	smrekov	plast iz	-	ilovnata	ilovnata	ilovnata
Vlaga:	opad	fermenti-	vlažen	vlažen	vlažen	vlažen
Skelet:	(iglice, vejice,	ranih rastl. ostankov,	posamezno kamenje	5-10%,kamenje Φdo 2cm	zavzema ok. 7% volumna	5%, kamenje Φ do 3 cm
Organ. snov:	posamezni storži,	surovega humusa.	prhlina	izprana	prhlina	prhlina
Novotvorbe:	veje), vlažen	Je gosto prekoreninjena, vlažna	-	-	nakopičen h.	seskvioksidi
Korenine:			zelo gosto p. ni opažena	redko prekora.	sred. gosto p.	sred. gosto
Favna:			prosta	dobra	prosta	prosta
Drenaža:						
Barva:				10YR4-5/2-3	10YR3/4	5YR3/4

Horizont:	(B) _v	E	B _t	(B) _v B _t	(B) _v C
Globina (cm):	25/30-40cm	40-60cm	60-80cm	80-120cm	120+160cm
Prehod (meja):	postopen	postopen	neizržit	neizržit	neizržit
Konsistenca:	lahko droblj.	drobljiv	drobljiv	plastičen	zelo plastičen
Struktura:	zrnasta/polied.	zrn./poliedrič.	debelozrnasta	kepasta	masivna
Tekstura:	glinasto-ilovnata	glinasto-ilovnata	glinasto-ilovnata	melastoglinastoilovnata	peščenoglinastoilovnata
Vlaga:	vlažen	vlažen /svež	svež	svež/vlažen	vlažen/moker
Skelet:	5%	5%,Φ do 6cm	5-10%	15%,Φ do 15cm	40-70%
Novotvorbe:		spiranje gline?	kopičenje gline?		
Korenine:	redko prekora.	posamezne k.			
Drenaža:	dobra	dobra	dobra	nek. zadržana	nekoliko zad.
Barva:	7.5YR4/2	10YR4/3-4	10YR4/4	10YR5-4/4	10YR5/4

Preglednica 4: Kemijske lastnosti vzorcev tal s poskusne ploskve Pri Šijcu na Pokljuki: reakcija tal (pH), organska snov, celokupni ogljik (C) in dušik (N), razmerje organski ogljik - celokupni dušik (C_{org}/N), kalcijev karbonat ($CaCO_3$) in celokupno žveplo (S)

poskusna ploskev Pri Šijcu									
horizont	globina cm	pH		organska snov	C g/kg	N g/kg	C_{org}/N	$CaCO_3$	S mg/kg
		H ₂ O	CaCl ₂						
1. Kvantitativni vzorci									
Ol	3,5-1,5	4.04	3.55	810.3	470	8.6	54.7	-	1140
Of,h	1,5-0	3.71	3.20	706.8	410	13.5	30.4	-	1750
M5(Ah)	0-5	3.57	3.05	234.5	136	7.5	18.1	-	970
M10(E)	5-10	3.92	3.17	58.6	34	2.2	15.5	-	360
M15(Bfh)	10-15	4.02	3.37	37.1	22	1.4	15.4	-	300
M20(Bv)	15-20	4.27	3.44	35.3	21	1.6	12.8	-	360
M30(Bv)	20-30	4.35	3.73	29.3	17	1.3	13.1	-	380
M40(Bv)	30-40	4.73	4.06	19.0	11	1.0	11.0	-	350
2. Kvalitativni vzorci profila									
Ol	3-1,5	4.33	3.89	715.5	415	7.5	55.3	-	1040
Of,h	1,5-0	3.79	3.28	534.4	310	12.5	24.8	-	1440
AhOh	0-4	3.64	3.20	328.4	191	7.5	25.4	-	1180
E	4-12	4.09	3.38	25.0	15	1.3	11.2	-	240
Bh	12-19	4.08	3.49	81.0	47	2.0	23.5	-	460
Bfh	19-27,5	4.36	3.77	56.0	33	1.4	23.2	-	470
(B)v	27,5-40	4.69	4.04	38.8	23	1.4	16.1	-	350
E	40-60	4.91	4.37	25.9	15	1.1	13.6	-	380
Bt	60-80	4.73	4.05	6.9	4	0.6	6.7	-	310
B(B)	80-120	7.55	7.22	0.3	6	0.5	0.4	48.3	260
(B)vC	>160	7.67	7.24	3.8	4	0.6	3.7	15.0	290

Preglednica 5: Kemijske lastnosti tal na poskusni ploskvi Pri Šijcu na Pokljuki: izmenljivi kationi, vsota bazičnih kationov, vsota kislih kationov, kationska izmenjalna kapaciteta (KIK), stopnja nasičenosti z bazami (V)

poskusna ploskev Pri Šijcu												
horizont	globina cm	izmenljivi kationi							bazični kationi	kisli kationi	KIK	V %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	H ⁺				
		cmol(+)/kg							cmol(+)/kg			
1. Poprečni kvantitativni vzorci												
M5(Ah)	0-5	3.05	1.25	0.47	6.46	1.83	0.06	17.36	4.77	8.35	30.48	15.65
M10(E)	5-10	0.42	0.20	0.20	8.05	2.51	0.01	8.60	0.82	10.57	19.99	4.10
M15(Bfh)	10-15	0.98	0.15	0.10	9.45	3.06	0.02	5.64	1.23	12.53	19.40	6.34
M20(Bv)	15-20	1.08	0.21	0.10	11.64	1.36	0.07	3.45	1.39	13.07	17.91	7.76
M30(Bv)	20-30	0.68	0.18	0.13	11.58	0.04	0.15	2.04	0.99	11.77	14.80	6.69
M40(Bv)	30-40	0.94	0.29	0.14	5.77	0.02	0.00	0.75	1.37	5.79	7.91	17.32
2. Kvalitativni vzorci profila												
AhOh	0-4	9.11	1.66	0.76	3.44	1.65	0.17	16.95	11.53	5.26	33.74	34.17
E	4-12	0.20	0.05	0.06	4.35	1.23	0.00	3.94	0.31	5.58	9.83	3.15
Bh	12-19	1.68	0.24	0.12	11.85	3.16	0.02	5.94	2.04	15.03	23.01	8.87
Bfh	19-27,5	1.03	0.17	0.14	10.12	1.49	0.05	1.92	1.34	11.66	14.92	8.98
(B)v	27,5-40	0.37	0.09	0.15	7.77	0.54	0.20	1.09	0.61	8.51	10.21	5.97
E	40-60	0.60	0.14	0.09	2.62	0.08	0.08	0.51	0.83	2.78	4.12	20.15
Bt	60-80	0.54	0.13	0.20	5.32	0.08	0.09	0.87	0.87	5.49	7.23	12.03
B(B)	80-120	15.58	0.17	0.27	0.00	0.00	0.04	0.00	16.02	0.04	16.06	99.75
(B)vC	120-	10.81	0.12	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	11.14	0.00	11.14	####

Preglednica 6: Tekstura tal na poskusni ploskvi Pri Šijcu na Pokljuki: GI - glinasta ilovica, I - ilovica, MGI - meljasto glinasta ilovica, PGI - peščeno glinasta ilovica

poskusna ploskev Pri Šijcu					
horizont	globina	glina	melj	pesek	teksturni razred
	cm	%	%	%	
1. Kvalitativni vzorci					
M15(Bfh)	10-15	36.3	40.8	22.9	GI
M20(Bv)	15-20	34.2	43.2	22.6	GI
M30(Bv)	20-30	38.8	38.6	22.6	GI
M40(Bv)	30-40	32.7	32.6	34.7	GI
2. Vzorci profila					
E	4-12	19.9	36.9	43.2	I
Bh	12-19	27.0	36.5	36.5	I
Bfh	19-27,5	23.3	35.0	41.7	I
(B)v	27,5-40	33.6	22.8	43.6	GI
E	40-60	29.9	33.2	36.9	GI
Bt	60-80	39.2	35.8	25.0	GI
B(B)	80-120	39.2	51.8	9.0	MGI
(B)vC	120-	23.2	24.9	51.9	PGI

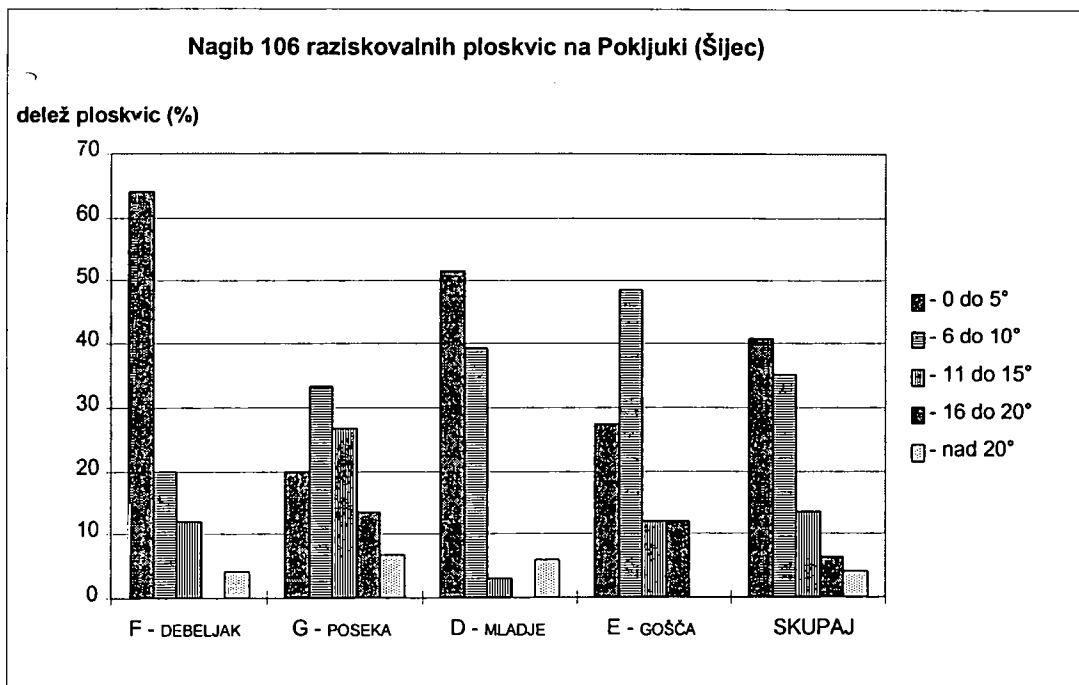
4.1.3.1.2 Značilnosti mikroreliefa zvezdasto razporejenih vzorčnih ploskvah

Nagnjenost terena, na katerem ležijo ploskvice, je v povprečju 8°. Najbolj so nagnjene ploskvice, ki ležijo v stratumu G - poseka. Njihov povprečni nagib je 10°. Najmanj nagnjene so ploskvice znotraj smrekovega debeljaka, saj jih ima kar 64 % nagib pod 6° (grafikon 1). Največ od 106 ploskvic ima nagib od 0° do 5° (41 % ploskvic); velik je tudi delež ploskvic z nagibom od 6° do 10° (35 %). Nagib površine ploskvic nad 20° je običajno posledica pojavljanja razpadajočih smrekovih panjev in koreničnika. Pri analizi so upoštevani tisti, ki so že v taki fazi razgradnje, da predstavljajo ugoden substrat za uspevanje tudi višjih rastlin (praprotnice in semenke).

Delež ekspozicij 106 ploskvic je v vseh treh skupinah (prisojne, prehodne, osojne) približno enak. V vsaki od treh skupin je približno tretjina ploskvic (preglednica 7).

Najbolj prisojne so ploskvice znotraj smrekovega debeljaka. Ploskvice pa so kljub temu relativno malo osončene, saj je njihov naklon v povprečju majhen (grafikon 1), hkrati pa so zastrte s krošnjami dreves. Najbolj osojne so ploskvice znotraj stratuma G, vendar so zaradi odprtosti sestojna na tem mestu relativno dobro osvetljene.

Kljub navidez nerazgibanemu, blago nagnjenemu terenu, na katerem so locirane raziskovalne ploskvice, smo ugotovili veliko pestrost mikroreliefnih oblik (preglednica 8). Ploskvice se najpogosteje pojavljajo na robovih izboklin (25 %) in robovih uleknin (22 %). Pogosto ležijo tudi na enakomerno nagnjenem terenu. Tistih, ki ležijo na izravnanim terenu, je le 7 % (preglednica 2).



Grafikon 1: Delež nagibov ploskvic znotraj stratumov F - debeljak, G - poseka, D - mladje in E - gošča

Preglednica 7: Delež raziskovalnih ploskvic po stopnjah ekspozicij znotraj stratumov F - debeljak, G - poseka, D - mladje in E - gošča

Stratumi:	F	G	D	E	Skupaj
Število ploskvic:	25	15	33	33	106
Prisojna ekspozicija (JV, J, JZ)	60 %	7 %	42 %	33 %	36 %
Prehodna (neizrazita, V, Z)	32 %	20 %	46 %	24 %	30 %
Osojna (Š, SV, SZ lega)	8 %	73 %	12 %	42 %	34 %
Skupaj	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Preglednica 8: Delež raziskovalnih ploskvic po različnih oblikah mikroreliefa znotraj stratumov F - debeljak, G - poseka, D - mladje in E - gošča

Stratumi:	F	G	D	E	Skupaj
Število ploskvic:	25	15	33	33	106
Izravnani teren	12 %	0 %	12 %	3 %	7 %
Enakomerno nagnjen teren	20 %	13 %	27 %	6 %	17 %
Izrazito valovit teren	8 %	13 %	6 %	12 %	10 %
Rob uleknine	16 %	13 %	27 %	30 %	22 %
Dno uleknine	4 %	13 %	18 %	6 %	10 %
Rob izbokline	32 %	33 %	3 %	33 %	25 %
Vrh izbokline	8 %	13 %	6 %	9 %	9 %
Skupaj:	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

4.1.3.1.2. Talne razmere na zvezdasto razporejenih vzorčnih ploskvah

Na 106-ih pedološko preiskanih ploskvicah, osnovanih na mešanih morenah, so se pojavljali trije tipi tal: distrična rjava tla, rjava opodzoljena tla in podzoli (preglednica 6).

Ob sondiranju tal (z gostoto 5 izvrtkov na ploskvico s pov. 25 dm²) smo ugotovili distrična rjava tla na 33 ploskvicah. Na vseh sondažnih mestih so bila globoka (imela so litični kontakt globlji od 70 cm). Na 27 ploskvicah smo našli tipična distrična rjava tla (z ohričnim humusnoakumulacijskim horizontom A), na 11 ploskvicah se je pojavljal opodzoljen podtip teh tal (s pojavljanjem začetkov eluvialnega horizonta E), na eni ploskvici so bila distrična rjava tla zaradi spravila mestoma močno erodirana (brez horizontov O in A, le s kambičnim hor. (B)_v).

Rjava opodzoljena tla (pod organskim horizontom O imajo mešana A/E hor., pod katerim neposredno ležita spodična horizonta B_h in B_{fe}) smo našli na 34 ploskvicah. Na njih se je pojavljala regolitična različica ter skeletoidna in srednje skeletna oblika tega talnega tipa.

Podzole smo našli na 87 ploskvicah. Na 64 ploskvicah se je pojavljal železni podtip podzola (pod hor. E ima ferispodični hor. B_{fe}), na 52 ploskvicah pa humusno-železni podzol (pod hor. E ima humospodični B_h in ferispodični hor. B_{fe}). Prevladovala je različica šibkega podzola (ima hor. E debel do 10 cm), precej pogosta je bila tudi različica zmernega podzola (s hor. E, debelim 10 do 20 cm), zelo močan podzol (z E nad 20 cm) smo našli na 19 ploskvicah.

Tako smo pri sondiranju ploskvic ugotovili sledečih 9 nižjih pedosistematskih enot: distrična rjava tla, tipična (s kratico dk/t); opodzoljena (dk/o); opodzoljena rjava tla, regolitična (bp/r); humusnoželezni podzol, šibek (pz/hž,š); zmeren (pz/hž,z); močan (pz/hž,m); železni podzol, šibek (pz/ž,š); zmeren (pz/ž,z); močan (pz/ž,m). Tvorile so 46 kombinacij talnih razmer na ploskvicah (preglednice 9, 10, 11).

Na osnovi znakov podzolizacijskih procesov, ki smo jih opazovali na sondažnih izvrtkih, smo tla ploskvic razvrstili v pet stopenj: I. - nepodzoljena tla (na nobenem od petih izvrtkov ploskvice nismo opazili znakov podzolizacije); II - delno podzoljena (znake podzolizacije smo ugotovili le na delu (1 - 4) izvrtkov); III - inicialno do šibko podzoljena (na vseh petih izvrtkih smo opazili znake podzolizacije, toda največ do stopnje šibkega podzola); IV - zmerno podzoljena (na vseh petih izvrtkih smo ugotovili znake podzolizacije in vsaj na enem do stopnje zmernega podzola); V - močno podzoljena (na vseh izvrtkih smo opazili znake podzolizacije in vsaj na enem do stopnje močnega podzola). V podzolizacijsko stopnjo I je bilo uvrščenih 9 (8.5 %) ploskvic, v II 18 (17,0 %) ploskvic, v III 31 (29.2 %) ploskvic, v IV 29 (27,4%) ploskvic in v podzolizacijsko stopnjo V je bilo uvrščenih 19 (17.9 %) ploskvic od skupno 106 (preglednici 13, 14).

Preglednica 9: Kratice in imena pedosistematskih enot ter število ploskvic (Š.p.), na katerih so bile te talne enote ugotovljene s sondiranjem

Kratice	Ime pedosistematske enote	Š.p	Kratice	Ime pedosistematske enote	Š.p
dk	distrična rjava tla (distrični kambisol)	33	pz/hž	podzol, humusnoželezni	52
dk/t	distrična rjava tla, tipična	27	pz/hž,š	podzol, humusnoželezni, šibek	48
dk/o	distrična rjava tla, opodzoljena	11	pz/hž,z	podzol, humusnožel., zmeren	13
			pz/hž,m	podzol, humusnožel., močan	1
bp	opodzoljena rjava tla (brunipodzol)	34	pz/ž	podzol, železni	64
bp/r	opodzoljena rjava tla, regolitična	34	pz/ž,š	podzol, železni, šibek	33
			pz/ž,z	podzol, železni, zmeren	31
pz	podzol	87	pz/ž,m	podzol, železni, močan	19

Preglednica 10: Številčni razpored ploskvic po številu talnih tipov

Število ploskvic s tipom tal:	Kratice talnih tipov							Skupaj ploskvic:
	dk	bp	pz	dk+bp	dk+pz	bp+pz	dk+bp+pz	
	12	2	51	5	9	20	7	106
%	11.3	1.9	48.1	4.7	8.5	18.9	6.6	100 %
Skupaj:	65			34			7	106
%	61.3			32.1			6.6	100 %

Preglednica 11: Številčni razpored ploskvic po stratumih razvojnih faz (D - G), po kombinacijah talnih razmer ter po stopnjah podzolizacije (S.p.: I - V)

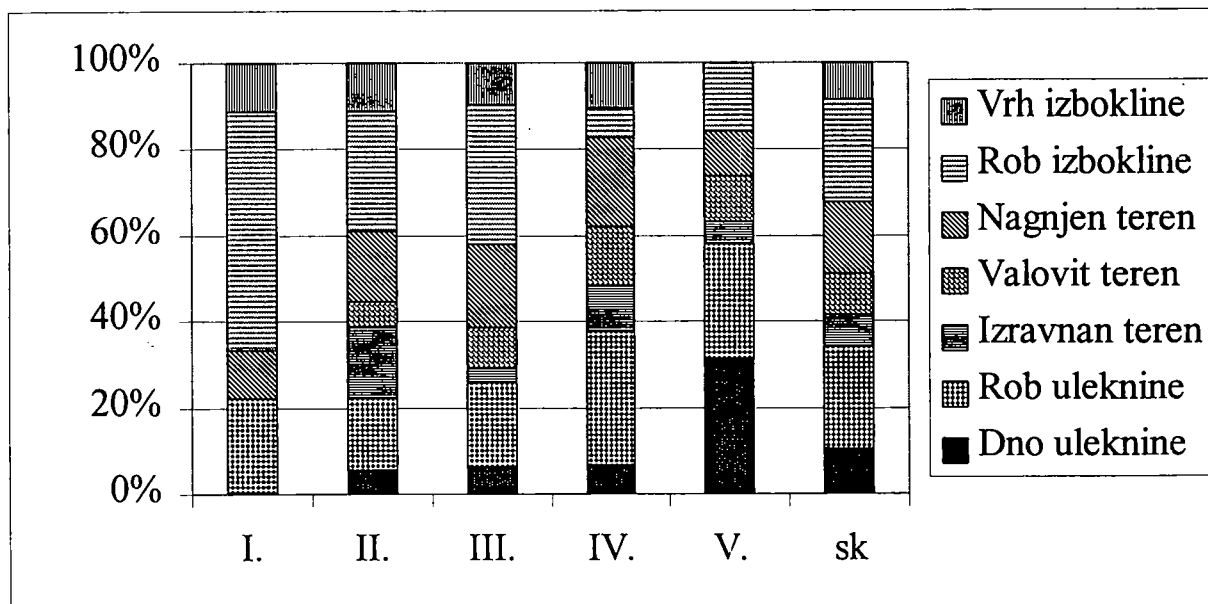
Z. št.	Kratice pedosistemat. enot	D	E	F	G	S.p.:	Št. pl.
1	dk/t	1	7		1	I	9
2	dk/t-dk/o		1	1		II	2
3	dk/t-dk/o-bp/r	1	1			II	2
4	dk/t-dk/o-pz/ž,š	1				II	1
5	dk/t-bp/r				1	II	1
6	dk/t-bp/r-pz/hž,š	1		1		II	2
7	dk/t-bp/r-pz/ž,š		1	1		II	2
8	dk/t-pz/ž,š	2	2		1	II	5
9	dk/t-pz/hž,z		1			II	1
10	dk/t-pz/ž,z	1				II	1
11	dk/t-pz/ž,m	1				II	1
12	dk/o	1				III	1
13	dk/o-bp/r		2			III	2
14	dk/o-bp/r-pz/hž,š	1				III	1
15	dk/o-bp/r-pz/hž,š-pz/ž,š			1		III	1
16	dk/o-bp/r-pz/hž,š-pz/ž,z			1		IV	1
17	bp/r	1			1	III	2
18	bp/r-pz/hž,š	1		1	4	III	6
19	bp/r-pz/hž,š-pz/hž,z		1			IV	1
20	bp/r-pz/hž,š-pz/hž,z-pz/ž,z			1		IV	1
21	bp/r-pz/hž,š-pz/ž,š	1	1	1		III	3
22	bp/r-pz/hž,š-pz/ž,š-pz/ž,z		1			IV	1
23	bp/r-pz/hž,š-pz/ž,š-pz/ž,m	1				V	1
24	bp/r-pz/hž,š-pz/ž,z	2		1		IV	3
25	bp/r-pz/ž,š	1	1			III	2
26	bp/r-pz/ž,š-pz/ž,z			1		IV	1
27	bp/r-pz/ž,m		1			V	1
28	pz/hž,š	1	3	1	2	III	7
29	pz/hž,š-pz/ž,š		2		1	III	3
30	pz/hž,š-pz/ž,š-pz/hž,z	1				IV	1
31	pz/hž,š-pz/hž,z			4		IV	4
31	pz/hž,š-pz/hž,z-pz/ž,z			1		IV	1
33	pz/hž,š-pz/hž,z-pz/ž,m			1		V	1
34	pz/hž,š-pz/ž,š-pz/ž,z		1	1		IV	2
35	pz/hž,š-pz/ž,z	2	2	2		IV	6
36	pz/hž,š-pz/ž,z-pz/ž,m	1				V	1
37	pz/hž,š-pz/ž,m	1				V	1
38	pz/hž,z				1	IV	1
39	pz/hž,z-pz/ž,z		1			IV	1
40	pz/hž,z-pz/ž,m				1	V	1
41	pz/ž,š		2	1		III	3
42	pz/ž,š-pz/ž,z	2	1	1	1	IV	5
43	pz/ž,š-pz/ž,z-pz/hž,m-pz/ž,m	1				V	1
44	pz/ž,š-pz/ž,m	1		1		V	2
45	pz/ž,z-pz/ž,m	3	1	1	1	V	6
46	pz/ž,m	3		1		V	4
	Skupaj ploskvic:	33	33	25	15		106
	Stratum:	D	E	F	G		

Preglednica 12: Številčni razpored ploskvic po oblikah reliefa in podzolizacijskih stopnjah

Relief	I.	II.	III.	IV.	V.	Skupaj	
							%
Dno uleknine		1	2	2	6	11	10.4
Rob uleknine	2	3	6	9	5	25	23.6
Izravnan teren		3	1	3	1	8	7.5
Izrazito valovit teren		1	3	4	2	10	9.4
Enakomerno nagnjen teren	1	3	6	6	2	18	17.0
Rob izbokline	5	5	10	2	3	25	23.6
Vrh izbokline	1	2	3	3		9	8.6
Skupaj	9	18	31	29	19	106	100

Preglednica 13: Številčni razpored ploskvic po nebesnih legah reliefa in podzolizacijskih stopnjah

Ekspozicija	I.	II.	III.	IV.	V.	Sk.	%
Osojna (SV,S,SZ)	3	4	13	6	5	31	29.2
Prehodna (O,V,Z)	3	8	9	9	5	34	32.1
Prisojna (JV,J,JZ)	3	6	9	14	9	41	38.7
Skupaj:	9	18	31	29	19	106	100.0



Grafikon 2: Odstotni deleži oblik mikroreliefa ploskvic po stopnjah podzolizacije tal (I. - ploskvice s tlemi brez znakov podzolizacijskih procesov; V. - ploskvice z močno podzoliranimi tlemi)

Preglednica 14: Številčni razpored ploskvic po razredih nagiba reliefa in podzolizacijskih stopnjah

Nagib terena	I.	II.	III.	IV.	V.	Sk.	%	(°)
Raven do blago nagnjen (0-5°)	1	9	10	18	7	45	42.5	2.3
Zelo položen (6-10°)	4	8	13	7	7	39	36.8	7.2
Položen nagib (11-15°)	1	1	5	1	4	12	11.3	12.3
Zmerno strm (16-20°)	3	-	2	1	-	6	5.7	17.8
Strm nagib (21-40°)	-	-	1	2	1	4	3.8	32.5
Skupaj ploskvic:	9	18	31	29	19	106	100	
Povprečni nagib (°)	10.6	4.9	7.9	6.4	8.0			7.2

4.1.3.2 Vegetacijske razmere na hektarski ploskvi

4.1.3.2.1. Terenska analiza vegetacije na hektarski ploskvi

Raziskovalna ploskev Šijec leži med dvema barjema, od katerih se eden razteza na JV do SV strani, drugi pa na Z do SZ strani ploskve. Zanj je značilna sorazmerna pestra rastlinska sestava, saj smo evidentirali blizu 100 vrst praprotnic, cevnic in mahov.

Na ploskvi lahko zaznamo 2 izrazitejši vegetacijski enoti, ki konvergentno ali divergentno prehajata eno v drugo, kar je posledica bolj ali manj postopnega spreminjanja ekoloških dejavnikov v prostoru. Raziskovalna ploskev se razteza vzdolž neizrazitega grebena, ki se proti južni in zahodni strani blago spušča proti barjanski površini. V sinsistematskem smislu lahko ta gozd uvrstimo v domnevno avtohton smrekov gozd s smrečnim resnikom (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum* (M. WRABER 1953 n. nud.) ZUPANČIČ (1976) 1981). Značilnica združbe smrečni resnik (*Rhytidiadelphus loreus* (Hedw.) Warnst.) se izraziteje pojavlja prav na prehodu iz nižjega, vlažnejšega obrobja proti nekoliko dvignjenem, sušnejšem platoju.

Mozaičen prehod tvorijo poleg te vrste tudi zaplate drugih mahov (npr. *Polytrichum formosum* Hedw., *Dicranum polysetum* Sw.), brinolistnega lisičjaka (*Lycopodium annotinum* L.) in vključkov brezklasega lisičjaka (*Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & Mart.). Poleg teh vrst se v večjem obsegu pojavljata na celotni raziskovalni ploskvi tudi dlakava bekica (*Luzula pilosa* (L.) Willd.) in belkasta bekica (*Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy & Wilm.) ter druge vrste značilne za subalpinski smrekov gozd.

Druga vegetacijska enota je nastala kot posledica specifičnih talnih razmer. Površina, na kateri leži raziskovalna ploskev, se proti zahodu praktično spusti na nivo barja. Enoto karakterizirajo vrste značilne za zamočvirjena tla. Najmočnejše obeležje daje enoti migalični šaš (*Carex brizoides* L.), ki v osrednjem delu dosega pokrovnost preko 75% primerjalne površine.

Na osnovi ugotovljenega smo vegetacijsko enoto opredelili kot smrekov gozd s šotnim mahu in migaličnim šašem *Sphagno-Piceetum* R. KUOCH 1954 corr. ZUPANČIČ 1982 var. *geogr.*

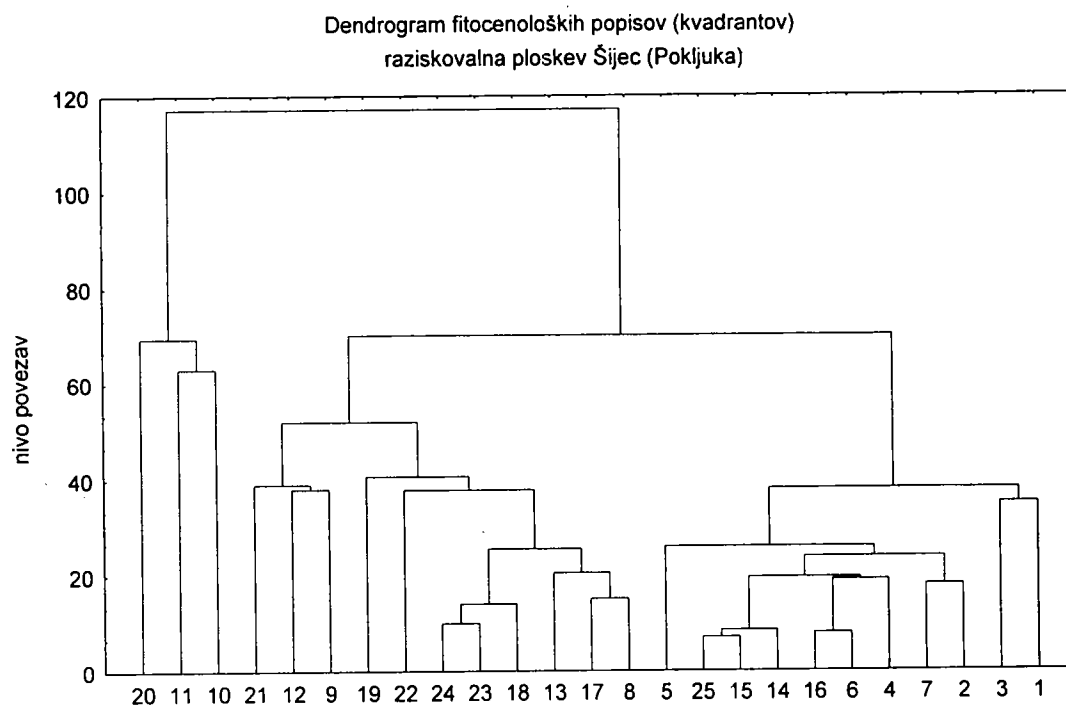
Carex brizoides (ZUPANČIČ 1982, ZUPANČIČ *n. nud.*, *hoc. loco*) (v nadaljevanju: *Carici brizoidis-Sphagno-Piceetum* ZUPANČIČ 1982).

Druge izraziteje prisotne rastlinske vrste so še nav. kalužnica (*Caltha palustris* L.), šotni mahovi (npr. *Sphagnum girgensohnii* Russ.) in drugi mahovi, gozdna preslica (*Equisetum sylvaticum* L.). Gozdna preslica z veliko pokrovnostjo naseljuje obrobje barja. Pojavlja se pretežno na oglejenih tleh. Pas, v katerem se pojavlja, bi lahko izločili tudi kot samostojno sinsistematsko enoto. Tu gre namreč za povsem specifične rastiščne razmere, ki se odražajo tudi v floristični sestavi.

4.1.3.2.1. Klasterska analiza vegetacije hektarske ploskve

Klusterska analiza je v veliki meri potrdila naše ugotovitve s terena. Kot je razvidno iz dendrograma (Grafikon 3) in shematičnega prikaza (Grafikon 4) sta na raziskovalni ploskvi prisotna dva tipa rastišč. Na grafikonu 3 sta vidna dva izrazita klastra kvadrantov. Prvi manjši, ki vključuje kvadrante 20, 11 in 10, predstavlja en tip rastišča (Grafikon 4: mrežasta šrafura). Drugi klaster, ki zajema vse ostale kvadrante, pa predstavlja drugi tip rastišča.

Kvadranti prvega klastra predstavljajo posebno združbo, ki smo ga opredelili kot smrekov gozd s šotnim mahu in migaličnim šašem (*Carici brizoidis-Sphagno-Piceetum* ZUPANČIČ 1982) (ZUPANČIČ 1982). Zanj je značilna velika pokrovnost vrst in velika vrstna pestrost. Povprečno število vrst po kvadrantih v vseh višinskih slojih je 45. Združba se pojavlja pretežno na šotnih barjanskih tleh, ki proti obrobju vegetacijske enote prehajajo v oglejena tla.

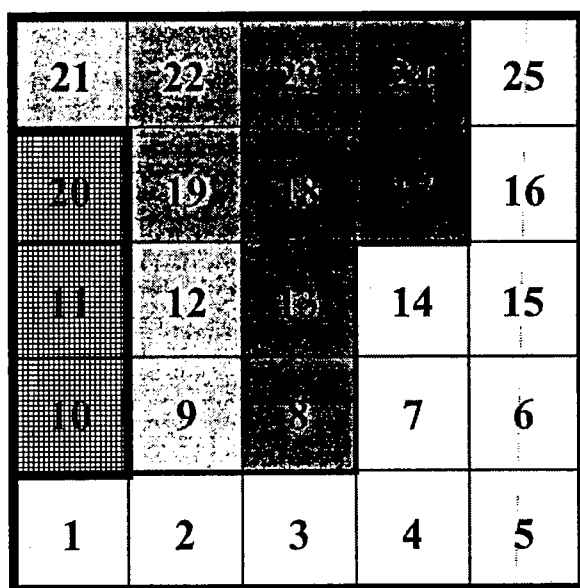


Grafikon 3: Dendrogram fitocenoloških popisov (kvadrantov) za raziskovalno ploskev Šijec (Pokljuka)

Kvadranti drugega klastra predstavljajo smrekov gozd s smrečnim resnikom (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum* (M. WRABER 1953 *n. nud.*) ZUPANČIČ (1976) 1981), ki se pojavlja na območju podzola, distričnih rjavih in rjavih opodzoljenih tleh. Da rastišče ni povsem enotno in homogeno, je razvidno tudi iz zgradbe tega klastra. Gradita ga namreč dva izrazita podklastra z nadaljno notranjo diferenciacijo.

Drugi klaster (smrekov gozd s smrečnim resnikom) predstavlja povsem drugačen tip rastišča kot prvi (smrekov gozd s šotnim mahom in migaličnim šašem), kar je dobro vidno iz samega florističnega sestava. Povprečno število vrst na kvadrant je namreč samo 23, kar zgovorno priča o povsem drugačnih ekoloških razmerah. Večja vrstna pestrost je značilna le za izrazito prehodne kvadrante, kjer se pojavljajo vrste obeh tipov rastišč. Povprečno število rastlinskih vrst je 53. Prehodno rastišče približno pokrivajo kvadranti 21, 12 in 9, ki se kažejo kot sorazmerno enotna skupina.

V klusterski analizi imamo opravka z dejansko, aktualno vegetacijo. Skupine popisov se torej grupirajo na osnovi vrstne sestave in pokrovnosti posameznih vrst. Tako lahko ugotovimo, da sta znotraj drugega klastra dva podklastra. Prvega od teh podklastrov gradijo kvadranti 21, 12, 9, 19, 22, 24, 23, 18, 13, 17 in 8 (Grafikon 4: prikazano z nekoliko temnejšo šrafuro). Odločilni kriterij za povezovanje teh kvadrantov je v močni prisotnosti navadne smreke (*Picea abies* (L.) Karsten) v grmovnem sloju.



Grafikon 4: Shematični prikaz različnih tipov rastišč, ugotovljenih na osnovi klusterske analize

V omenjenih kvadrantih pokriva smreka nad 20 %-no površinsko pokrovnost. Tu je bolj ali manj strnjeno pomladitveno jedro, ki se nahaja v razvojni fazi od mladja do prehodov gošče v letvenjak. Kvadranti 24, 23 in 18 še nekoliko izstopajo, saj je pokrovnost smreke v grmovnem

sloju kar 50 do 75% celotne površine. V kvadrantih 22 in 19 se mladje in gošča prav tako pojavljata praktično na celotni površini. V celoti gledano je pa pokrovnost smrekovega mladja in gošče v teh dveh kvadrantih pod 50 % površine, saj gre za posamezna manjša jedra in nestrnjene skupine mladih smrek. Prvi podklaster se razlikuje od drugega tudi po nekoliko večji vrstni pestrosti, saj je povprečno število vrst na kvadrant 31, medtem ko je v drugem le 16.

Analitična vrednost značilnice rastišča, po kateri se imenuje združba, mahu smrečnega resnika (*Rhytidiadelphus loreus* (Hedw.) Warnst.) je v našem primeru sorazmerno majhna. Ta vrsta se z majhno pokrovnostjo pojavlja tako v obeh podklastrih drugege klastra kot tudi v dveh kvadrantih prvega.

4.1.3.2.2 Vrstna sestava in stopnja zastiranja pritalne vegetacije na zvezdasto razporejenih vzorčnih ploskvah

V pritalni vegetaciji smo ugotovili relativno majhno vrstno pestrost in veliko horizontalno razgibanost. Skupna stopnja zastiranja (vertikalna projekcija) in vrstna sestava pritalne vegetacije je odvisna od razvojne faze gozda (preglednica 3). Stopnja zastiranja pritalne vegetacije na ploskvicah znotraj smrekovega debeljaka je povprečno le okoli 35 % celotne proučevane površine. Stopnja zastiranja pritalne vegetacije v stratumu G (poseka) je 55 %, v stratumu D (mladje) pa znaša 65 %.

Od poseke do gošče se torej stopnja zastiranja vegetacije povečuje in znaša na ploskvicah znotraj smrekove gošče okoli 85 % celotne površine. Značilna je izrazito majhna vrstna pestrost pritalne vegetacije, ki je pod zastorom smrekovega debeljaka. S posekom smrekovih dreves in s spreminjanjem rastiščnih razmer se poveča število vrst. Število rastlinskih vrst v pritalni vegetaciji se bistveno ne spreminja od poseka (G), preko mladja (D) do gošče (E) (preglednica 15). Od poseka, preko mladja do gošče se je spreminjala vrstna sestava in stopnja zastiranja posameznih vrst. Po poseku se zaradi drugačnih svetlobnih razmer močno razbohoti traviščna vegetacija. Poveča se prisotnost in stopnja zastiranja dlakava bekica (*Luzula pilosa* (L.) Willd.) in belkaste bekice (*Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy & Wilm.) (grafikon 5, preglednica 16). Na poseki se pojavijo tudi druge vrste iz družin trav (*Poaceae*) in ostričevk (*Cyperaceae*). V stratumih D in E se delež in stopnja zastiranja bekic močno zmanjša, kar je posledica konkurence v tleh in zasenčenja tal z drugimi vrstami. Podobna zakonitost velja tudi za trave in ostričevke (grafikon 5, preglednica 16).

V stratumu G se zmanjša delež ploskvic s smreko (*Picea abies* (L.) Karst.) v primerjavi s stratumom F. V naslednjih stratumih se močno razraste (grafikon 2). V stratumu E (gošča) se smreka pojavlja na vseh raziskovalnih ploskvicah s povprečno stopnjo zastiranja 65 %. Glede na ostale skupine ploskvic je tudi prisotnost brinolistnega lisičjaka (*Lycopodium annotinum* L.) v stratumu G (poseka) močno zmanjšana (grafikon 5, preglednica 16).

Po povsem drugačnih zakonitostih se pojavljata mah lasasti kapičar (*Polytrichum formosum* Hedw.) in navadna zajčja deteljica (*Oxalis acetosella* L.). Na ploskvicah v smrekovem debeljaku teh vrst ni. Od poseke, preko mladja, do gošče se izrazito povečuje delež ploskvic s tema dvema vrstama. Hkrati s tem se poveča tudi njuna stopnja zastiranja (grafikon 5, preglednica 16).

Smreka (*Picea abies* (L.) Karst.) se pojavlja v stratumu F (debeljak) predvsem v mahovni plasti. Kllice in mladice imajo zelo majhno stopnjo zastiranja. Na slabi tretjini ploskvic so smrekice že prerasle mahovno plast in s tem se je povečala tudi njihova stopnja zastiranja (preglednica 17).

Delež ploskvic s smreko v mahovni plasti se od debeljaka do gošče postopoma zmanjšuje. Že na ploskvicah poseke (G) večina smrek prerašča mahovno plast. Delež ploskvic s prevladujočo smreko v spodnji zeliščni plasti (Z1) je še večji v primeru stratuma D (mladje). Hkrati s tem je povečana tudi stopnja zastiranja (preglednica 17).

Stratum E (gošča) je zelo heterogen, saj se v njem prisotne ploskvice, na katerih je smreka dosegla tako spodnjo in zgornjo zeliščno plast kot tudi spodnjo in zgornjo grmovno plast. Največji je delež ploskvic v katerih prevladujoča smreka dosega spodnjo grmovno plast (33 %). Na teh ploskvicah je dosežena tudi največja stopnja zastiranja smrekovih drevesc, ki znaša povprečno 85 % (preglednica 17).

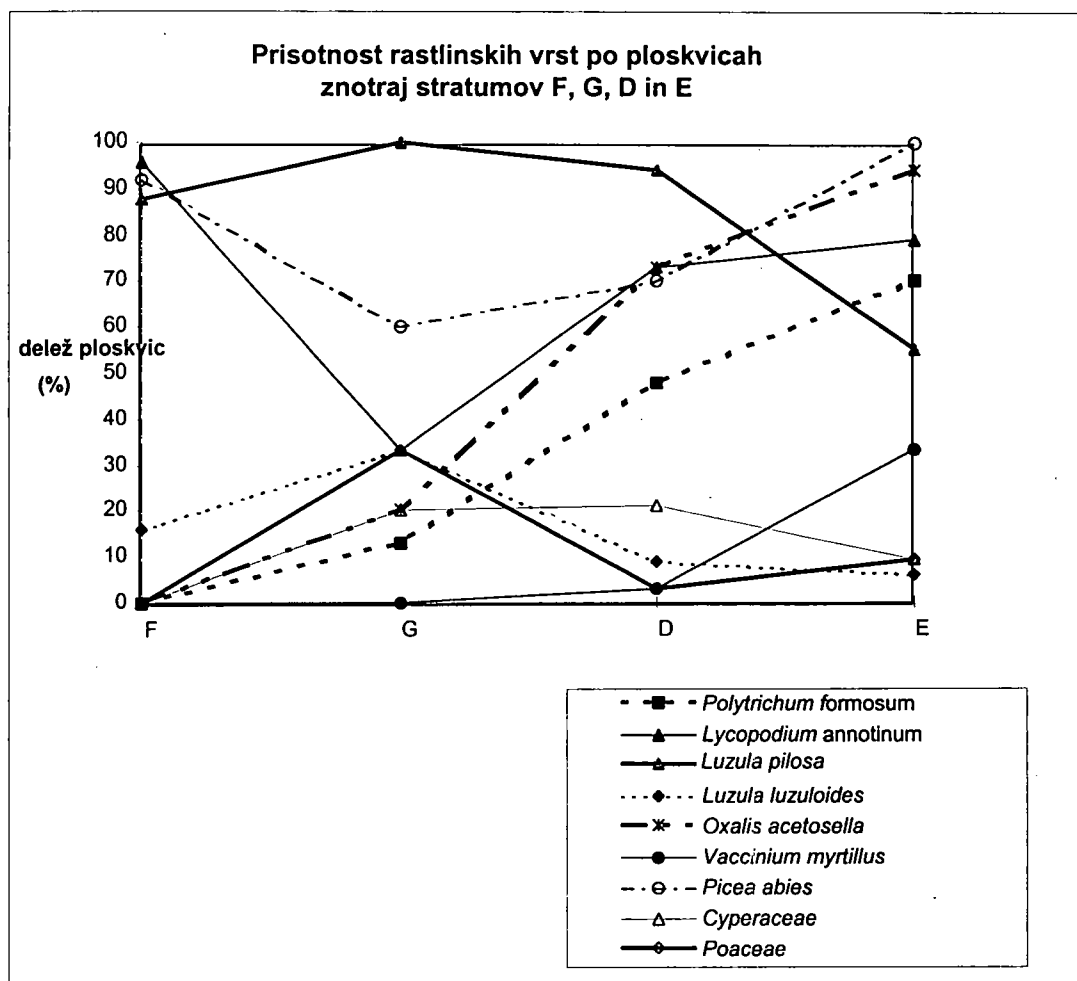
Vrednosti Shannon-Weaverjevega biodiverzitetnega indeksa so naslednje:

- v debeljaku: $H_F = 1,078$
- na poseki: $H_G = 1,168$
- v mladju: $H_D = 1,714$
- v gošči: $H_E = 1,422$

Vrednosti H indeksa kažejo na relativno majhno biotsko raznovrstnost, saj je večina pod vrednostjo 1,5. Po mnenju Innes in Kräuchi (1995) običajno ležijo vrednosti Shannon-Weaverjevega indeksa med 1,5 in 3,5. Indeks kaže na povečevanje biotske raznovrstnosti od debeljaka do mladja, kjer doseže kulminacijo. V gošči pa se stopnja raznovrstnosti ponovno zmanjša na račun izrazitega prevladanja smreke v plasti pritalne vegetacije.

Preglednica 15: Razred zastiranja in številčnost vrst pritalne vegetacije na stratumih F - debeljak, G - poseka, D - mladje in E - gošča

Stratumi:	F	G	D	E
Število ploskvic (skupaj 106):	25	15	33	33
Razred zastiranja	4	6	7	9
Število lišajev in mahov	1	5	6	8
Število višjih rastlin	4	13	12	11
Skupno število rastlinskih vrst	5	18	18	19



Grafikon 5: Prisotnost rastlinskih vrst na ploskvicah stratumov (F - debeljak, G - poseka, D - mladje in E - gošča)

Preglednica 16: Stopnje zastiranja rastlinskih vrst na ploskvicah stratumov F - debeljak, G - poseka, D - mladje in E - gošča

Stratumi:	F-debeljak	G-poseka	D-mladje	E-gošča
Število ploskvic:	25	15	33	33
Rastlinska vrsta	ocena zastiranja	ocena zastiranja	ocena zastiranja	ocena zastiranja
<i>Polytrichum formosum</i>	0	0,5 (0)	5 (3)	3 (2)
<i>Oxalis acetosella</i>	0	0,5 (0)	1 (1)	2 (2)
<i>Lycopodium annotinum</i>	3 (2)	1 (0)	3 (2)	2 (1)
<i>Luzula pilosa</i>	1 (1)	4 (4)	1 (1)	1 (0,5)
<i>Luzula luzuloides</i>	1 (0)	2 (0,5)	0,5 (0)	1 (0)
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0	0	0,5 (0)	1 (0,5)
<i>Picea abies</i>	0,5 (0,5)	1 (0,5)	2 (1)	7 (7)
fam. <i>Cyperaceae</i>	0	0,5 (0)	0,5 (0)	0,5 (0)
fam. <i>Poaceae</i>	0	1 (0,5)	0,5 (0)	1 (0)

* OPOMBA: V oklepaju so ocene zastiranja rastlinskih vrst preračunane na vse izbrane ploskvice znotraj posameznih stratumov in so zaokrožene.

Preglednica 17: Odstotni delež ploskvic s smreko (*Picea abies* (L.) Karst.) in njena stopnja zastiranja po vertikalnih plasteh (M - mahovna, Z2 - spodnja zeliščna, Z1 - zgornja zeliščna, G2 - spodnja grmovna, G1 - zgornja grmovna plast) znotraj stratumov F - debeljak, G - poseka, D - mladje in E - gošča

Stratumi:	F-debeljak	G-poseka	D-mladje	E-gošča
Vertikalna plast:	% ploskev (ocena zastiranja)	% ploskev (ocena zast.)	% ploskev (ocena zast.)	% ploskev (ocena zast.)
<i>Picea abies</i> - M	64 % (0,5)	13 % (0,5)	6 % (1)	0
<i>Picea abies</i> - Z2	28 % (1)	47 % (1)	64 % (2)	24 % (3)
<i>Picea abies</i> - Z1	0	0	3 % (0,5)	15 % (5)
<i>Picea abies</i> - G2	0	0	0	33 % (9)
<i>Picea abies</i> - G1	0	0	0	27 % (7)

4.1.4 Zaključek

4.1.4.1 Hektarska ploskev

Stalna hektarska raziskovalna ploskev je bila osnovana novembra 1994 na rastišču poključkega visokogorskega smrekovega gozda. Leži med dvema močvirjema, na grebenastem platoju z nadmorsko višino okoli 1200 m. Matično podlago večinoma tvori mešana morena (iz apnenega in silikatnega kamenja), pod katero leži apnena jezerska kreda. Talne razmere smo preiskali s polkrožno sondo, ki sega do 110 cm globoko (s poprečno gostoto enega izvrtka na 0.8 ara površine). Sondirana tla smo uvrstili v 38 nižjih pedosistematskih enot, ki so razvrščene v tri avtomorfne (distrični kambisol, brunipodzol, podzol) in dva hidromorfna (glej, histosol) talna tipa. Porašča jih čist, mestoma vrzelast, starejši smrekov debeljak. V vrzelih se nahajajo jedra smrekovih mladij in gošč.

Ostro alpsko podnebje z obilico padavin, mraziščni značaj tega dela poključke planote in trajna zasmrečenost rastišč močno vplivajo na razvoj tukajšnjih avtomorfni tal. V takih razmerah se organska snov počasi razkrajaja, zgornje talne plasti se zakisujejo, iz njih se spirajo hranila, humus in seskvioksidi (Fe_2O_3 , Al_2O_3). Vplivi tega procesa podzolizacije so opazni že na profilih podzoljenega podtipa distričnih rjavih tal in rjavih podzoljenih tal, dobro so

vidni na profilih podzola, za katerega je značilen tudi do pol metra debel, močno kisel in s hranili reven eluvialni E horizont. Pod njim leži iluvialni B horizont, v katerem korenine drevja, ko prebijejo E horizont, dobijo več hranil. Podzol zavzema na ploskvi preko 50 %-ni površinski delež.

Na avtomorfnih tleh rastejo predvsem tim. acidofilne ("kisloljubne") rastline, ki so prilagojene distričnosti zgornjih plasti tal in hladnemu, vlažnemu podnebjju. Hidromorfna tla v severozahodnem delu ploskve so nastala pod vplivom podtalnice. Porašča jih higrofilno rastlinstvo.

Vegetacija na kvadrantih je bila popisana po standardni srednjeevropski fitocenološki metodi in ovrednotena s klustersko analizo, ki je potrdila opazovanja na terenu. Kljub temu, da smo analizirali fitocenološke popise po kvadrantih, so rezultati sorazmerno dobri. Rastlinstvo na ploskvi je bilo uvrščeno v dve gozdni združbi: v smrekov gozd s smrečnim resnikom (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum* (M. WRABER 1953 n. nud.) ZUPANČIČ (1976) 1981), ki se pojavlja na območju avtomorfnih tal in v smrekov gozd s šotnim mahu in migaličnim šašem (*Carici brizoidis-Sphagno-Piceetum* ZUPANČIČ 1982), ki porašča hidromorfna tla. Zanj je značilna velika pokrovnost vrst in velika vrstna pestrost. Povprečno število vrst po kvadrantih v vseh višinskih slojih je 45. V prehodnem pasu med njima se pojavlja posebna, še neopredeljena sinsistematska enota, kateri daje najmočnejše obeležje gozdna preslica (*Equisetum sylvaticum* L.).

Smreka najslabše raste na šotnih tleh. Tu v poprečju dosega najnižje drevesne višine in je najmanj vitka.

4.1.4.2 Zvezdasto razporejene vzorčne ploskve

Ob sondiranju tal naših 62 ploskvic smo ugotovili pojavljanje razvojno najinicialnejšega distričnega kambisola na 25 (40%) ploskvicah, brunipodzola na 15 (24%) in podzola na 49 (79%) ploskvicah. Na 41 ploskvicah smo našli po enega, na 15 ploskvicah smo našli po dva od teh talnih tipov in na 6 ploskvicah smo našli vse tri tipe tal, kar kaže na precejšnjo pestrost talnih tipov že na majhnih površinah. Njihovih 9 nižjih pedosistematskih enot pa je tvorilo na ploskvicah kar 28 kombinacij talnih razmer.

Morfološke kot tudi kemične in fizikalne lastnosti tal na obravnavanih površinah se opazno spreminjajo tudi v vertikalni smeri. Iz podatkov laboratorijskih analiz (preglednica 12) je razvidno, da so preiskana tla v zgornjem delu distrična, z globino pa se njihova kislost razmeroma hitro zmanjšuje, nasičenost z izmenljivimi bazami pa povečuje, tako da so npr. tla prvega reprezentančnega profila evtrična že v globini nad pol metra, v globini nad 110 cm pa vsebujejo precej (okoli 13 %) kalcijevega karbonata, katerega precejšen del je domnevno spran iz višjih plasti. Pri drugem profilu postanejo tla evtrična v globini, večji od 80 cm. Ob primerjanju lastnosti tal obeh profilov najdemo tudi razlike v teksturi. Tla prvega profila so

peščeno ilovnata (kratica PI) do peščeno glinasto ilovnata (PGI), tla drugega profila so v zgornjem delu ilovnata (I), nato glinasto ilovnata (GI) do meljasto glinasto ilovnata (MGI), ob prehodu v matično podlago pa postanejo peščeno glinasto ilovnata.

Za tla na obravnavanem rastišču gozda smreke in smrečnega resnika (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum*) je značilno, da se moč in vrsta podzolizacijskih procesov v njih spreminja že na kratke razdalje in ustrezno razlago za tako spremenljivost je marsikje težko najti, npr. za ploskvico D2, kjer so se v enem oglišču razvila tipična distrična rjava tla brez znakov podzolizacije, v drugem oglišču, le okoli 7 dm stran pa močan železni podzol z 25 cm debelim eluvialnim horizontom E. Znano je, da podzolizacijskim procesom bolj odgovarja izravnani teren in reliefne depresije (ČIRIČ 1984). Tudi iz naših podatkov je razvidno, da z obliko terena povezane mikrorastiščne razmere v precejšnji meri vplivajo na razvoj tal. Tako npr. na dnu uleklin, kjer je relativno najhladnejše in najbolj vlažno, prevladujejo močno podzolirana tla. Tla brez opaznih znakov podzolizacijskih procesov pa se pojavljajo predvsem na robovih in vrhovih izboklin ter na strmejšem, nagnjenem terenu, torej tam, kjer je mikrorastišče relativno sušnejše in toplejše, vendar pa tudi na robovih uleklin, kar je težje razložiti. Vsekakor na te procese ne vplivajo le neživi dejavniki, kot so razgiban mikrorelief, ostro, hladno alpsko podnebje z obilico padavin ter kamninsko nehomogena matična podlaga in skelet, pač pa tudi vegetacija, predvsem smreka kot dominantna rastlinska vrsta, ki s svojim razmeroma plitvim koreninskim sistemom in težje razkrojljivim opadom vpliva na zakisovanje zgornjih plasti tal, s svojo krošnjo pa vpliva na porazdelitev in kvaliteto padavin, na svetlobne in toplotne razmere v sestoji ipd.

Na 62 ploskvicah smo s sondiranjem ugotovili precejšnjo pestrost talnih razmer. Na njih so se razvili trije tipi tal: *distrični kambisol* smo ugotovili na 21 ploskvicah, *brunipodzol* na 15 in *podzol* smo našli na 49 ploskvicah. Njihovih 9 nižjih pedosistematskih enot je tvorilo 28 kombinacij talnih razmer. Na osnovi znakov podzolizacijskih procesov smo tla uvrstili v pet podzolizacijskih stopenj: I. - nepodzoljena tla (sem je bilo uvrščenih 8 (12,9 %) ploskvic); II - delno podzoljena (13 (21,0 %)); III - inicialno do šibko podzoljena (20 (32,2 %)); IV - zmerno podzoljena (13 (21,0%)); V - močno podzoljena (8 (12,9 %) ploskvic od skupno 62).

Z obliko terena povezane mikrorastiščne razmere v precejšnji meri vplivajo na razvoj tal. Tako se npr. tipična distrična rjava tla praviloma pojavljajo na vrhovih in robovih mikroreliefnih izboklin in na strmejših nagibih, močni železni podzol pa se je večinoma razvil v ulekninah.

Za smrekov gozd s smrečnim resnikom (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum*) je značilna relativno majhna vrstna pestrost (URBANČIČ / KUTNAR 1997), kar je predvsem posledica distričnosti zgornjih plasti tal. To potrjujejo tudi vrednosti Shannon-Weaverjevega indeksa biodiverzitete za obravnavane stratume. Na osnovi tega indeksa, ki upošteva delež posamezne vrste v celotni pokrovni vrednosti, lahko sklepamo na nekoliko večjo stopnjo biotske raznovrstnosti v mladju (stratum D). V gošči (stratum E) se v primerjavi stratumoma D in G poveča stopnja zastiranja rastlinskih vrst. Število vrst pa se bistveno ne spreminja. Izračunana

vrednost Shannon-Weaverjevega indeksa biodiverzitete je za stratum E manjša kot vrednost indeksa za stratum D, kar je posledica močne razraščeni smreke v stratumu E. Hkrati s tem pa prihaja do zmanjšanja deleža ostalih vrst v celotni pokrovni vrednosti pritalne plasti. Kot kažejo rezultati raziskave, na vrstno pestrost močno vpliva razvojna faza ter različno dolgo trajanje konkurenčnega delovanja. Razgibana horizontalna struktura pritalne vegetacije je v veliki meri posledica pestrih talnih razmer. Za horizontalno strukturo je značilna blazinasta rast vegetacije mahovne plasti, v kateri se živahno prepletajo različne vrste mahov in lisičjakovk. K razgibanosti pritalne vegetacije prispeva tudi neenakomerno pojavljanje smreke in njena vertikalna členjenost.

Stopnja zastiranja vegetacije na ploskvicah se je povečevala od povprečnih 35% v strnjem debeljaku do 85% v območju smrekove gošče. Celotno število rastlinskih vrst se od poseke do gošče ni bistveno spreminjalo, pač pa se je spreminjala vrstna sestava in stopnja zastiranja posameznih vrst. Pod zastorom smrekovega debeljaka se je pojavljalo izrazito malo rastlinskih vrst. S posekom smrekovih dreves in s spreminjanjem rastiščnih razmer se je povečalo število vrst. Po poseku se je zaradi drugačnih svetlobnih razmer močno razbohotila traviščna vegetacija. Povečala se je prisotnost in stopnja zastiranja dlakava bekica (*Luzula pilosa* (L.) Willd.) in belkaste bekice (*Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy & Wilm.). Na poseki so se pojavile tudi druge vrste iz družin trav (*Poaceae*) in ostričevk (*Cyperaceae*). Od stratuma v debeljaku, preko poseke, mladja do gošče je močno naraščala stopnja zastiranja smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) v pritalni vegetaciji.

Vrednosti Shannon-Weaverjevega indeksa, izračunane za posamezne stratume, so pokazale relativno majhno biotsko raznovrstnost, saj je bila večina pod vrednostjo 1,5. Indeks je pokazal povečevanje biotske raznovrstnosti od debeljaka do mladja, kjer je dosegel kulminacijo. V gošči pa se je stopnja raznovrstnosti ponovno zmanjšala zaradi izrazitega prevladanja smreke v pritalni vegetaciji.

V smrekovem gozdu na Pokljuki se naravno smrekovo mladje pojavlja pretežno v obliki šopastih struktur, za katere je značilna pestra stopničasta, vertikalna zgradba; različna gostota, velikost in oblika šopov; različna starost smrek v šopih. Značilna je izredna vitalnost smrek v šopasti strukturi (HORVAT-MAROLT 1984) in s tem zagotovljena konkurenčna sposobnost nasproti ostalim vrstam pritalne vegetacije. Fitoindikacijske vrednosti prevladujočih rastlinskih vrst v vseh stratumih nakazujejo kislost tal, saj prevladujejo vrste zelo kislih do zmerno kislih tal (ELLENBERG in sod. 1991).

4.1.5 Viri

1. AICHELE, D./ SCHWEGLER, H.W., 1993. Unsere Moos und Farnpflanzen. Franckh - Kosmos, Stuttgart, 378 s.
2. AZAROV, E. / ČAMPA, I. / URBANČIČ, M., 1986. Gozdne združbe in rastiščnogojitveni tipi v G.E. Pokljuka. - Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti, Ljubljana, 340 s.
3. ČIRIČ, M., 1984. Pedologija. -SOUR Svjetlost, Sarajevo, 311 s.

4. ČOKL, M., 1975. Gozdarski in lesnoindustrijski priročnik. Tablice (četrti izdaja). Biotehniška fakulteta in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 364s.
5. ČUK, C. / PAVŠER, M. / PISKERNIK, M., 1968. Gozdna rastišča in gojenje gozdov Triglavskega gozdnogospodarskega območja v luči sodobnih rastiščnih raziskovanj. - Gozdarski vestnik, 26, št. 7-8, Ljubljana, s.193 – 218
6. DAVIS, J., 1973. Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley & Sons, Inc., New York, London, Sydney, Toronto, 545 s.
7. ELLENBERG, H. / WEBER, E.H. / DÜLL, R. / WIRTH, V. / WERNER, W. / PAULISSEN, D., 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica, 18, Erich Goltze Kg, Göttingen, 248 s.
8. FAO/ Unesco/ ISRIC, 1989. FAO-Unesco soil map of the world. Revised legend. FAO, Rome, Unesco, Paris, ISRIC, Wageningen, 138s.
9. GREY-WILSON, C./ BLAMEY, M., 1980. Pareys Bergblumenbuch Wildblühende Pflanzen der Alpen, Pyrenäen, Apeninen, der skandinavischen und britischen Gebirge. Paul Parey, Hamburg, Berlin, 411 s.
10. HORVAT-MAROLT, S., 1984. Kakovost smrekovega mladja v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih Alp. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 24, Ljubljana, s. 5 - 64
11. INNESS, J. L. / KRÄUCHI N., 1995. Monitoring der Biodiversität als Erfolgskontrolle. V: Erhaltung der Biodiversität - eine Aufgabe für Wissenschaft, Praxis und Politik, Form für Wissen, WSL, Birmensdorf, s. 47 - 55
12. KODRIČ, M., 1953. Kratka razlaga orientacijske pedološke karte Pokljuke. - Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 6 s.
13. KOTAR, M., 1982. Redčenje z vidika prirastoslovja in donosnosti gozdov. Gozdarski vestnik, L 30, št. 5, Ljubljana. Str. 193-204
14. KRAIGHER, H. / BATIČ, F. / URBANČIČ, M., 1995. The site description of the Forest Research Plot "Pri Šijcu" on Pokljuka and studies' results. - Proceedings of the International Colloquium on Bioindication of Forest Site Pollution. Pokljuka, Ljubljana, s. 333 – 334
15. LANDOLT, E./ URBANSKA, K. M., 1989. Our Alpine Flora. SAC Publications, Zürich, 303 s. + pril.
16. MARTINČIČ, A./ SUŠNIK, F., 1984. Mala flora Slovenije (Praprotnice in semenke). DZS, Ljubljana, 793 s.
17. MARTINČIČ, A., 1989. Pokljuška barja. V: Ekologija rastlin (navodila za terenske vaje). BF VTOZD biologija, Ljubljana, s. 33 - 47
18. PAVŠER, M. 1968. Tla gozdov Pokljuke in Mežakle. - Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 111 s.
19. ROBIČ, D., 1994. Preglednica sintaksonomskega sistema gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije. Študijsko gradivo za pouk iz Gozdne fitocenologije, Ljubljana, 9 s., tipkopis
20. SMOLE, I., 1988. Katalog gozdnih združb. IGLG, Ljubljana, 154 s.
21. STEPANČIČ, D., 1978. Tla sekcije Bled I. - Biotehniška fakulteta, Inštitut za tla in prehrano rastlin, pedološka karta M 1 : 50000 s komentarjem, Ljubljana, 49 s.
22. ŠKORIČ, A./ FILIPOVSKI, G./ ČIRIČ, M., 1985. Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka I umjetnosti BiH, Sarajevo, 72s.
23. TREGUBOV, V. / BUDNAR, A. / CIGLAR, M. / OKL, M. / UK, C. / KODRI, M. / MANOHIN, V. / WRABER, M., 1958. Kompleksna raziskovanja smrekovih sestojev na Pokljuki. - Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 151 s.
24. TRPIN, D./ VREŠ, B., 1995. Register flore Slovenije (Praprotnice in cvetnice). Zbirka ZRC 7, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Ljubljana, 143 s. + pril.
25. URBANČIČ, M. / KALAN, P. 1995. Izsledki dendrometrijskih in pedoloških proučevanj na stalni raziskovalni ploskvi "Pri Šijcu" v TNP. - Gozdarski inštitut Slovenije, 27 s.
26. URBANČIČ, M. / KUTNAR L., 1996. Odsev rastiščnih dejavnikov v rastlinski sestavi pokljuškega subalpskega smrekovega gozda na stalni raziskovalni ploskvi pri barju "Šijec". - Gozdarski vestnik, 55, št. 1, s. 2 - 23.
27. WESTHOFF, V./ MAAREL, E. VAN DER, 1978. The Braun - Blanquet Approach. V: Classification of Plant Communities (ed. Whittaker, R. H.), Dr W. Jung bv Publishers The Hague, Boston, s. 287 - 399
28. ZUPANČIČ, M., 1982. *Sphagno-Piceetum* R. Kuoch 1954 v Sloveniji. Biološki vestnik, Ljubljana, s. 137 - 150

4.2 TALNE IN VEGETACIJSKE RAZMERE NA RAZISKOVALNIH PLOSKVAH "PREDNJI VRH" PRI ZAVODNJAH

Primož SIMONČIČ

4.2.1 Lega in vegetacijske razmere objekta "Prednji vrh"

Raziskovalni objekt na Prednjem vrhu sestavljata dve 25 m x 25 m veliki ploskvi ter celokupni (zbirni) vzorčevalniki padavin na prostem na imisijski merilni postaji Zavodnje. Poskusna ploskev, na kateri prevladuje smreka (ploskev A), je med sedlom in vrhom na pobočju Prednjega vrha, ki leži približno 1.13 kilometra oddaljen od avtomatske imisijske merilne postaje Zavodnje. Ploskvi sta od TE Šoštanj oddaljeni 8.3 kilometra zračne črte v sevezahodni smeri. Ploskev A je na nadmorski višini 835 m, nagib terena je 10 °, ekspozicija je severna, sklep krošenj je rahel, pretrgan. Lesna zaloga na ploskvi A znaša 685 m³ (36.7 % smreka - 21 dreves, 63.3 % macesen - 17 dreves). Na objektu je približno 60 – 70 let star smrekov sestoj s primesjo macesna in posameznih dreves rdečega bora (enomenen visoki gozd), na JZ strani sestoja prevladuje bukev. Ploskev B je na sedlu Prednjega vrha, 50 m oddaljena od ploskve A. Ploskev pokriva kmečki gozd bukve s primesjo smreke in s posameznimi drevesi rdečega bora. Je na nadmorski višini 827 m, nagib terena je 20 °, ekspozicija je Z, sklep je strnjen. Lesna zaloga na ploskvi B znaša 491 m³ (64.3 % bukve, 29.7 % smreka, 6 % rdeči bor in macesen).

Značilnost gospodarjenja z gozdovi v Šaleški dolini in s tem tudi v okolici naše raziskovalne ploskve je "prebiranje". Steljarjenje, klešččenje stoječih dreves in gozdno pašo so v kmečkih gozdovih opustili v šestdesetih letih (KOLAR 1989). Gozdno vegetacijski tip je Castaneo – Fagetum sylvaticae var. geogr. Hieracium rotundatum (Marinček, Zupančič 1979). Gozd je v fazi enodobnega mešanega debeljaka bukve, smreke, macesna in rdečega bora. Rast drevja in kvaliteta sta dobri do zelo dobri. Manjka podslojna plast drevja (popis vegetacije na ploskvi A in B - SMOLE 1989, KUTNAR 1994).

Preglednica 1: Fitocenološki popisi ploskev

Ploskev A

rastlinska vrsta	sloj	pokrovnost
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	D	3
<i>Larix decidua</i> Mill.	D	2
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	G	1
<i>Fagus sylvatica</i> L.	G	+
<i>Larix decidua</i> Mill.	G	+
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Z	5
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Z	1
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	Z	+
<i>Corylus avellana</i> L.	Z	+
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	Z	+
<i>Hieracium sylvaticum</i> (L.) L.	Z	+
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilm	Z	+
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	Z	+
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Z	+
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	Z	+
<i>Senecio ovatus</i> (G.,M.,& Sch.) Willd.	Z	+
<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	M	+

Ploskev B

rastlinska vrsta	sloj	pokrovnost
<i>Fagus sylvatica</i> L.	D	4
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	D	1
<i>Larix decidua</i> Mill.	D	+
<i>Pinus sylvestris</i> L.	D	+
<i>Fagus sylvatica</i> L.	G	2
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	G	+
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	G	+
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Z	1
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	Z	+
<i>Abies alba</i> Mill.	Z	+
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	Z	+
<i>Prunus avium</i> L.	Z	+
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilm	Z	+
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Z	+
<i>Melampyrum pratense</i> L.	Z	+
<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	M	+

4.2.2 Talne razmere na objektu "Prednji vrh"

4.2.2.1 Pedološke metode dela

V l. 1989 smo na poskusnih ploskvah na Prednjem vrhu izkopal talne profile in jih podrobno opisali. Iz posameznih horizontov smo odvzeli povprečne vzorce za laboratorijsko analizo. V l. 1989 smo za določevanje izmenljivih kationov uporabljali drugačno metodo ekstrakcije, kot smo jo uporabili pri analizi vzorcev v l. 1994. Za ekstrakcijsko raztopino smo uporabili

izmenjalno raztopino N amonijevega acetata. Izmenljiv vodik smo določili z izmenjalno raztopino 0.5 N barijevega klorida in 0.055 N trietanolamina, vsoto izmenljivih baz S in KIK pa računsko. Tako pridobljeni rezultati niso neposredno primerljivi z rezultati, če za ekstrakcijsko raztopino uporabimo BaCl₂.

Talne vzorce, ki so bili vzorčeni v l. 1989, smo shranili in jih v l. 1995 ponovno analizirali skupaj z vzorci, vzorčenimi jeseni 1994. V preglednicah 3 in 4 so prikazani splošni podatki o talnih vzorcih predstavitvenega talnega profila na Prednjem vrhu, analizni podatki o fizikalnih lastnostih tal ter analizni podatki o kislosti tal, o vsebnosti humusa, skupnega dušika, o dostopnih hranilih in teksturi tal. V preglednici 5 so prikazani analizni podatki o izmenjalni sposobnosti tal za vzorce talnega profila na Prednjem vrhu. V preglednicah 6 in 7 so prikazane talne lastnosti talnih vzorcev s Prednjega vrha (ploskev A), ki smo jih vzorčili v l. 1989 in analizirali l. 1995, v preglednicah 8 in 9 pa so prikazane lastnosti talnih vzorcev, odvzetih leta 1994. Kemijski rezultati so podani kot poprečne vrednosti za pet podploskev iz vsakega raziskovalnega objekta. Pri določevanju izmenljivih kationov smo uporabili za ekstrakcijsko raztopino 0.1 M BaCl₂.

4.2.2.2. Lastnosti tal reprezentančnih profilov

Glede na zgradbo in lastnosti horizontov uvrščamo tla reprezentativnih talnih profilov s Prednjega vrha v distrična rjava tla.

Morfološka zgradba reprezentančnih talnih profilov za ploskvi A in B na Prednjem vrhu je sledeča:

Preglednica 2: Morfološke lastnosti reprezentančnih talnih profilov (Opis profila KALAN J., sept. 1990)

Ploskev A

horizont	debelina	morfološki opis
Ol	6 – 5 cm	rahel, plastovito stisnjen sloj iglic in odmrlih ostankov borovničevja, vmes posamezno bukovo listje
Of	5 – 0 cm	plastovito stisnjeni organski ostanki, močno fermentirani
OhAh	0 – 3 cm	rahle konsistence, drobnozrnaste strukture, prhlinast, zelo gosto prekoreninjen, dobro odceden, temnosivkasto-rjave barve (10YR 3/2)
Ah	3 – (9 – 10) cm	drobljiv, drobno do srednje grudičast, posamezno kamenje velikosti do 1 cm, sprsteninasta prhlina, je gosto prekoreninjen, dobro odceden, temnorumenkasto-rjave barve (10YR 3/4)
(B) _{v1}	(9 – 21) cm	drobljiv, peščeno ilovnat, svež, posamezno kamenje velikosti do 15 cm, korenine so redke, enakomerno razporejene v tleh, tla so dobro odcedna, temnorumenkasto-rjave barve (10YR 4/4)
(B) _{v2}	(21 – 64) cm	drobljiv, drobno do debelo grudičast, peščeno ilovnat, 20 – 40 % kamenja velikosti do 20 cm, redko prekoreninjen, dobro odceden, temnorumenkasto-rjave barve (10YR 4/4)
C/R	(51 – 76) cm	tonalito kamenje in skale

Ploskev B

horizont	debelina	morfološki opis
Ol	0 – (0 – 3) cm	posamezni bukovi listi, iglice, vejice, za 20 %
Of	0 – (0 – 1) cm	pod 2 cm debelim slojem Ol je do 1 cm debel sloj fermentiranega in delno razkrojenega opada, ki prehaja le v nekaj mm debel sloj Oh
Ah	0 – (3 – 7) cm	rahel, drobno zrnaste strukture, prhlinast, gosto prekoreninjen, dobro odceden, -rjave barve (10YR 2.5/2)
A/(B)v	(3 – 7) – 10 cm	rahel in drobljiv, zrnast do drobno grudičast, sprsteninast, je gosto prekoreninjen, dobro odceden, -rjave barve (10YR 4/2)
(B)v	10 – 21 cm	mehak in drobljiv, drobno grudičast, meljasto ilovnat, posamezno kamenje, velikosti do 4cm, gosto prekoreninjen, tla so dobro odcedna, -rjave barve (10YR 4/3)
(B)v/C	21 – 64 cm	drobljiv, drobno do srednje grudičast, 40 % do 10 cm velikega kamenja, meljasto ilovnat, redko prekoreninjen, dobro odceden, -rjave barve (10YR 4/4)
C/(B)v	64 – (116) cm	drobljiv, drobno do debelo grudičasta, 70 % tonalitnega kamenja velikega do 20 cm, redke korenine, dobro odceden, -rjave barve (10YR 5/4)

Preglednica 3: Kemijske lastnosti talnega profila s Prednjega vrha (ploskev A)

Horizont	globina (cm)	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	C g/kg	N g/kg	C/N	P ₂ O ₅ mg/kg	K ₂ O mg/kg	Mg mg/kg
Of	5-0	3.7	3.6	450	12.3	37	60	200	90
OhAh	0-3	3.8	3.3	270	6.2	43	sl	170	sl
Ah	3-9	4.4	3.9	75	4.2	18	sl	90	sl
(B) _{v1}	9-21	4.5	4.0	37	2.2	17	sl	80	sl
(B) _{v2}	21-64	4.9	4.5	20	1.3	15	sl	70	sl

Preglednica 4: Fizikalne lastnosti talnega profila s Prednjega vrha (ploskev A)

Horizont	Globina (cm)	Pesek (%)	grobi melj (%)	droben melj (%)	Glina (%)	teksturni razred
Of	5-0					
OhAh	0-3					
Ah	3-9					
(B) _{v1}	9-21	48.8	11.5	24.0	15.7	PI
(B) _{v2}	21-64	62.2	10.2	20.0	7.5	PI

Preglednica 5: Izmenljive sposobnosti tal na Prednjem vrhu

horizont	globina (cm)	Ca	Mg	K	Na	S	H	KIK	V
		cmol ⁺ / kg							(%)
Of	5-0								
OhAh	0-3								
Ah	3-9	0.35	0.21	0.20	0.17	0.93	30.5	31.43	2.9
(B) _{v1}	9-21	0.30	0.11	1.30	0.04	1.75	25.5	27.25	6.4
(B) _{v2}	21-64	0.68	0.21	0.15	0.04	1.08	21.5	22.58	4.8

Tla so na Zavodnjah (ploskvi Prednji vrh) srednje globoka, drobljiva in imajo grudičasto strukturo, so peščeno-illovnata in srednje do gosto prekoreninjena. Tla imajo surov humus, so zelo do zmerno kislila (FIEDLER / REISSIG 1964). Kapaciteta sorpcije ali kationska izmenjalna kapaciteta vzorcev tal s profila na Zavodnjah je po Stritarju (STRITAR 1991) srednja (kot ekstrakcijsko sredstvo smo uporabili raztopino N amonijevega acetata). Tla so nenasičena z izmenljivimi bazami ($S < 35\%$, STRITAR 1991). Rastlinam dostopnega fosforja in magnezija je malo, preskrbljenost s kalijem je srednja do dobra (GUSSONE 1964).

Preglednica 6: Kemijske lastnosti tal (pH, skupne vsebnosti C, N, P, K, Ca, Mg in S ter C/N) vzorčenih l. 1989 (poprčne vrednosti, $n = 5$)

kraj	plast (cm)	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	C g/kg	N g/kg	C/N	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	S mg/kg
Prednji vrh	O1	4.0	3.6	509	16.0	31.8	627	676	4023	392	1630
	Of	3.7	3.2	446	15.8	28.2	598	540	3523	1045	1680
	0-5	4.0	3.6	174	6.9	25.2	429	1069	2181	5831	1010
	5-10	4.4	4.0	82	4.4	18.6	371	1169	2667	7804	770
	10-20	4.8	4.3	54	3.2	16.9	373	1250	3148	8612	800

Preglednica 7: Poprčne vsebnosti izmenljivih kationov v tleh, vzorčenih v l. 1989 (poprčne vrednosti, $n = 5$)

kraj	plast (cm)	Ca	Mg	K	Al	Fe	Mn	H	S_B	S_KIS	KIK	V %
		cmol ⁺ / kg										
Prednji vrh	O1											
	Of											
	0-5	1.80	0.57	0.33	13.99	1.43	0.25	0.48	2.70	16.15	18.85	14.32
	5-10	0.40	0.21	0.13	7.78	0.16	0.17	0.07	0.74	8.18	8.92	9.21
	10-20	0.47	0.17	0.08	2.75	0.02	0.16	0.02	0.71	2.96	3.67	23.60

Preglednica 8: Kemijske lastnosti tal (pH, skupne vsebnosti C, N, P, K, Ca, Mg, S ter C/N), vzorčenih l. 1994 (poprčne vrednosti, $n = 5$)

kraj	plast (cm)	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	C g/kg	N g/kg	C/N	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	S mg/kg
Prednji vrh ploskev A	O1	4.02	3.52	469	7.0	71.0	1365	650	6154	389	938
	Of,h	3.55	2.96	434	13.0	33.5	2061	177	3495	526	1842
	0-5	3.87	3.48	179	6.5	26.9	1780	1109	2200	6494	1062
	5-10	4.72	4.36	74	3.5	20.9	1428	1105	2181	8755	638
	10-20	4.60	4.32	54	2.2	24.1	1276	1080	3144	9657	644
Prednji vrh ploskev B	O1	4.27	3.83	466	10.0	46.6	1963	671	10514	470	1348
	Of,h	3.91	3.30	372	12.1	30.9	2033	665	6964	1361	1688
	0-5	4.40	3.96	142	6.0	23.8	1557	188	4662	4799	1042
	5-10	4.86	4.44	73	2.9	24.8	1354	127	5194	5604	594
	10-20	4.99	4.62	61	2.5	24.1	1450	237	4864	6136	570

Preglednica 9: Poprečne vsebnosti izmenljivih kationov v tleh, vzorčenih v l. 1994 (poprečne vrednosti, n = 5)

kraj	plast (cm)	Ca	Mg	K	Al	Fe	Mn	H	S_B	S_KIS	KIK	V %
		cmol ⁺ / kg										
Prednji vrh ploskev A	Ol											
	Of,h											
	0-5	2.25	0.55	0.31	15.32	0.74	0.20	0.22	3.11	16.47	19.58	15.13
	5-10	0.77	0.12	0.15	9.31	0.93	0.26	0.04	1.03	10.54	11.57	9.39
	10-20	0.78	0.11	0.11	4.67	0.48	0.34	0.03	0.99	5.52	6.51	16.80
Prednji vrh ploskev B	Ol											
	Of,h											
	0-5	2.43	0.34	0.33	10.89	2.89	0.07	0.07	3.10	13.91	17.01	17.41
	5-10	1.25	0.08	0.15	4.66	2.45	0.06	0.02	1.47	7.19	8.66	16.97
	10-20	1.29	0.12	0.11	2.58	2.10	0.06	0.02	1.53	4.76	6.28	26.95

4.3 VEGETACIJSKE IN TALNE RAZMERE NA RAZISKOVALNIH PLOSKVAH "PREŽA" IN "MORAVŠKE GREDICE" PRI KOČEVSKI REKI

Lado KUTNAR, Mihej URBANČIČ

4.3.1 Fitocenološke in pedološke metode dela

V okviru raziskovalnega projekta je bila popisana vegetacija na raziskovalni ploskvi Preža pri Kočevski Reki. Popis vegetacije smo izvedli na raziskovalni ploskvi velikosti 30 × 30 metrov. Vegetacija je bila popisana po standardni srednjeevropski metodi (Braun-Blanquet). Raziskovalna ploskev je bila fitocenološko popisana v spomladanskem in poletnem času. V posnetek vegetacijske slike smo zajeli kombinirano vrednost pokrovnosti in številčnosti posameznih vrst. V analizo smo zajeli drevesni, grmovni, zeliščni in mahovni sloj.

Opisali smo tudi reliefne in vegetacijske značilnosti raziskovalne ploskve Moravške gredice pri Kočevski Reki. Raziskovalna ploskev je bila fitocenološko popisana v poletnem času. V posnetek vegetacije smo zajeli kombinirano oceno pokrovnosti in številčnosti posameznih vrst. V analizo smo zajeli drevesno, grmovno, zeliščno in mahovno plast.

Na stalnih raziskovalnih ploskvah "Moravške gredice" (540 m n. v.) in "Preža" (670 m n. v.) pri Kočevski Reki, velikosti 25 x 25 m, smo tudi sondirali talne razmere, na treh mestih odvzeli kvantitativne vzorce tal (z znano prostornino) iz organskih podhorizontov Ol, Of, Oh in iz talnih plasti z vnaprej določenih globlin (0-5cm, 5-10cm, 10-20cm) ter izkopali in opisali reprezentančne talne profile.

4.3.2 Rezultati fitocenoloških in pedoloških proučevanj

Območje raziskovalne ploskve Preža lahko sinsistematsko opredelimo kot preddinarski gorski bukov gozd (*Lamio orvalae-Fagetum praedinaricum* MARINČEK, PUNCER et ZUPANČIČ (1982) 1983). Matična podlaga je dolomit oz. dolomitiziran apnenec na katerem so se razvile rendzine in plitva do srednje globoka pokarbonatna tla, ki so bolj ali manj skeletna. V sestojih močno prevladuje bukev (*Fagus sylvatica* L.), ki mu je posamično primešan beli javor (*Acer pseudoplatanus* L.). Poleg tega pa se pojavlja tudi topolistni javor (*Acer obtusatum* W. & K. ex. Willd.). V grmovnem sloju je videti več vmesnih oblik med belim in topolistnim javorjem. Grmovni sloj je vrstno zelo pester. Tu se poleg že omenjenih drevesnih vrst pojavljajo še gorski brest (*Ulmus glabra* Huds.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.) in posamično tudi ostrolistni javor (*Acer platanoides* L.) in nav. smreka (*Picea abies* (L.) Karsten). Grmovne vrste se pojavljajo z manjšo pokrovnostjo.

Od zeliščin vrst se z večjo pokrovnostjo v spomladanskem času pojavlja podlesna vetrnica (*Anemone nemorosa* L.). Močnejše pa so v zeliščni plasti zastopani tudi črni teloh (*Helleborus niger* L.), spomladanska torilnica (*Omphalodes verna* Moench), gorska rumenka (*Galeobdolon montanum* (Pers.) Pers. ex. Rchb), nav. ženikelj (*Sanicula europaea* L.) in druge.

Na osnovi fitocenološkega popisa lahko gozd na ploskvi Moravske gredice opredelimo kot acidofilni bukov gozd z rebrenjačo (*Blechno-Fagetum* (HORVAT 1950) MARINČEK 1970), kljub temu, da vrstna sestava ni povsem značilna za to asociacijo, saj se na ploskvi pojavljajo tudi neacidofilni elementi.

Na "Moravških gredicah" so se razvila globoka distrična rjava tla na permokarbonskih skrilavcih in peščenjakih. Na "Preži" apnene skale zavzemajo okoli 25% površinski delež, rendzine 35%, pokarbonatna rjava tla (*kalkokambisoli*) 30% in pokarbonatna sprana tla (*luvisoli*) 10%.

5 RAZISKAVE KROŽENJA HRANIL IN BIOMASE NA RAZISKOVALNIH PLOSKVAH

Primož. SIMONČIČ, Polona KALAN, Matej RUPEL

5.1 UVOD

Na trajnih raziskovalnih ploskvah GIS pri barju Šijec na Pokljuki, na Prednjem vrhu pri Zavodnjah ter na Preži in Moravških Gredicah v bližini Kočevske Reke so potekale raziskave snovnih tokov, procesov v tleh s pomočjo morfoloških opisov talnih profilov in analize talnih vzorcev. Na raziskovalnih objektih smo analizirali mesečne vzorce talne raztopine pod organskim horizontom tal ter na globini 50 cm. Na Pokljuki so raziskave potekale na rastišču *Ryhtidiadelpho-Piecetum* na distričnih rjavih tleh in podzolu v treh razvojnih fazah visokogorskega gozda; v debeljaku, mladju in na poseki. Zlasti je zanimiva primerjava med razmerami v odraslem smrekovem sestoj in na ploskvi, kjer je bila leta 1995 opravljena sanacijska sečnja. Na Zavodnjah (distrična rjava tla) smo izvajali raziskave na dveh objektih, v sestoju smreke in macesna ter v bukovem sestoju kmečko-prebiralna gozda, 8 km oddaljenih od TE Šoštanj. Tu smo preučevali dolgotrajni vpliv onesnaženega zraka na izbrane procese v gozdnih tleh predvsem z ozirom na bukov in smrekovo-macesnov sestoj. Na dveh ploskvah z bukvijo v bližini Kočevske Reke smo obravnavali ploskve, ki so relativno oddaljene od večjih slovenskih onesnaževalcev in naselij. Ploskvi sta bili izbrani na karbonatni in kisli podlagi, ki predstavlja različno prepustnost za tok talne vode.

5.1.1 Kroženje snovi

Kroženje snovi v naravi je skupen naziv za vse periodične procese vgrajevanja snovi iz kamnin, tal in atmosfere v organizme in vračanje teh snovi v tla, kamnine in atmosfero po propadu organizmov. Kljub poenostavljeni razlagi je proces kompleksen in zapleten. Biotska komponenta omogoča izmenjavo hranil in vode - omogoča kroženje snovi (MRŠIČ 1997).

Tarman K. (1992)

Gozd kot gozdni ekosistem je energetsko odprt sistem, kjer se svetlobna energija transformira v kemično vezano energijo organskih proizvodov. Pretok energije v prehranjevalnem zaporedju je zato povezan z izmenjavanjem snovi in degradacijo zapletenih organskih proizvodov v preproste mineralne spojine. Elementi, ki so jih primarni producenti vgradili v svoje telo, se s potrošnjo sekundarnih konzumentov znova vračajo v neživi del okolja. Življenjska združba je zato kompleksen sistem, v katerem ustvarjajo njeni osebki v ekosistemsko dinamično izmenjavo hranil in vode. Biološko izmenjavo snovi z neživim delom ekosistema imenujemo tudi biogeokemično kroženje. Med oddelki (npr. vse zelene rastline, vse živali skupaj, populacija ene

vrste...) poteka izmenjava hranil, kar imenujemo vnos in iznos. V naši nalogi smo na raziskovalnih ploskvah preučevali velikost in hitrost pretoka snovi oz. izbranih elementov, ki prehajajo s padavinami v gozd, dinamiko opada in talno raztopino, ki nam kaže na naravo procesov v gozdnih tleh (spiranje hranil - iznos iz gozda).

Ločimo lokalno in globalno kroženje. Lokalno kroženje zajema predvsem elemente z manjšo prostorsko gibljivostjo: P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, B, Cl, Mo, Mn in Fe.

Globalno kroženje zajema elemente, ki so sestavni del zraka in vode: C, N, O in H.

Kroženje snovi lahko delimo na organsko in anorgansko fazo. Organska faza je vezana na biotske procese, anorganska pa na fizikalne ter kemijske procese v naravi.

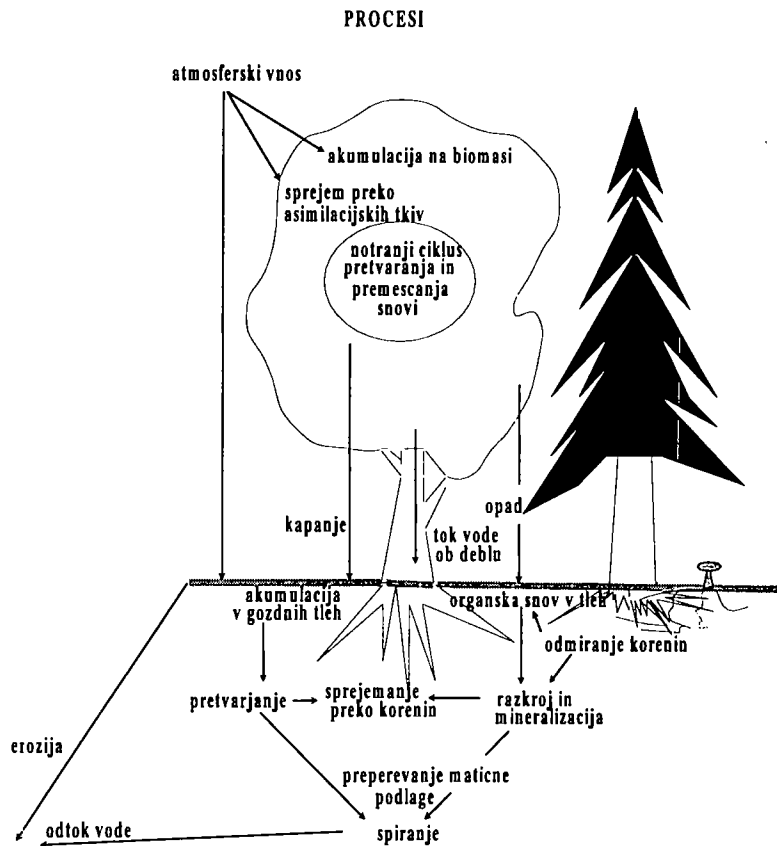
Dinamika življenja in pretok energije - listopadni, poletno zeleni gozdovi zmernega pasu

V primerjavi z rastlinsko je živalska biomasa v listopadnih gozdovih zmernega pasu zelo majhna (1 - 2 % teže). Velik del fitomase predstavljajo mrtvi rastlinski deli, opad, mrtev les v padlih deblih, odlomljene veje in drevesni panji. Celoten in še posebno jesenski opad listja, plodov, vej in vejic ustvarja pomembno akumulacijo organskih ostankov na gozdnih tleh. Količina listnega opada znaša v listopadnih gozdovih zmernega pasu 3 - 4 tone na ha (TARAMAN 1992), poleg tega pa ostaja še mrtev les v padlih deblih, drevesnih panjih in odlomljenih vejah.

V organskih horizontih tal so biokemični in kemični procesi najbolj intenzivni in imajo odločilen vpliv na stopnjo in smer ostalih talnih procesov. Razkroj opada (listni opad, mrtev les padlih debel, odlomljene veje) poteka kot posledica delovanja edafona (živali in mikrobi tal). Pri tem se del opada mineralizira v CO_2 , NH_4^+ , NO_2^- in PO_4^{3-} , drugi pa se predeluje v procesu humifikacije v huminske snovi, fulvo in huminske kisline. Hitrost razkroja je odvisna od C / N razmerja, podnebnih razmer, mehničnega drobljenja itn. (TARMAN 1992).

V primeru postopnega zakisovanja gozdnih tal, kar je lahko posledica monokulture smreke (Pokljuka, Pohorje...) oz. vnosa kislih padavin v gozd (okolica TE Šoštanj), prihaja do sprememb sestave pedofavne in pedoflore v organskem delu tal (GRESZTE s sod. 1990). Kot posledico simuliranih kislih padavin na organska tla so raziskovalci ugotovili povečano vsebnost H^+ ionov in zmanjšano vsebnost baz. Proces nitrifikacije zastane, poveča pa se je amonifikacija. Podobne so ugotovitve D. Myrolda, ki pravi, da vnosi H^+ ionov (kazalec kislih depozitov), večji od $10 \text{ kmol ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$, povzročijo zmanjšanje populacij talnih organizmov in vplivajo na zmanjšano biološko aktivnost. Manjši vnosi H^+ ionov pa vplivajo na vrstno sestavo talne mikrofavne (MYROLD 1990). Kisle padavine povzročajo tudi kopičenje tekih kovin in organskih mikropolutantov v humusnem horizontu gozdnih tal, kar zadržuje razgradnjo

visokomolekularnih spojin (GRESZTE s sod. 1990) ter vpliva na procese v rizosferi (SMITH 1990).



Slika 1: Kroženje snovi v ekosistemu (GIS 1994)

Po Ulrichu (ULRICH 1983) se kroženje snovi v naravnem okolju ravna po načelu trajnosti snovi in po načelu električne nevtralnosti. Spremljanje toka snovi v gozdu je metodološko izredno zahtevno (MIEWEIS s sod. 1984), za modelni pristop pa se je Mieweis omejil na naslednje procese:

- vnos snovi iz atmosfere, preperevanje mineralov v tleh in preperevanje matične kamnine,
- izgube snovi s spiranjem, denitrifikacijo in odtekanjem vode,
- prehod talne raztopine v biomaso (rastline, mikroorganizme),
- sproščanje snovi (ionov) pri procesu mineralizacije.

Voda je v gozdu dinamičen nosilec snovi pri vnosu, izgubah in notranjemu kroženju. Glede na prestrežno sposobnost drevja prestrezajo krošnje drevja mokri in suhi depozit (PUXBAUM 1983, LIEU s sod. 1991). Suhe usedline (plini, aerosoli, drobcji snovi) se odlagajo na površini listja, iglic ter vej krošenj in so proporcionalne indeksu listne površine. Na površini listja oz. iglic ter vej se odvijajo procesi (ULRICH 1983):

- izmenjava kationov v listnih tkivih (Ca, Mg),

- spiranje ionov celo rastno sezono zaradi procesov metabolizma (K, Mn),
- raztapljanje neraztopljene snovi v delcih usedlin (Al, težke kovine).

Spiranje ionov s površine listja in eksudacija se odražata v toku hranil iz notranjosti na površino lista. Vsi trije procesi na površini listja (prestrežanje usedlin, spiranje in eksudacija) povzročijo, da ima nova raztopina, ki odteka po deblu ali pa kaplja na tla, drugačne kemične lastnosti kot padavine nad krošnjami. Hranila se pred opadanjem iglic premeščajo iz iglic, s čimer se zmanjša za razkroj razpoložljiva količina snovi in povečajo zaloge hranil rastlin za naslednje rastno obdobje.

Voda, ki je s padavinami prispela v gozd, se steka po listih ali pa neposredno kaplja, pada na pritalno vegetacijo - gozdna tla (prepuščene padavine), del pa se steka do tal po deblih (odtok vode po deblu). Pri listavcih se steka po deblih 10 - 20 % dospelih padavin, pri iglavcih pa manj kot 1 %. Skupaj pravimo, da gre za sestojne padavine. Del padavin izhlapeva s krošenj in iz gozdnih tal nazaj v ozračje (20 - 40 % prestrežene vode, intercepcija - ANON., 1988), del prehaja v tla¹ ali pa odteka po površini (v odvisnosti od nagiba terena in fizikalnih lastnosti tal, vlažnosti opada). Voda, ki jo sprejmejo rastline, preko transpiracije prehaja nazaj v ozračje. Pri tem procesu gre tudi za premeščanje snovi iz talne raztopine v rastline oz. tudi v obratni smeri. Kot posledico takšnega procesa lahko sestojne padavine definiramo kot rezultat mokre in suhe depozicije in internega kroženja snovi v rastlinah.

Talna raztopina ima vlogo transportnega posrednika, medtem ko so kemični elementi v nenasičeni plasti v tleh podvrženi številnim fizičnim, kemičnim in biološkim spremembam. Med talnimi delci je prostor (pore), ki ga zaseda talna raztopina in plinska faza tal. V vlažnih tleh je večina velikih por napolnjena z vodo, ki se lahko prosto giblje in prehaja v korenine. Ocena snovnih tokov je enostavnejša v dobro definiranih zlivnih območjih, kjer se lahko določi tok in sestavo talne raztopine pod koreninami dreves.

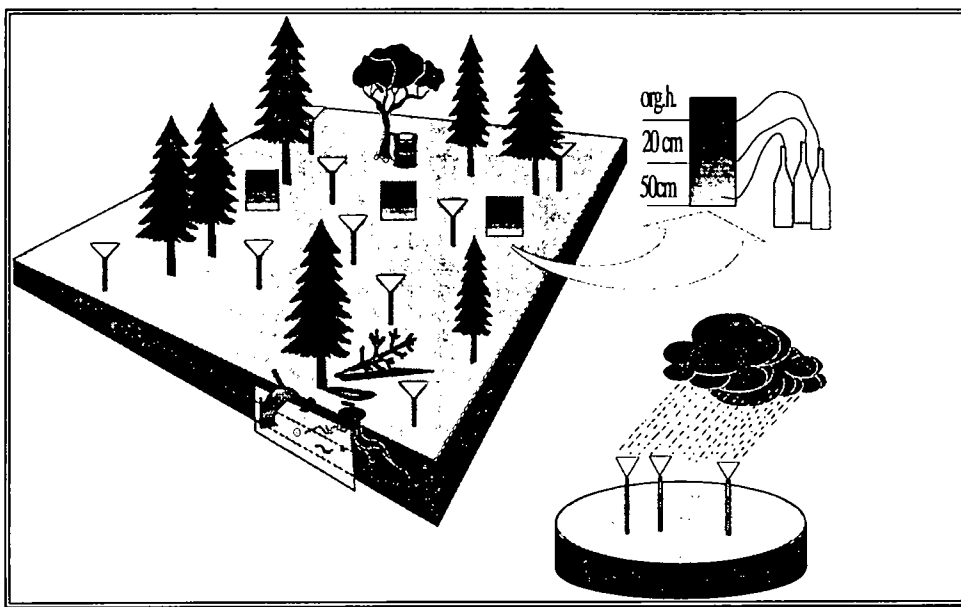
5.2 METODE DELA

5.2.1 Raziskovalna ploskev

Sistematično vzorčenje mokrega depozita je potekalo s pomočjo vzorčevalnikov na ploskvah 25 x 25 m (30 x 30 m zunanja mera ploskve, SIMONČIČ 1996). Na ploskvah smo s pomočjo keramičnih lizimetrov s podtlakom spremljali talno raztopino (material P80, SIMONČIČ 1996) ter opad s koši površine 0.25 m². Z meritvami smo začeli najprej na Prednjem vrhu na bukovi in smrekovo-macesnovi ploskvi ter pri ANAS postaji (na prostem). Poleti 1996 smo postavili še ploskev na Pokljuki pri barju Šijec, kjer smo opravljali meritve v smrekovem sestoju, na poseki (izvedeni 1995 l.), deloma v mladju ter na prostem (na bližnjem barju). Zaradi problemov z živalmi (uničena ploskev poleti 1996 l.) smo na

¹Voda v tleh bolj ali manj enakomerno pronica; ta proces poteka pod vplivom teznosti in kapilarnih sil. Rastlinam je dostopna vsa tista voda, ki je vezana v tleh z napetostjo večjo od 0.34 bara (gravitacijska voda je vezana z napetostjo, manj o od 0,34 bara) in manj o od 16 barov (točka venenja).

Kočevski Reki pričeli z rednimi meritvami depozitov in talne raztopine v dveh bukovih sestojih (na kisli in karbonatni podlagi) ter na prostem v ogradi postaje HMZ ISKRBA v letu 1997. Postaja HMZ je vključena v mrežo postaj EMEP. Z vzorčenji smo postopoma zaključili jeseni leta 1998. Poleg naštetih meritev smo na stalnih ploskvah opravili tudi pedološke raziskave in raziskave preskrbljenosti gozdnega drevja s hranili. Na sliki 2 je shematsko prikazana ploskev z vzorčevalniki za depozit (9 na vsaki ploskvi) in talno raztopino (pod organsko plastjo in 50 cm globoko na vsaki ploskvi). Na vsaki ploskvi so še po trije koši za lovljenje opada.



Slika 2: Shematski prikaz raziskovalne ploskve

Poleg vzorčevanj in analiz vode, ki sodeluje v procesu kroženja v gozdnih ekosistemih (depozit na prostem - sestojni depozit - talna raztopina) smo v letu 1998 želeli poglobiti študij snovnih tokov na izbranih stalnih ploskvah. Uporabili smo na GIS konstruiran »humus lizimeter« (poleg keramičnih lizimetrov s podtlakom), ki služi za spremljanje talne raztopine, ki zaradi gravitacije - teže prehaja skozi organsko v mineralno plast gozdnih tal. Zaradi zaključevanja projekta smo se omejili le na spremljanje količine talne raztopine (ocena), ki jo zajamemo oz. ujamemo z opisanimi lizimetri.

Zaradi zaključka projekta smo v jeseni 1998 zaključiti z vzorčenji ter začeli s postopkom »konservacije« vzorčevalne opreme na ploskvah, ki ustrezajo II. zahtevnostni stopnji t. i. intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov (ICP Forest program). Takšen monitoring je obvezen za države članice ES, sam postopek pa je opisan v uredbah okoljske zakonodaje Skupnosti.

5.2.2 Laboratorijske metode dela

Analizirali smo enoletne in dvoletne smrekove iglice. Za smrekove iglice smo določili maso 1000 iglic, maso iglic posušenih pri 40° C, ter vsebnost makrohranil (P, K, Ca, Mg, N in S).

Opad smo skrbno pregledali in ločili po vseh frakcijah (iglice, listje, storži, vejice, semena, lišaji...) in posušili pri 40° C ter stehali.

LABORATORIJSKE ANALIZE SMREKOVIH IGLIC		
parameter	opis metode	metoda
S	* upepeljevanje vzorca v toku kisika pri 1200 °C * konduktometrična detekcija SO ₂ z analizatorjem SULMHOMAT * 12 ADG, Wösthoff	ECE-ICP Manual 1994
Hranila: P, K, Ca, Mg	* razkroj vzorcev po mokrem postopku z zmesjo HNO ₃ /HClO ₄ 5:1 * določanje: P - spektrofotometrično, K - EAAS, Ca, Mg FLAAS	ECE-ICP Manual 1994

Analizirali smo tudi vzorce talne raztopine. V nefiltriranih vzorcih smo takoj določili vsebnost NH₄. Nato smo vzorce vakuumsko filtrirali skozi filtrirni papir (modri trak) ter oddelili del vzorca za analizo Ca in Mg ter v talni raztopini tudi Al. Ta del vzorca smo nakisali s HNO₃ do vrednosti pH 2 in shranili v hladilniku pri T = 4° C. V preostanku vzorca smo takoj določili pH in elektroprevodnost in vsebnost anionov (Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻). Vzorce smo hranili v hladilniku pri 4° C.

LABORATORIJSKE ANALIZE SESTOJNIH PADAVIN IN TALNE RAZTOPINE		
parameter	opis metode	metoda
NH ₄	* spektrofotometrično merjenje rumeno obarvanega kompleksa z Nesslerjevim reagentom	ECE-ICP Manual 1993
pH	* s kombinirano stekleno elektrodo	ECE-ICP Manual 1993
vsebnost anionov: Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻	* ionska kromatografija: detekcija - prevodnost raztopine * kolone DIONEX	ECE-ICP Manual 1993
vsebnost: Ca, Mg, Al	* Ca, Mg - FLAAS * Al - ETAAS	ECE-ICP Manual 1993

5.3 REZULTATI

V preglednici 1 so prikazane kumulativne letne depozicije, »letni vnos« dušika v nitratni in amonijevi obliki ter žvepla v sulfatni v kg na ha na ploskvah na Pokljuki in Zavodnjah za obdobje od junija 1996 (postavitev ploskev na Pokljuki) do julija 1997. V preglednici 2 pa so prikazani rezultati kumulativne letne depozicije za vse tri ploskve za obdobje junij 1997 – julij 1998, ko smo začeli zaključiti z nekaterimi vzorčenji in meritvami v okviru projekta »Rizosfera«.

Preglednica 1: Kumulativne letne depozicije N_{NH₄}, N_{NO₃}, S_{SO₄} in najmanjše ter največje pH vrednosti na stalnih ploskvah na Pokljuki in Zavodnjah, (junij 1996 - julij 1997)

ime ploskve	drevesna vrsta	Padavine Mm	pH	N _{NH₄} kg / ha leto	N _{NO₃} kg / ha leto	S _{SO₄} kg / ha leto
Pokljuka						
Pokljuka, ploskev A	smreka	1403	3,71 - 6,52	9,32	3,01	15,26
Pokljuka, ploskev C	poseka	1631	4,03 - 6,59	6,26	4,90	10,53
ploskev D	na prostem	1645	3,92 - 6,58	5,40	5,20	11,47
Zavodnje						
Zavodnje, ploskev A	smreka / macesen	898	3,92 - 6,83	6,3	2,3	24,0
Zavodnje, ploskev B	bukev	838	3,44 - 6,32	4,6	2,4	16,0
pri ANAS postaji	na prostem	1212	3,97 - 6,93	13,2	4,1	15,1

Preglednica 2: Kumulativne letne depozicije N_{NH₄}, N_{NO₃}, S_{SO₄} in najmanjše ter največje pH vrednosti na stalnih ploskvah na Pokljuki in Zavodnjah in Kočevski Reki (junij 1997 - julij 1998)

ime ploskve	drevesna vrsta	Padavine Mm	pH	N _{NH₄} kg / ha leto	N _{NO₃} kg / ha leto	S _{SO₄} kg / ha leto
Pokljuka						
Pokljuka, ploskev A	smreka	916	4,00 - 5,31	7,9	3,4	11,9
Pokljuka, ploskev C	poseka	1245	4,15 - 5,60	4,2	5,6	11,6
ploskev D	na prostem	1278	3,98 - 5,52	3,7	5,3	11,1
Zavodnje						
Zavodnje ploskev A	smreka / macesen	927	3,70 - 4,51	9,3	5,2	26,1
Zavodnje ploskev B	bukev	839	3,68 - 6,57	6,6	4,7	16,1
pri ANAS postaji	na prostem	1121	3,82 - 6,23	8,8	4,5	14,8
Kočevska Reka						
Preža	bukev	991	4,26 - 6,44	3,5	3,0	9,5
Moravske Gredice	bukev	1132	4,35 - 6,48	5,6	4,9	11,0
ISKRBA (EMEP)	na prostem	1202	3,87 - 6,51	7,7	5,2	12,5

V preglednici 3 so prikazane povprečne vrednosti mase opada izražene v g na m², posušene pri 40° C. Podatek je za tri lovilnike na stalnih ploskvah za drugih šest mesecev 1996 leta ter za leti 1997 in 1998. Rezultati izraženi v tonah opada na ha ustrezajo navedbam Tarmana (1992), ki navaja, da znaša količina listnega opada v listopadnih gozdovih zmernega pasu 3 - 4 tone na ha.

Preglednica 3: Povprečne vrednosti mase opada na stalnih ploskvah na Pokljuki, Zavodnjah in Kočevski Reki za obdobja junij-december 1996 in leti 1997 ter 1998

ime ploskve	drevesna vrsta	junij / december '96 g/m ² (t/ha)	1997 g/m ² (t/ha)	1998 g/m ² (t/ha)
Pokljuka				
Pokljuka, ploskev A	smreka	275,2 (2,75)	187,9 (1,88)	535,2 (5,35)
Pokljuka, ploskev C	poseka	65,3 (0,65)	29,8 (0,29)	92,5 (0,93)
Zavodnje				
Zavodnje, ploskev A	smreka / macesen	236,9 (2,37)	213,3 (2,13)	275,0 (2,75)
Prednji vrh, ploskev B	bukev	244,3 (2,44)	230,1 (2,30)	283,5 (2,83)
Kočevska Reka				
Preža	bukev	425,3 (4,25)	282,1 (2,82)	473,5 (4,74)
Moravške Gredice	bukev	—	197,9 (1,98)	931,5 (9,32)

Preglednica 4: Povprečne vrednosti mase glede na vrsto opada (iglice, listje, lišaji, vejice lubje ter les, plodovi in semena, storži in luske ter ostalo) na stalnih ploskvah na Pokljuki, Zavodnjah in Kočevski Reki za leto 1998

mesto vzorčenja v l. 1998	Iglice g/m ² ; %	listje g/m ² ; %	lišaji g/m ² ; %	vejice, lubje, les g/m ² ; %	plodovi, semena g/m ² ; %	storži, luske g/m ² ; %	ostalo g/m ² ; %	skupaj g/m ² ; %
Pokljuka								
Pokljuka, sm. sestoj - pl. A	388,5 72,6 %	- 0 %	11,1 2,1 %	104,5 19,5 %	- 0 %	26,5 4,9 %	4,5 0,8 %	535,1 100 %
Pokljuka, poseka - pl. C	77,7 84,0 %	- 0 %	2,4 2,6 %	10,0 10,8 %	0,04 0,04 %	- 0 %	2,4 2,6 %	92,5 100 %
Zavodnje								
Zavodnje sm./mac. - pl. A	97,5 35,7 %	27,7 10,0 %	- 0 %	117,4 42,7 %	0,31 0,0 %	1,9 0,70 %	30,2 11,0 %	275,0 100 %
Zavodnje Bukev - pl. B	52,7 18,6 %	162,3 57,2 %	- 0 %	43,4 15,3 %	- 0 %	- 0 %	25,2 8,9 %	283,5 100 %
Kočevska Reka								
Preža - bukev	- 0 %	355,1 75,0 %	- 0 %	33,2 7,0 %	10,6 2,2 %	32,7 6,9 %	41,8 8,8 %	473,5 100 %
Moravške Gred. - bukev	25,4 2,7 %	344,8 37,0 %	- 0 %	462,4 49,6 %	18,3 2,0 %	34,8 3,7 %	45,7 4,9 %	931,5 100 %

Preglednica 5: Minimalne in maksimalne pH vrednosti in koncentracije ionov v talni raztopini na ploskvah na Pokljuki, Zavodnjah in Kočevski Reki vzočene tik pod organskim horizontom in 50 cm globoko

Pokljuka

Ploskev	gl. Cm	pH	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	Al ³⁺ mg/l
sm. sestoj pl. A	O hor.	3.74- 4.68	0.71- 1.30	0.14- 0.34	2.07- 6.66	0.00- 3.28	2.03- 5.57	0.51- 1.74	
sm. sestoj pl. A	50	5.55- 7.70	3.42- 19.07	0.18- 0.42	0.12- 0.83	0.00- 0.94	2.91- 4.29	0.72- 1.48	

Poseka pl. C	O hor.	3.49- 4.70	0.62- 1.98	0.28- 0.50	3.47- 5.47	3.34- 14.18	1.30- 4.41	0.49- 1.13	
Poseka pl. C	50	4.04- 5.42	0.98- 2.60	0.26- 0.54	0.00- 1.01	3.03- 13.75	3.91- 5.90	0.43- 1.18	

Zavodnje

ploskev	gl. cm	pH	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	Al ³⁺ mg/l
sm. sestoj Zavodnje	O hor.	4,18 - 5,14	2,26 - 3,30	0,53 - 0,78	0,25 - 4,17	0,20 - 1,40	16,14 24,44	0,42 - 1,50	1,90 - 3,28
sm. sestoj Zavodnje	50	4,95 - 6,82	4,56 - 5,96	0,06 - 0,41	0,08 - 1,64	0,14 - 0,23	15,84 19,25	0,54 - 1,31	0,02 - 0,14

bu. sestoj Zavodnje	O hor.	4,18 - 4,63	2,26 - 3,30	0,31 - 0,90	0,27 - 3,14	0,14 - 0,55	8,60 - 14,95	0,21 - 0,73	0,61 - 2,50
bu. sestoj Zavodnje	50	5,10 - 7,11	2,11 - 7,51	0,49 - 1,61	0,02 - 1,46	0,00 - 1,02	9,08 - 11,43	0,35 - 0,72	0,00 - 0,21

Kočevska Reka

Ploskev	gl. cm	pH	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	Al ³⁺ mg/l
bu. sestoj Preža	O hor.	5,93- 6,44	0,00- 2,07	0,00- 1,68	0,00- 4,31	0,00- 2,67	0,00- 3,65	0,00- 3,13	0,00- 0,51
bu. sestoj Preža	50	5,74- 7,92	0,00- 15,60	0,00- 3,74	0,00- 1,35	2,30- 11,46	0,00- 12,35	0,00- 2,61	0,00- 0,35

bu. sestoj M. Gredice	O hor.	4,75- 5,78	0,72- 2,14	0,12- 0,33	0,34- 2,56	0,00- 2,34	0,99- 2,98	0,34- 1,59	0,25- 0,57
bu. sestoj M. Gredice	50	5,00- 5,72	0,42- 1,94	0,28- 0,62	0,07- 0,54	0,00- 1,48	4,94- 7,43	0,70- 1,66	

Poleg kemijskih lastnosti tal in talne raztopine smo na izbranih stalnih raziskovalnih ploskvah nabrali vzorce smrekovih iglic, ki nam podajo prehransko stanje drevja ter z njimi oceno imisij onesnaženega zraka v gozd (SO₂, NO_x ...). V preglednici 6 so prikazane vsebnosti makrohranil dušika (N), fosforja (P), kalija (K), kalcija (Ca), magnezija (Mg) ter žvepla (S) in razmerja med N / P in N / S.

Preglednica 6: Povprečne vsebnosti makrohranil v smrekovih iglicah tekočega letnika vzorčenih na Pokljuki (n = 5, jesen 1995), na Zavodnjah (smreka in bukev, n = 5, jesen 199) in na točkah osnovne 16 x 16 km mreže Slovenije (n = 150, 1995 l.)

raziskovalna ploskev	n	s.m. ¹ mg	N mg/g	P mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	S mg/g	N / P	N / S
Pokljuka pl. A	5	4.384	12.7	1.22	6.94	3.96	0.84	1.04	10.4	12.2
Zavodnje, smreka	5		14.8	0.89	7.98	8.71	1.44	2.59	16.6	5.7
Zavodnje, bukev	5	3.198	11.1	1.40	3.90	4.09	1.54	2.39	7.9	4.6
Slovenska 16 x 16 km mreža	150		12.7	1.26	6.55	6.18	1.11	1.23	10.1	10.3

¹ suha teža 1000 smrekovih iglic

5.4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Na raziskovalnih ploskvah na Pokljuki, Zavodnjah in Kočevski Reki smo v obdobju 1996–1998 prebili približno 100 terenskih dni. Na stalnih raziskovalnih ploskvah smo mesečno vzorčili sestojne padavine, talno vodo in opad. Vzorce iglic in listja smo nabrali za foliarne analize. V pedološkem laboratoriju GIS smo izvedli več kot 5500 analiz padavin in talnih raztopin. Vzorce smo združevali v združene vzorce glede na mesto vzorčenja iz devetih (sestojne padavine in talna raztopina), šestih (vzorci snega), petih (tok vode po deblu) ter treh podvzorcev za opad. V preglednicah 1 – 6 so prikazani analizni rezultati opada, padavin, talne raztopine in iglic ter listja drevja. Posamezni rezultati analiz so zapisani v datoteki »Rizosfera« in so shranjeni na GIS.

5.4.1 Pokljuka

Na Pokljuki so bile meritve opravljene na ploskvi s smrekovim debeljakom (pl. A) in ploskvi na poseki (pl. C) nekaj pa tudi na ploskvi z mladjem (pl. B). Na temelju začetnih raziskav talnih lastnosti (URBANČIČ) in snovnega toka (depozit, talna raztopina) je kljub temu mogoče ugotoviti, da gre pri ploskvi B za vmesni stadij med razvojnim fazama poseka in debeljak. V preglednicah 1 in 2 so prikazane količine padavin za smrekov sestoj (pl. A), poseko (pl. C) in na prostem (pl. D). Letna količina padavin je za obe obdobji meritev (96/97 in 97/98) nekoliko nizka (1645 mm in 1278 mm) v primerjavi z večletnim povprečjem, ki se giblje približno 2000 mm padavin na leto. Problemi zaradi pravilne ocene količine padavin nastopijo predvsem v zimskih mesecih, ko zaradi toplih dni in posebne oblike vzorčevalnikov za sneg del že zajetega vzorca lahki izhlapi iz posod za prestrezanje snega.

Na ploskvi s smrekovim sestojem (pl. A) je nerazgrajeni opad (Ol), ki ga na ploskvi na poseki (pl. C) kljub kratkemu obdobju od sečnje (leta 1995) ni več (Olf). Po Wittichu (MRŠIČ 1997) se smrekove iglice razgrajujejo relativno hitro glede na ostale iglavce (najpočasneje se macesnove iglice), vendar še vedno počasneje od večine listja listavcev. Reakcija tal (pH v raztopini CaCl_2) je zlasti v za nas zanimivi plasti korenin (do globine 50 cm) nizka in kaže na to, da so tla v aluminijevem in železovem izravnalnem območju (pH vrednost tal je manjša od 4.2). V takšnem območju naj bi se proces nitrifikacije zmanjšal, acidofilne rastline pa naj bi imele poškodovane korenine. Toksično delovanje aluminija je odvisno od pH vrednosti, oblike aluminija, razmerja Ca / Al in tudi od vsebnosti organskih snovi. Več kot je kalcija in organske snovi manjše je škodljivo delovanje aluminija na koreninski pletež rastlin, kljub relativno visokim koncentracijam različnih oblik aluminija v talni raztopini. Na ploskvi A se v primerjavi s ploskvijo C kopičijo organske snovi, razmerje $\text{C} : \text{N}$ je večje oz. enako 25, kar je ob nizki pH vrednosti vzrok nastajanja surovega humusa (razmerje C / N na

ploskvi je 25 – 50). Na ploskvi C je razmerje C / N nižje (18 – 23), kar kaže, da nastaja prhlina.

Preglednica 3 prikazuje povprečne vrednosti mase opada, posušenega pri 40° C. Masa opada za obdobje junij – december 1996 je večja od tiste, ki smo jo prestregli v lovilnike opada v letu 1997 in manjša kot v letu 1998. Ti rezultati kažejo na to, da je masa opada glede na obdobja vzorčenja zelo variabilna količina, saj je odvisna od številnih dejavnikov kot so veter, žled, sneg itn. Razmerja med maso opada na poseki in maso opada v sestoji ter deleži sestavin opada na ploskvi v sestoji, so si za obdobja vzorčenja podobna in znašajo od 15 do 23 %. Največji delež opada v smrekovem sestoji predstavljajo smrekove iglice (73 %), ki so v tem primeru tudi največji vir vnosa hranil v gozdna tla. Ocenjujemo, da je na ploskvi s smrekovim sestojem v letu 1997 z opadom prišlo v gozdna tla približno 2 g dušika (ocena), leta 1998 pa 4,9 g (49 kg / ha leto) na kvadratni meter tal, kar je podobno rezultatom iz tuje literature; npr. za *Picea mariana* 3 – 4 g / m² (ARCHIBOLD 1995), za Hubbard Brook 5,4 g / m² oz. 54.2 kg / ha leto (55 let star gozdni ekosistem; LIKENS / BORMAN 1995). V preglednici 1 in 2 vidimo, da je letni vnos dušika s padavinami na Pokljuki na ploskvi s smreko od 11 do 12 kg dušika na ha, kar je dvakrat oz. štirikrat manj kot z opadom (20 in 49 kg / ha letno). Letni vnos žvepla v smrekov sestoj na Pokljuki pa je s padavinami od 12 do 15 kg na ha, z opadom pa od 1,2 do 4,0 kg žvepla (ocena velja le za foliarni del opada).

Preglednica 6 prikazuje vsebnosti hranil v smrekovih iglicah na Pokljuki na ploskvi A. Kaže, v kolikšni meri sprejema drevje hranila iz tal in talne raztopine. Na tej ploskvi sta vsebnosti dušika in fosforja pomanjkljivi in sta blizu povprečij za smrekove iglice slovenske 16 x 16 km mreže. Vsebnosti magnezija so nižje od normalnih, kar kaže na slabo preskrbljenost drevja s tem hranilom (kritična vsebnost je 0.6 mg / g vzorca). Vsebnosti žvepla kažejo, da je obravnavano drevje v območju nizkih imisij onesnaženega zraka. Iz rezultatov je mogoče tudi zaključiti, da drevje na ploskvi A, kljub predvidoma upočasneni mineralizaciji, sprejema dovolj hranil za svoj obstoj in razvoj. Večina razmerij med hranili v smrekovih iglicah je namreč v optimalnem območju. Na to kažejo razmerja N / P, N / S, N / K, N / Ca in N / Mg, ki so po Hüttelu v optimalnih območjih (SIMONČIČ 1997).

Humus kot najaktivnejši del tal vpliva na razvoja tal. Z delno ali popolno mineralizacijo organske snovi se sproščajo dušik, fosfor in druge snovi (MRŠIČ 1997). Razlike v hitrosti razkroja organske snovi na ploskvah nakazujejo tudi rezultati kemijske analize talne raztopine (preglednica 5). Izstopajo razlike v vsebnosti NO₃ v tleh na poseki, če jih primerjamo s tisto v tleh smrekovega sestoja. Na poseki se nitrati spirajo po vsem profilu (tik pod organsko plastjo in na globini 50 cm), medtem ko je na ploskvi s smrekovim sestojem koncentracija nitratov nizka. Koncentracije nitratov v talni raztopini so bile na poseki najvišje poleti. V sestoji so bile najvišje koncentracije nitratov v mesecu maju, ostale mesece pa so bile vrednosti podobne. Nižje

koncentracije NH_4^+ v globini 50 cm na obeh ploskvah v mineralnem delu tal razlagamo s prehajanjem amonija v rastline ter s procesom nitrifikacije. Od ostalih ionov odstopajo koncentracije Ca^{2+} na pol metra globine na ploskvi s smrekovim sestojem. Visoke koncentracije so posledica talnih lastnosti oz. matične podlage (karbonatna podlaga, URBANČIČ).

Rezultati nakazujejo vpliv sanitarne sečnje v letu 1995 na morfologijo in kemijske lastnosti tal (debelina plasti O1, kvaliteta organskega horizonta, razmerje C / N, vsebnosti C_{tot} ...) pa tudi na procese mineralizacije (povečane koncentracije NO_3) in spiranje nitrátov s tal. Vnos snovi z opadom na tla poseke je bil v primerjavi z vnosom snovi na tla v sestoji manjši za 4 – 6 krat. Iznos dušika v obliki nitrátov še ni izračunan zaradi neocenjenega masnega toka v tleh. Na ploskvi, kjer je bila izvedena sanitarna sečnja, je jasno izražena pospešena mineralizacija in razkroj organske snovi.

5.4.1 Zavodnje, Kočevska Reka in Pokljuka

V preglednici 1 in 2 so analizni rezultati padavin predstavljeni v obliki kumulativne letne depozicije na prostem in v sestojih. Najnižje pH vrednosti padavin so na Zavodnjah na ploskvi s smreko in macesnom, v bukovem sestoji ter na prostem, kar je posledica vpliva imisij onesnaženega zraka. Nekoliko večje so minimalne pH vrednosti padavin na Pokljuki, največ pa so najmanjše pH vrednosti v Kočevski Reki, kar kaže na razmeroma čisto okolje in odsotnost t. i. »kislih padavin« (padavine so kisle, če je pH vrednost manjša od 5.6). Na Pokljuki in Kočevski Reki je pH vrednost padavin na prostem nižja od pH vrednosti sestojnih padavin, medtem ko to ne velja za Zavodnje (blažilni učinek spiranja iglic). Po pričakovanju pade največ padavin na Pokljuki, nato sledi Kočevska Reka, najmanj padavin pa smo izmerili na Zavodnjah. Pri ocenah količin padavin moramo biti previdni, saj imamo na razpolago le rezultate, za zadnji dve leti ter metodologijo, ki je nezanesljiva v toplih zimskih mesecih.

Vnosi dušika v NO_3 in NH_4 obliki so najmanjši na Pokljuki (približno 10 kg / ha leto), nato sledijo vnosi na Kočevski Reki (6,5 – 12,9 kg / ha leto). Velike razlike so se pojavile med vnosi na ploskvi na prostem ter v bukovem sestoji na karbonatni podlagi (Preža). Največji vnos dušika smo izmerili na Zavodnjah v sestoji smreke in macesna kar povezujemo z onesnaženim zrakom. Prav tako je na tej ploskvi tudi največji vnos žvepla v sulfatni obliki (24 – 26 kg / ha letno), kar je posledica bližine TE Šoštanj, na Pokljuki in Kočevski Reki pa je podoben (9,5 – 12,5 kg / ha letno). Predvidevamo, da vnosi dušika in žvepla s sestojnimi padavinami v Kočevski Reki (ploskev Preža) predstavljajo današnje »naravno ozadje« za Slovenijo.

Če primerjamo meritve vnosa žvepla in dušika s sestojnimi padavinami na Zavodnjah za obdobje 1994-95 z meritvami obdobja 1996-98 vidimo, da se je vnos žvepla zmanjšal s 30 kg na 25 kg, vnos dušika pa z 22 kg na 10 - 15 kg na ha letno. Takšne

razlike pripisujemo rednejšemu delovanju čistilnih naprav na IV. bloku TE Šoštanj. Če primerjamo vnose žvepla in dušika v gozdne ekosisteme pri nas in v tujini vidimo, da so naši vnosi predvsem glede dušika nizki, saj običajno v Nemčiji in Nizozemskem presegajo 30 kg na ha letno, predvsem zaradi bližine kmetijskih površin (Sollingen, Höglwald, Kootwijk; SIMONČIČ 1996).

Pri pregledu preglednice s poprečnimi vrednostmi mase opada vidimo (preglednica 4), da so rezultati glede mase iglic oz. listja podobni za ploskve Moravske Gredice in Preža v Kočevski Reki (bukev) ter smrekov debeljak na Pokljuki. Skoraj za polovico manj je opada (iglic in listja) na obeh ploskvah na Zavodnjah, kar ustreza razliki mas 1000 smrekovih iglic posušenih pri 40°C na Pokljuki in Zavodnjah (preglednica 6). C / N razmerje tal je na Zavodnjah na smrekovi ploskvi večje od 25 (surovi humus), na bukovi pa nekoliko ožje (prhlina). Glede na dane razmere na Zavodnjah (nizka pH vrednost tal, široko C / N razmerje, dolgotrajni vnosi »kislih padavin«, manjši vnosi snovi z opadom, vpliv steljarjenja, nasičenost tal z žveplom itn.) in na Pokljuki (nizke povprečne temperature zraka, monokultura smreke, široko C/N razmerje, debelejša organska plast tal), je proces mineralizacije, razkroj organske snovi upočasnen kar vpliva na hitrost kroženja snovi. Na obeh ploskvah v Kočevski Reki pa poteka intenzivnejši vnos snovi z opadom, saj je samo ocena vnosa dušika zaradi odpadlega bukovega listja 51-55 kg N / ha letno.

Za ploskvi Preža z bukvijo v Kočevski Reki (karbonatna matična podlaga) in smrekov debeljak na Pokljuki so značilne visoke koncentracije kalcija (Ca^{2+}) v talni raztopini v globini 50 cm (15,6-19,1 mg/l). Tudi na Zavodnjah so v talni raztopini na globini 50 cm na obeh ploskvah povečane koncentracije Ca^{2+} in Mg^{2+} (5,96-7,51/1,61). Ker je na Zavodnjah matična podlaga tonalit (kisla), je proces spiranja ionov relativno »bolj izražen« ter prispeva k iznosu hranil iz gozdnih tal. Poleg Glede dušika v NH_4^+ in NO_3^- obliki so najvišje koncentracije v tleh na poseki na Pokljuki ter v bukovem sestoju na Preži (Kočevska Reka). Na prvi ploskvi poteka mineralizacija hitreje, dušika pa se spira s tal predvsem v nitratni obliki, kar je običajno za procese v gozdnih tleh po poseku drevja. Zlasti močno je izražen proces v prvih dveh letih po poseku, v tretjem letu pa so se v talni raztopini znižale koncentracije nitratov. Tudi na Preži (Kočevska Reka) sta močneje izražena procesa spiranja dušika (v NO_3^- obliki) in razkroja organske snovi. Na Zavodnjah je v dušik talni raztopini predvsem v obliki NH_4^+ . Na obeh ploskvah pa so visoke koncentracije žvepla v sulfatni obliki (24,4 mg l⁻¹/ 19,3 mg l⁻¹), ki se s spira s tal oz. prehaja v rastline posredno (preko talne raztopine) in neposredno ($\Rightarrow \text{SO}_2$; visoke foliarne vsebnosti žvepla – preglednica 6). Gozdna tla na Zavodnjah ne morejo vezati vsega vnešenega žvepla (25 kg / ha letno s sestojnimi padavinami in 3,1 kg / ha letno z opadom), ki v sulfatni obliki zaradi zasičenosti preprosto »steče« skozi tla. Prav tako so visoke koncentracije sulfatov na obeh ploskvah na Kočevski Reki zlasti na globini 50 cm, kar kaže na spiranje tega hranila.

Ocena, ki jo lahko naredimo na osnovi izredno kratkotrajnih meritev za tako kompleksne in zapletene raziskave procese v gozdu je, da je hitrost kroženja snovi največja na ploskvi Preža na Kočevski Reki. Najintenzivnejši procesi razkroja organske snovi potekajo na Pokljuki na poseki iz leta 1995. Takšno stanje se nato v nekaj letih spremeni, saj smo po treh letih po poseku ugotovili, da se proces mineralizacije umirja, koncentracije dušika v NO_3^- in NH_4^+ obliki pa se zmanjšujejo. Na ploskvi s smrekovim debeljakom pa je kroženje snovi počasnejše zaradi rastiščnih dejavnikov zato se kopiči opad, prisoten je surovi humus, itn. Na Zavodnjah je viden vpliv onesnaženega zraka, kjer so tla zasičena z žveplom, ki se v veliki meri spirira oz iznaša s talno raztopino iz gozdnih tal.

5.5 VIRI

1. ANON., 1988. Monitoring of soil water chemistry and ion fluxes in forests. Technical University of Denmark, 81 s.
2. ARCHIBOLD, O.W., 1995. Ecology of World Vegetation. Chapman & Hall, London, 510 s.
3. BLUM, W. E. H. / SPIEGEL, H. / WENZEL, W. W., 1989. Bodenzustandsinventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich. - Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, s. 48-74.
4. ECE-ICP, 1994. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. - Hamburg, Praga, UN ECE-ICP Programme Coordinating Centers, 177 s.
5. ECE-ICP, 1993. Manual for Integrated Monitoring. Programme Phase 1993-1996. -Helsinki, UN ECE-ICP, Environment Data Center, National Board of Waters and the Environment, 114 s.
6. LIKENS, G / BORMANN, H., 1995. Biogeochemistry of a Forested Ecosystem. New York, Springer-Verlag, 159 s.
7. GOMIŠČEK, S., 1997. Onesnaženost zraka v Triglavskem narodnem parku in njen vpliv na gozd in vodo - Atmosfera in nacionalni park. Zaključno poročilo projekta. MOP, EU, TNP, Ljubljana, 133 s.
8. LIU, S. / MUNSON, R. / JOHNSON, D. / GHERINI, S. / SUMMERS, K. / HUDSON, R. / WILKINSON, K. / PITELKA, L., 1991. Application of a nutrient cycling model (NuCM) to a northern mixed hardwood and a southern coniferous forest. *Tree Physiology* 9, s. 173-184.
9. MANOHIN, V., 1958. Klima Pokljuke.- V: Kompleksna raziskovanja smrekovih sestojev na Pokljuki, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, s. 5 – 21.
10. MEIWEIS, K.J. / KÖNIG, N. / KHANA, P.K. / PRENZEL, J. / ULRICH, B., 1984. Die Erfassung des Stoffkreislaufs in Waldökosystemen, Konzept und Methodik. Göttingen, Institut für Bodenkunde und Waldernährung, s. 70-140.
11. MRŠIČ, N., 1997. Živali naših tal. - Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 416 s.
12. MYROLD, D.D., 1990. Effects of Acidic Deposition on Soil Organisms. Mechanisms of Forest Response to Acidic Deposition. Springer - Verlag, New York Inc., s. 163-187.
13. PUXBAUM, H. / HALBWACHS, G. / GLATZEL, G. / LOFFLER, H. 1983. Saure Niederschläge - Vorkommen und Auswirkungen. *Österreichische Chemie -Zeitschrift*, 84, 2, s. 33-43.
14. SIMONČIČ, P., 1996. Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislinskih odločin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* (L.) Karst.) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) v vplivnem območju TE Šoštanj. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 156 s.
15. SIMONČIČ, P., 1997. Preskrbljenost gozdnega drevja z mineralnimi hranili na 16 x 16 km mreži. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 251-278.
16. TARMAN, K., 1992. Osnove ekologije in ekologije živali. Ljubljana, DZS, 547 s.
17. URBANČIČ, M. / KUTNAR, L., 1997. Odsev rastiščnih dejavnikov v rastlinski sestavi poključkega subalpskega smrekovega gozda na stalni raziskovalni ploskvi pri barju "Šijec".- Gozdarski vestnik, 55, 1, s. 2 – 23.

18. ULRICH, B., 1983. Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluss des "sauren Regens". Allgem. Forst Zeitschr., s. 670-677.
19. ZUPANČIČ, M., 1982. *Sphagno-Piceetum* R. Koch 1954 v Sloveniji. Biološki vesnik, Ljubljana, s. 137-150.

Zahvala

Predstavljene raziskave so sestavni del projekta »Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda (L4-7402, 1996/98), ki sta ga sofinancirali MZT in MKGP. Zahvaljujem se sodelavcem N. Rotar, M. Debeljak-Špenko, Z. Sternšku iz pedološkega laboratorija GIS ter vsem drugim, ki so s svojim delom in idejami pripomogli k izvedbi projekta.

Opravljeno delo pomeni za vse nas nov začetek saj so se pri delu odprla številna vprašanja na katere želimo odgovoriti v prihodnje.

6 PESTROST IN POMEN BIOKOMPONENTE V GOZDNIH TLEH IN RIZOSFERI

Hojka KRAIGHER, Polona KALAN, Andrej PILTAVER, Alenka MUNDA, Matej RUPEL, Samar AL SAYEGH PETKOVŠEK, Tadeja TROŠT, Urška VILHAR

6.1 POMEN MICELIJA MIKORIZNIH GLIV V GOZDNIH TLEH

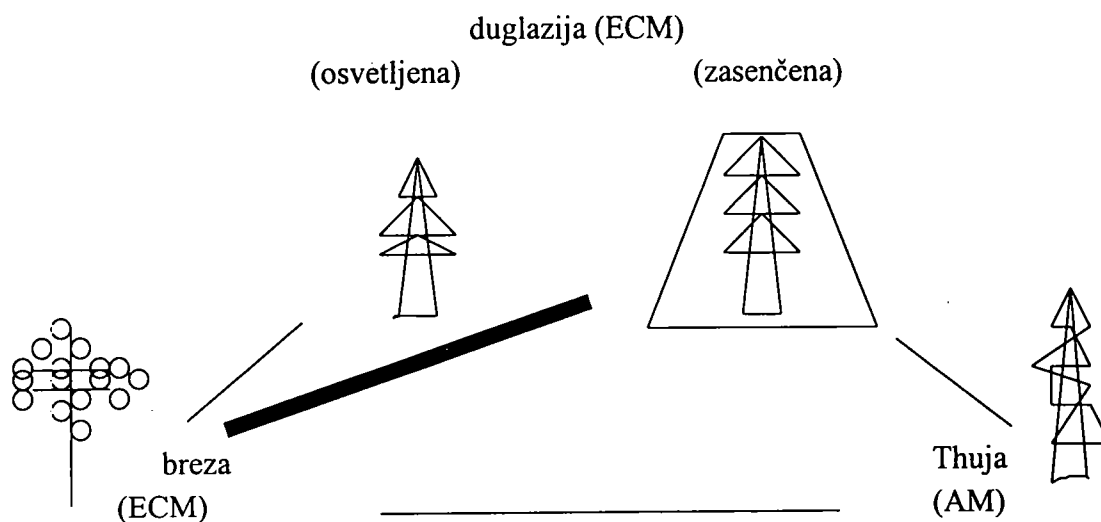
Hojka KRAIGHER

Micelij mikoriznih gliv predstavlja osnovno povezovalno komponento v gozdnih ekosistemih, med gozdnim drevjem, pritalno vegetacijo in dekompozitorji v gozdnih tleh (AMARANTHUS / PERRY 1994). V različnih sukcesijskih fazah gozda ter pod vplivi različnih stresnih dejavnikov se vrstna sestava in pogostost pojavljanja mikoriznih gliv spreminja. Učinkovitost sožitja med glivo in rastlino je odvisna od vrste glivnega partnerja (GIANNINAZZI-PEARSON 1984), zato je identifikacija le-tega nujna pri študiju fiziologije gozdnega drevja in delovanja gozdnih ekosistemov. Posamezni tipi ektomikorize se ločijo po svojih morfoloških, anatomskih in fizioloških značilnostih, identifikacija pa je mogoča na osnovi anatomskih in morfoloških značilnosti ter analiz DNA z molekularnimi tehnikami (KRAIGHER 1996).

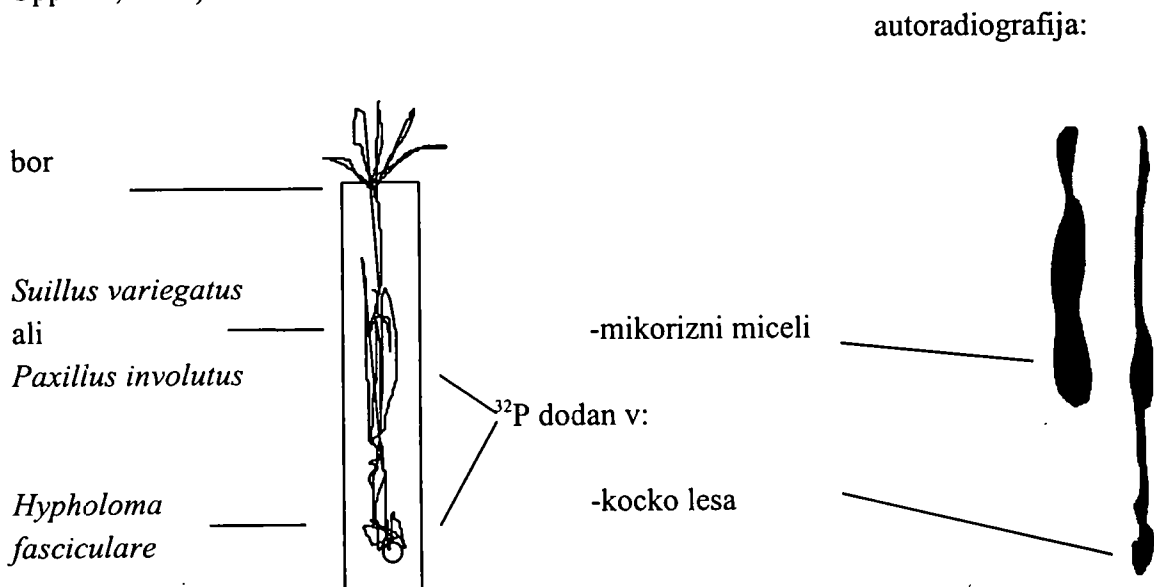
Posamezne oblike mikorize prevladujejo v določenih ekosistemih in talnem okolju. Za produktivne ekosisteme, v katerih prihaja do hitrega kroženja, lahko tudi spiranja hranil iz tal, je značilna endomikorizna oblika, predvsem vezikularno-arbuskularna (VAM) oblika mikorize (READ 1991). Glive, ki nastopajo v tej mikorizi, so specializirane za hiter sprejem posameznih hranil in njihovo posredovanje makrosimbiontu, višji rastlini. V starejših sukcesivnih fazah pa prevladuje ektomikoriza, oblika mikorize, ki je specializirana za sprejem in posredovanje organsko vezanih hranil (READ 1991). Dokazano je bilo tudi posredovanje asimilatov med posameznimi vrstami višjih rastlin preko skupnega micelija mikoriznih gliv, npr. od osvetljene breze k zasenčeni duglaziji (SIMARD 1996) (Slika 1).

Zanimivi so vplivi motenj na mikorizo, npr. vplive požara, gozdnotehničnih ukrepov ipd. Nedavno so dokazali sposobnost mikoriznih gliv za sprejem hranil (fosforja) iz dekompozitorskih gliv, medtem ko prenos v obratni smeri ni bil mogoč (Slika 2). Razkrajajoči se les predstavlja tudi življenjski prostor za male sesalce, ki so pomembni prenašalci glivnih trosov večjega števila podzemnih gliv. Negativno vplivajo na glivno rast tudi zbijanje tal zaradi gozdnih del ter erozija ali poškodovanje zgornjih horizontov tal. Vpliv požara na populacijo ektomikoriznih gliv je odvisen od dolžine in intenzitete požara, kakor tudi od talnih lastnosti. Večina ektomikorize prevladuje v zgornjih organskih horizontih tal, delež organske snovi, ki se izgubi iz posameznega rastišča, lahko vpliva na populacije ektomikoriznih gliv. Velik vpliv na preživetje ektomikorize ima prisotnost razkrajajočega se lesa, ki ostane na posameznem rastišču po požaru. V požarih leta 1987 v Kaliforniji in Oregonu so npr. ugotovili, da je bila v razkrajajočem se lesu do 25% višja vlaga kot v mineralnem sloju tal, ter da je predstavljal razkrajajoči se les center širjenja ektomikorizne aktivnosti pri obnovi vegetacije (AMARANTHUS 1992).

Slika 1: Neto prenos asimilatov iz breze v zasenčeno duglazijo (^{13}C , ^{14}C ; po SIMARD et al., Nature, 1997)



Slika 2: Interakcije med mikoriznimi in dekompozitorskimi glivami (^{32}P ; po LINDAHL et al, Uppsala, 1998)



Delež posameznih vrst ektomikoriznih gliv se spreminja kot posledica motenj. Različni vplivi okolja lahko preprečijo tvorbo mikorize s posameznimi vrstami gliv in pospešijo tvorbo mikorize z drugimi vrstami (npr. AMARANTHUS / PERRY 1994, KRAIGHER 1997 idr.). Zlasti je zmanjšan delež mikorize na rastiščih, kjer je prisotnih le majhno število mikoriznih gliv. Pestrost mikoriznih tipov je pogosto navezana tudi na strukturno pestrost in različnost habitatov v gozdnih ekosistemih. Ostanke debel npr. lahko bistveno prispevajo k aktivnosti mikoriznih gliv, predvsem v času suše.

V sušnih predelih je aktivnost mikoriznih gliv odvisna od časa za produkcijo spor, kalitev in optimalno rast micelija. Omejitev tega časa lahko predstavlja omejitev pri tvorbi mikorize ob sadnji sadik. Sadike v vlažnejših predelih lahko dlje preživijo brez mikorize, kot tiste v sušnih predelih. Vlaga v tleh vpliva tudi na sprejem nekaterih hranil v mikorizo. Podobno lahko na preživetje sadik vpliva nizka temperatura, pri kateri lažje preživijo mikorizne sadike, ki že v kratki vegetacijski dobi lahko sprejmejo zadovoljive količine vode in hranil. Za preživetje sadik je mikoriza najpomembnejša prav v predelih, kjer sta omejujoča dejavnika vlaga in temperatura (AMARANTHUS / PERRY 1994).

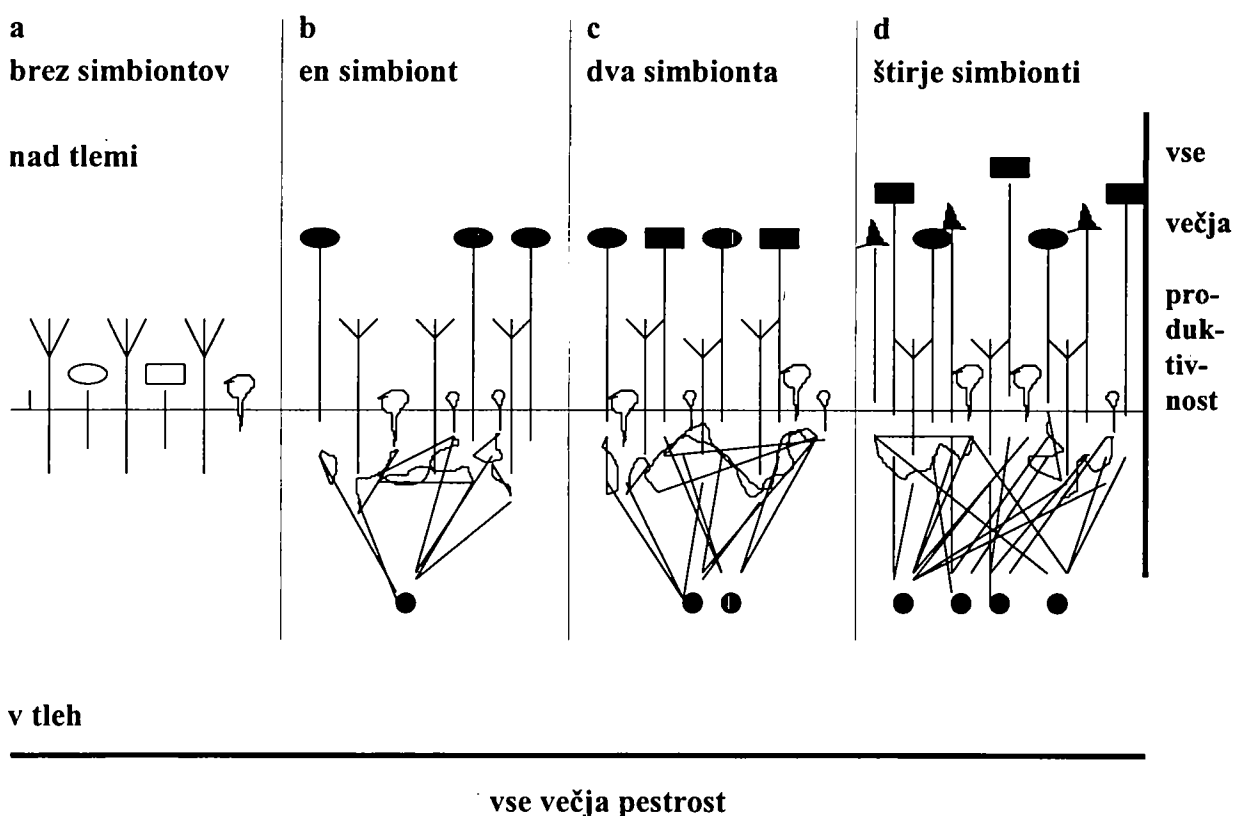
O preživetju mikoriznega inokuluma na področjih, kjer je prišlo do izgube makrosimbionta, višje rastline, za daljši čas, je malo znanega. Mikorizni potencial takih rastišč je bil odvisen od pretekle združbe rastlin (AMARANTHUS 1992). Analizirali so npr. tvorbo mikorize in rast sadik duglazije na rastiščih s podobno vsebnostjo vlage v tleh in temperaturo, vendar različno sestavo vegetacije pred sadnjo: na enem rastišču je prevladovala vrsta z erikacejsko mikorizo, na drugem pa trave. Preživetje sadik eno leto po sadnji in rast po treh letih sta bila ca 50% večja na rastišču z erikacejsko zgodovino. Velike so bile tudi razlike v tipih ektomikorize. Na 'erikacejskih' rastiščih je prevladoval tip ektomikorize z glivo iz rodu *Rhizopogon*. Za nekatere vrste gliv iz tega rodu je bilo dokazano, da vplivajo na nižji vodni stres in boljše preživetje sadik po sadnji. Ključnega pomena za uspeh sadnje na rastiščih, kjer je obnova otežkočena, je hitra tvorba ektomikorize z glivami, ki so prilagojene na določene rastiščne pogoje. Nekatere grmovne vrste lahko delujejo kot biološki viri za ohranjanje mikoriznih vrst gliv in tudi drugih organizmov v mikorizosferi.

Na rastiščih, kjer prihaja pogosto do požarov, so med ostalimi mikroorganizmi v tleh posebno pomembni fiksatorji dušika, saj močnejše požare spremlja predvsem velika izguba dušika iz tal. Pomembne so tako prostoživeče vrste bakterij, fiksatorjev dušika, npr. *Azospirillum* spp., kot simbiotske vrste, npr. *Frankia* spp., ki uspeva v Sloveniji predvsem v simbiozi z jelšami in rakitovcem, in vrste *Rhizobium - Bradyrhizobium*, ki uspevajo z vsemi metuljnicami, med katerimi je na Krasu predvsem pogosta *Robinia*, pojavlja se tudi nagnoj ter večje število grmovnic. Ostali mikroorganizmi v mikorizosferi pa so pomembni tako zaradi sodelovanja pri sprejemu hranil oziroma sodelovanju pri preperevanju matičnega substrata, npr. skupina bakterij, ki skupaj z ektomikoriznimi glivami in aktinomicetami vplivajo na pospešeno preperevanje magmatskih kamnin (npr. 'glive - skaložerji' - JONGMANS et al 1997, SIMARD / LI, Plant & Soil, v tisku) in veliko število bakterij, ki prispevajo k hitrejši tvorbi mikorize (bakterije, pomočnice mikorizaciji) ali na splošno k boljši rasti rastlin (rizobakterije, pomočnice rasti rastlin) (GARBAYE 1994, PEROTTO / BONFANTE 1997).

Prispevek k raziskavam pomena VA mikoriznih gliv v terestričnih ekosistemi ('wood-wide-web' oz. 'plants on the web' - rastline na micelijski mreži) je bil objavljen nedavno (VAN DER HEIJDEN et al 1998). Različne vrste VA mikoriznih gliv so različno vplivale na različne vrste višjih rastlin. Rezultat sprememb v sestavi VA mikoriznih gliv je bil v statistično značilno spremenjeni sestavi rastlinskih združb. Torej lahko z dodajanjem ugodnih

vplivov vsake od glivnih vrst pričakujemo, da se biodiverzitetnost rastlin in produktivnost ekosistema zviša z večanjem števila glivnih simbiotov. Osnova različnih vplivov na makrosimbionta je različna učinkovitost sožitja, kot je bilo predhodno dokazano npr. pri sprejemu fosforja, hormonalni regulaciji ipd. Vendar je situacija v naravi dosti bolj kompleksna. Mikorizne glive lahko vstopijo v korenine večine vrst rastlin. Rezultat tega je, da je večina rastlin v neki združbi bolj ali manj sočasno koloniziranih z mikoriznimi glivami, in, bolj pomembno, vse te rastline so tudi medsebojno povezane z zunanjim micelijem teh gliv, ki tvori povezovalno mrežo med površino korenin, tlemi in posameznimi, mozaično razporejenimi viri hranil (organskih in anorganskih - preperevanje matične kamnine!).

Slika 3: Rastline na mreži - vplivi pestrosti vrst gliv na biodiverzitetnost in produkcijo rastlin (komentar D.J.READ-a na članek VAN DER HEIJDEN et al, Nature, 1998)



Ne glede na fiziološke osnove različna funkcionalna kompatibilnost sožitja lahko razloži stimulatorne učinke na rastlinsko vrsto kakor tudi vpliv vrstne pestrosti gliv na pestrost in strukturo rastlinske združbe. READ (1998) v komentarju k navedenemu članku (Slika 3) ugotavlja, da je, čeprav še ni povsem jasne slike o vplivu biodiverzitetnosti na delovanje posameznih ekosistemov, iz sorodnih poskusov razvidno, da so floristično bogati sistemi bolj produktivni, kažejo večjo stabilnost v stresnih pogojih in bodo verjetno bolje reagirali na probleme ob povišanju atmosferskega CO₂. Zelo verjetno je pestrost glivne komponente v tleh pogoj za ohranjanje floristične pestrosti v terestričnih ekosistemih.

Čeprav se pri večini rastlinskih vrst lahko razvije mikorizna simbioza in na ta način postanejo vezni člen v podtalni micelijski mreži, nekatere od mikoriznih gliv vzpodbudijo bolj pozitivne odgovore pri eni rastlinski vrsti kot pri drugi. Zaradi teh razlik v funkcionalni kompatibilnosti lahko večanje števila mikoriznih vrst gliv (v zgornji shemi prikazanih le do štirih) prispeva k boljšemu preživetju in vitalnosti progresivno vse večjega števila rastlinskih vrst. V odsotnosti simbiotov (a) dominirajo rastlinske vrste, ki so relativno neodvisne od mikoriznih gliv (npr. trave). Dodajanje glivnih vrst in večanje njihovega števila (b-d) progresivno povečuje število bolje povezanih rastlinskih vrst na račun trav. Pozitivna povratna zveza na povečevanje števila vrst gliv lahko prispeva k večji vitalnosti glivne mreže in na ta način k bolj učinkovitemu izkoriščanju talnih virov in večji skupni produktivnosti takega produktivnega ekosistema.

V gozdnih ekosistemih severnega zmernega in borealnega pasu prevladuje ektomikoriza, t.j. mikoriza, za katero sta značilna glivni plašč okoli korenin in labirint hif, Hartigova mreža, okoli celic primarne skorje. Z mešanostjo rastlinskih združb se medsebojno mešajo tudi različne oblike mikorize, pri ektomikorizi pa različni tipi ektomikorize, ki predstavljajo različne vrste gliv v simbiozi.

Vrstna sestava, raznolikost in fiziologija mikoriznih gliv se razlikuje glede na sukcesijsko fazo gozdnih sestojev (LAST *et al.* 1987). V mladju sta kvaliteta opada in hitrost dekompozicije hitra, mikorizne glive so specializirane za hiter sprejem hranil, ki bi se sicer izgubila iz ekosistema. Vrste mikoriznih gliv označuje pionirska ali ruderalna selekcija. Ob prehodu gozdnih sestojev v fazo letvenjaka prehaja sistem vse bolj pod vpliv biokomponente, prihaja do tekmovanja med osebki za hranila, ki vstopajo v notranje kroženje v teh ekosistemih. Vrstna raznolikost mikoriznih gliv je velika, mikorizne glive in njihove avtobionte označuje kompetitivna selekcija. V starejših fazah, v debeljakah, se kompetitivna selekcija prevesi v stresno selekcijo, ki bi jo lahko imenovali tudi 'selekcija sodelovanja' med gradniki teh ekosistemov. Večina hranil je ujetih v notranje kroženje znotraj ekosistema, mikorizne glive so specializirane za sprejem organsko vezanih oblik hranil iz opada in za tvorbo multiplih simbioz med posameznimi komponentami, dekompozitorji, fiksatorji dušika, gozdnim drevjem in vrstami podrasti ter med dominantnimi in subdominantnimi osebki gozdnega drevja. Količina opada je vse večja, kvaliteta manjša, čas za dekompozicijo se daljša. Mikorizne glive, mikorizosfera oziroma hifosfera predstavljajo enega glavnih pogojev stabilnosti v dinamičnem ravnovesju teh ekosistemov.

Učinkovitost sožitja posameznih vrst in sevov gliv v mikorizni simbiozi se lahko razlikuje glede na fiziološke lastnosti glive, populacije rastline ter kombinacijo vrst obeh simbiotov (GIANINAZZI-PEARSON 1984, ALLEN 1991). Od vrste mikorizne glive, njenih morfoloških, fizioloških in ekoloških značilnosti je odvisna odpornost oziroma prilagojenost posameznih tipov ektomikorize na različne pogoje v okolju ter hkrati na učinkovitost sožitja. Kot merilo učinkovitosti se navadno navaja rast mikoriznih sadik v primerjavi z nemikoriznimi oziroma primerjave rasti (MARX 1969, GABROVŠEK / GOGALA 1990), nekaterih fizioloških in biokemijskih parametrov pri sadikah, umetno koloniziranih z različnimi vrstami in izolati mikoriznih gliv (npr. ALLEN *et al.* 1980, DIXON *et al.* 1988,

COLEMAN *et al.* 1990, WULLSCHLEGER / REID 1990, KRAIGHER *et al.* 1991 & 1993, GOGALA *et al.* 1991 idr.). Zato je nujno, da vemo, kateri tipi mikorize se pojavljajo v simbiozi s posameznimi drevesnimi vrstami oziroma njihovo kombinacijo v naravi na različnih gozdnih rastiščih in v razvojnih fazah gozda, na različno obremenjenih tleh in v posameznih drevesnicah.

Pri karakterizaciji in identifikaciji ektomikorize se upoštevajo morfološke in anatomske značilnosti mikoriznega sistema, plašča, izhajajočih elementov in Hartigove mreže na prerezih mikorizne korenine (AGERER 1991). Ključ za identifikacijo ektomikorize, barvni atlas mikorize, izhaja od leta 1987 dalje (AGERER 1987-1998), dopolnjuje se s ključem za določanje ektomikorize na CD računalniškem mediju DEEMY (AGERER / RAMBOLD 1996) in kompletnimi opisi tipov ektomikorize v izvornih publikacijah. Anatomske metode določanja tipov ektomikorize so zelo zamudne in ne privedejo nujno do identifikacije tipa do vrste. zato se v zadnjih letih te metode lahko dopolnjujejo z molekularnimi metodami analiz DNK (KRAIGHER *et al.* 1995).

6.2 TIPI EKTOMIKORIZE S PLOSKEV V KOČEVSKI REKI IN ZAVODNJAH

Samar AL SAYEGH PETKOVŠEK

Vzorčenje tipov ektomikorize je potekalo po enotni metodi s sondo, prostornine 274 ml, s katero je mogoče odvzeti vzorce tal od 0-18 cm globoko. Vzorčenje smo izvedli v letu 1998 po predhodnih krajših opisih tipov ektomikorize iz obeh lokacij. Za izračun smo združili tri vzorce tal, skupno 750 ml vzorca, katerega smo previdno sprali in izločili vse korenine. Korenine smo ločili na nemikorizne, mikorizne in stare nedoločljive, neturgescentne mikorizne korenine. V nadaljevanju so na kratko predstavljeni anatomski opisi tipov ektomikorize ter nato preglednice števila korenin in posameznih tipov ektomikorize.

6.2.1 Kratki opisi tipov ektomikorize s ploskev v Kočevski Reki in Zavodnjah

Tip ektomikorize SLO 804 - SA4

- Mikoriza je svetlo rumene barve. Površina je volnato – bombažasta, hife pa so svetlo rumene do oker barve. Pogosti so svetlo oker rizomorfi, ki se cepijo v filamente iz katerih izhajajo hife. Značilni so delčki zemlji, ki pogostokrat pokrivajo površino mikorizne korenine v celoti, tako da dobimo vtis, da gre za »rumene kupčke zemlje«. Razraščanje je enostavno nerazraslo do monopodialno - piramidalno. Dolžina mikorizne osi znaša od 3.5 do 6 mm, premer mikorizne osi 0.2 mm, dolžina nerazvejanega dela pa je 1 do 3.5 mm (premer 0.2 mm).
- **Hife** so svetle, različnih tipov. Debelina sten je različna, od 0.5 mm do 1 mm, najdemo celo odebeljene stene (3 mm), barva sten je hialinska. Ponekod najdemo intrahifne hife. Premer hif znaša (5.5) 8 do 10 (11) mm, interseptalna dolžina pa (3.5) 11 do 60 mm. Hife so brez zaponk, septe imajo doliporuse. Nekatere hife se zaključujejo globularno, pogosto se vejajo. Najdemo tudi Woronijeva telesca.
- **Plašč** je svetel in plektenhimatski, pogosto so vidni delčki zemlje.
- Površina je prekrita z izhajajočimi hifami, ki imajo globularne bazalne celice z močno odebeljenimi stenami do 3 mm (morda so te izhajajoče hife cistidiji tipa K). S površine izhajajo ponekod **cistidiji**, ki so bolj ali manj sferični oziroma glavičasti (tip F). Zgornja plast je rahlo plektenhimatska do prehodna (pseudoparenhim preide v plektenhim) z iregularno oblikovanimi hifami. Premer hif znaša od 5.5 do 10 mm, so svetle, stene so rahlo sive (debelina znaša do 2 mm). Septe so brez doliporusov.
- Notranje plasti so gosto plektenhimatske, hife potekajo skoraj paralelno. So svetle, tanjše (3 do 4 mm). Septe so brez doliporusov. Najdemo anastomozo tipa A (odprt tip brez hifnega mostička).

- **Rizomorfi** so svetli, premer je več kot 120 mm, premer filamentov 45 mm. Debelina hif v rizomorfih je od 4.5 do 11 mm, interseptalne dolžine hif pa znašajo od 6.5 do 33 mm.
- **Barvne reakcije:** FeSO₄, gvajakol in sulfovanilin – ni reakcije.
- Glede na opis tega tipa ektomikorize ne moremo povezati z nobenim znanim tipom ektomikorize. Glede na prisotnost Woronijevih teles v hifah sklepamo, da gre za *Acosmycete*.
- Tip ektomikorize SLO 804 –SA4 se je pojavil tako v talnih vzorcih z raziskovalne ploskve v Zavodnjah kot tudi v vzorcih z raziskovalne ploskve z Moravskih gredic. Pojavljal se je precej pogosto, z 12.4 % (ZB2) in 17.6 % (Moravske gredice 2) glede na vse določene tipe ektomikorize v standardnem volumnu tal. Obkraj gre za bukov sestoj, tako da lahko morda sklepamo, da gre za tip ektomikorize značilen za bukov sestoj.

Tip ektomikorize SLO 805 –SA5

- Mikoriza je rjave barve in gladka. S površine prekrivane z precej zemlje, izhaja zelo malo svetlih hif. Razraščanje je monopodialno – piramidalno. Dolžina mikorizne osi je do 3 mm (debelina 0.3 mm), dolžina nerazvejanih delov pa od 0.2 do 1.2 mm (debelina je 0.3 mm). Rizomorfov ni.
- **Hife** so svetle, razmeroma tanke. Premer hif se giblje od 2 do 4 mm. Nekatere hife so gladke, druge granulirane. Pogosto se hife vejajo, delčkov zemlje je precej. Zaponk ne najdemo.
- **Plašč** svetel, plektenhimatski do vmesne oblike med plektenhimatskim in pseudoparenhimatskim (iregularna oblika hif – tip H). Ponekod so vidne inflacije (premer inflacij do 13 mm). Interseptalne dolžine hif plašča so od (5) 8 do 35 mm, debelina hif pa znaša 4.5 do 8 mm. Stene so svetle, debeline 1 mm.
- S površine pogosto izhajajo cistidiji tipa D (glavičasti cistidiji z globularno konico). Premer globularnega bazalnega dela cistidijev znaša od 5 do 8 mm, dolžina cistidijev pa je od 20 do 30 mm.
- Zaradi značilne oblike cistidijev sklepamo, da gre za genus *Russula*. Glede na tip cistidijev bi lahko sklepali, da gre ta tip ektomikorize *Russula acrifolia*, vendar ne ustreza morfološko, niti glede na tip plašča.

Tip ektomikorize SLO 807 – SA7

- Mikorizna korenina je prekrita s bleščečim, svetlo rjavim plaščem (zlat ton). Na površini se pogosto vidijo manjše temnejše rjave lise. Ponekod je mikorizna korenina gladka, drugje volnato izhajajo oker hife z mnogo delcev zemlje. Razraščanje je monopodialno – piramidalno. Dolžina mikorizne osi je do 2.5 mm (premer pa 0.3 mm), nerazvejani deli pa so dolgi od 1.2 do 2 mm (premer 0.3 mm) in so rahlo ukrivljeni. Rizomorfi so pogosti. S površine izhajajo pahljačasto (hife se pahljačasto združijo v rizomorfe) in so oker barve.
- **Hife** so svetlo rjave barve, stene so temno rjave. Hife so gladke in brez zaponk. So razmeroma tanke od 2 do 3 mm, interseptalna dolžina hif je do 30 mm. Značilne in pogoste so anastomoze s hifnim mostičkom. Anastomoze so odprtega tipa (brez septe) ali zaprtega tipa (s septo). Pogosto se hife vejajo viličasto ali pravokotno. Na hifah so vidni delci zemlje.
- **Plašč** je tanek, rahlo rjavo obarvan. Je plektenhimatski. Zgornja plast je rahlo plektenhimatska, spodnje plasti pa gosto plektenhimatske. Hife so tanke (2 mm) in se pogosto vejajo.
- **Rizomorfi** so svetlo rjave barve, premer več kot 80 mm. Rizomorfi so visoko diferencirani (tip F), v centralni hifi (premer več kot 15 mm) ni videti sept.

Tip ektomikorize SLO 808 – SA8

- Mikorizna korenina je rjave barve, konice so svetlejše, površina je granulirana in opazimo temnejše »pike«. S površine mikorizne korenine izhaja precej kratkih, svetlih hif. Razraščanje je monopodialno – piramidalno. Rizomorfov ni.
- **Hife** so redke, barva je hialinska. Premer hif se giblje od 3 do 4 mm. Nekatere hife so granulirane, druge gladke. Večinoma so brez zaponk (enostavna septa).
- S površine izhajajo cistidiji. Cistidiji imajo globularno bazalno celico, premer bazalne celice je 25 mm, dolžina konice do 60 mm.
- **Plašč** je tanek, svetel. Površina je pseudoparenhimatska, celice so bolj ali manj kroglaste, dolžina je od 10 do 18 mm, širina celic pa je od 6 do 9 mm. V predpisanem kvadrantu (20 x 20 mm) najdemo do 4 celice. Spodnja površina je plektenhimatska, premer hif je 3 do 4 mm. Stene so sive in tanke.
- Glede na zgoraj opisane značilnosti sklepamo, da je ta tip ektomikorize *Fagrhiza pallida*, ki je značilen in opisan na bukvi.

Tip ektomikorize SLO 809 –SA9

- Mikoriza je bleščeča, rumene barve do rjavo rumena. Površina je rahlo kocinasta. Razraščanje je enostavno nerazraslo do monopodialno - piramidalno. Mikorizni sistem je sorazmerno kratek, dolžina mikorizne osi je do 1.5 mm (premer 0.3 mm), dolžina nerazraslih delov pa je od 0.4 do 0.8 mm (premer 0.3 mm). Rizomorfov ni.
- Hife so hialinske, enostavne septe brez zaponk. Hife so razmeroma tanke (2 mm), njihova površina je gladka. Stene so hialinske in tanke.
- Plašč je debel, površina je prekrita s **cistidiji**. Cistidiji so pokončni, hialinski, s septami in kroglastim bazalnim delom (tip K). S površine izhajajo v razdalji od 40 do 120 mm in več. Premer pokončnega dela je 2 – 3 mm.
- Zgornjo plast predstavljajo iregularno oblikovane hife (vmesni tip plašča – tip H). Na površini zgornje plasti je rahel mrežast hifni preplet (?). Notranje plasti so pseudoparenhimatske. V predpisanem kvadrantu (20 x 20 mm) je do 8 celic. Stene celic so svetle, njihova debelina je do 1 mm. Pseudoparenhimatske celice so večkotne do epidermoidne. Celice spodnje plasti so manj epidermoidne in spominjajo na prehodno obliko plašča.
- Glede na opis menimo, da sodi ta tip ektomikorize k skupini *Tuber*. Morda je zgoraj opisan tip *Tuber puberulum*, ki je opisan na smreki (*Picea abies*), vendar mi nismo našli rizomorfov, ki pa jih pri tem tipu ektomikorize včasih opazimo.

Tip ektomikorize SLO 810 – SA10

- Mikoriza je bleščeča, oker bele barve. Površina je gladka do granulirana. Vejanje je enostavno nerazvejano do monopodialno – piramidalno. Mikorizni sistem je razmeroma kratek, dolžina mikorizne osi je do 2 mm (debelina je 0.2 mm), maksimalna dolžina nerazvejanih delov je 2 mm (debelina od 0.2 do 0.4 mm). Nerazvejani deli so rahlo ukrivljeni. Vidnih je le nekaj svetlih izhajajočih hif. Rizomorfov nismo našli.
- Hife so hialinske, gladke in razmeroma tanke (2 do 3.5 mm). Izhajajo iz globularne bazalne celice. Interseptalna dolžina je od 10 do 100 mm in več. So brez zaponk in se pogosto viličasto vejajo. Stene so hialinske in tanke.
- Plašč ima na površini globularne celice, ki so bolj ali manj podolgovate. Premer celic se giblje od 7 do 19 mm, celice in stene so hialinske (debelina sten je do 1 mm). Pod to plastjo so pseudoparenhimatske celice, ki so angularne. V predpisanem kvadratu (20 x 20 mm) je 8 do 10 celic, premer teh celic je 5 do 10 mm. Nekatero celice imajo vsebino, ki se z sulfovanilinom vijoličasto obarva in zato sklepamo, da je to lateks.
- Glede na opis sklepamo, da gre za tip ektomikorize *Russula mairei*, ki je opisan na bukvi – *Fagus sylvatica*, vendar pa mi nismo našli rizomorfov, ki jih v opisu najdemo (BRAND 1991).

Tip ektomikorize SLO 812 –SA12

- Bleščeča siva mikoriza, gladka. Mikorizni sistem je tanek in dolg. S površine izhajajo svetle hife in redkeje oker rizomorfi. Vejanje mikorizne korenine je monopodialno piramidalno, konice so pogostokrat črno rjave (verjetno sekundarna infekcija – morda *Piceirhiza horti – atrata*). Sama mikoriza je precej tanka. Dolžina mikorizne osi je do 4 mm in več (premer 0.2 mm), dolžina nerazraslega dela od 0.3 do 3 mm (premer 0.3 mm).
- Hife so svetle in gladke. Premer hif je 4-5 mm. Hife imajo zaponke in se tudi vejajo.
- S površine izhajajo **cistidiji**. So pokončni, vitki (dolžina 50 mm in več), vidne so septe in širši bazalni del. Premer pokončnega dela je od 2 do 3 mm, zaponk nismo videli.
- Plašč je na površini rahlo plektenhimatski. Premer hif je od 4 do 5.5 mm. Vidimo zaponke. V vmesni plasti prehaja plektenhim v pseudoparenhim (tip H). Premer teh celic je od 8 do 25 mm. Stene so svetle, debelina je 1 mm. Spodnja plast je plektenhimatska.
- Rizomorfi so rjave barve in diferencirani. Premer rizomorfov je več kot 70 mm, premer centralne hife je 10 mm, vidne so septe, hife v okolici centralne hife so tanjše.
- Nekatero značilnosti ustrezajo tipu *Thelephora terrestris*, vendar pa v naših preparatih našli le nekaj cistidijev. Ti se niso pojavljali množično kot je značilno za tip *Thelephora terrestris* (morda smi jih sprali).

Tip ektomikorize SLO 813 – AS13

- Mikoriza je olivno oker barve z zlatim tonom, površina je gladka in bleščeča in mestoma prekrita z belimi lisami. Na površini je veliko delcev zemlje, ki jih je težko odstraniti. S površine izhaja precej svetlo oker

hif. Vejanje je monopodialno – piramidalno. Dolžina mikorizne osi je do 5 mm (debelina je 0.3 mm), dolžina nerazvejanih delov pa do 2 mm (premer 0.3 mm). Zelo redki so svetli rizomorfi.

S površine gosto izhajajo **cistidiji**. Cistidiji so dveh tipov. Prvi so vitkejši, klavatni cistidiji z majhno globularno konico in bazalno inflacijo (premer do 7 mm). Pokončni del je dolg od 28 do 60 mm, premer tega dela je od 2 do 4 mm. Cistidij vsebuje več sept. Našli smo cistidij, ki se viličasto veja, viden je tudi doliporus v septi. Drugi tip cistidijev je krajši (od 15 mm do 30 mm), sferične oblike (maksimalni premer 9 mm) in pokončni (tip B).

Zgornjo plast **plašča** predstavlja rahel plektenhimatski preplet hif. Plašč je rahlo obarvan. Premer hif je od 4 do 5 (6) mm, interseptalna dolžina je do 20 mm. Hife se pogosto pravokotno vejajo, septe nimajo zaponk. Srednja plast je plektenhimatska do vmesne oblike (tip H). Nekateri hife so povečane, premer teh je do 11 mm. Stene so svetle, debelina je do 1 mm. Spodnja plast je plektenhimatska, hife ponekod potekajo paralelno. Premer hif je do 7 mm. Nekateri hife, ki tvorijo spodnjo plast plašča imajo kratko interseptalno dolžina hif (4 mm).

Glede na opis in predvsem glede na značilne cistidije sklepamo, da gre za tip ***Russula acrifolia***, ki je opisana na smreki.

Tip ektomikorize SLO 814 –SA14

Mikoriza je bleščeče belo do rumeno bela z rdeče rjavimi lisami. Hife so svetle, mestoma izhajajo volnato v obliko pajčolana hif. Rizomorfi so številni, različnih debelin in izhajajo iz snopa hif in se cepijo. So bele barve do rumene. Mikorizna korenina se veja monopodialno – piramidalno ali pa je enostavna nerazvejana. Dolžina mikorizne osi je do 7.5 mm (premer 0.2 mm), dolžina nerazvejanih delov pa je do 2 mm (premer 0.2 mm), nerazvejani deli so značilno zviti in ukrivljeni.

Hife so hialinske do rahlo oker barve, gladke do granulirane (redkeje). Premer hif je 3 do 5.5 mm, septe imajo značilne zaponke z doliporusi. Stene so hialinske oziroma oker barve (premer do 1 mm). Hife se pogosto vejajo.

Plašč je plektenhimatski. Zgornja površina je rahlo plektenhimatska. Hife in stene so hialinske, stene so tanke. Premer hif je od 4 do 5,5 mm. Hife imajo zaponke in septe doliporuse. Notranja plast je gosto plektenhimatska, premer pa se giblje od 3 do 4 mm.

Rizomorfi so svetle do oker barve. Debelina se zelo spreminja od 10 mm do 90 mm in več. Hife, ki tvorijo nediferencirane rizomorfe, imajo zaponke in se vejajo. Premer teh hif je od 3 do 4 mm. Imamo tudi visoko diferencirane (tip F) rizomorfe z močno povečano centralno hifo (premer je 15 mm). Stene centralne hife so odebeljene (do 2 mm), septe pa so deloma razgrajene, centralna hifa ima vsebino rahlo oker barve.

Opis ustreza tipu ***Cortinarius bolaris***, opisanemu na *Fagus sylvatica*, le da so hife v našem preparatu nekoliko debelejšje kot je to opisano v literaturi (BRAND 1991).

Tip ektomikorize SLO 815 –SA15

Mikoriza je črna rjava, gladka do granulirana, značilen je zlat lesk. Je precej debela mikoriza, nerazvejani deli pa so značilno ukrivljeni. S površine izhaja mestoma šop rjavo črnih precej debelih hif. Rizomorfov ni. Mikorizna korenina je enostavna nerazvejana ali pa je razraščanje monopodialno - pinatno do monopodialno – piramidalno. Dolžina mikorizne osi je do 7.5 mm (premer 0.3 do 0.5 mm), dolžina nerazvejanega dela je do 3 mm (premer 0.4 do 0.5 mm).

Hife – barva hif je različna. Najdemo hialinske in rjave hife. Hife izhajajo s površine iz globularnih celic. Večinoma so hife gladke, najdemo tudi granulirane hife. Premer hif je od 3 do 5.5 mm, stene so temnejše (do 1 mm). Se pogosto viličasto vejajo, včasih tudi pravokotno in značilno zaključujejo (globularno). Hife imajo enostavne septe ali zaponke. Vidimo hialinsko hifo, ki izrašča iz rjave hife s temnejšo steno in zaponko.

S površine ponekod izhajajo sferični **cistidiji**, ki so bolj ali manj podolgovati oziroma globularni. Njihova dolžina je od 10 do 25 mm, premer pa od 4 do 9 mm. So rjave barve, stene so temno rjave. Nekateri imajo tudi septe.

Pašč ima na površini skupke globularnih celic (redko), v predpisanem kvadratu (20 x 20 mm) je 5 - 6 celic. Celice so rjave, stene temno rjave. Zgornja plast je iz pseudoparenhimatskih celic, ki so angularne oblike. Stene teh celic so temno rjave, odebeljene (do 2 mm). V predpisanem kvadratu sta 2 do 3 celice. Njihov maksimalen premer je od 10 do 25 mm. V srednji plasti prehaja pseudoparenhimatski plašč v plektenhimatskega. Plašč je rahlo rjav. Stene so hialinske do rjave, tanke. Interseptalna dolžina celic je od 5 do 25 mm, premer pa od 4 do 9 mm. Spodnja plast je plektenhimatska. Značilen je gost plektenhim, nekatere hife potekajo paralelno. Premer hif je od 2 do 5 mm.

- Glede na opis sklepamo, da gre za tip ektomikorize *Piceirhiza nigra*.

Tip ektomikorize SLO 817 – SA17

- Mikoriza je rumena do olivno rumena (zlat lesk), gladka, na površini so opazne rumene pike. Zelo redko vidimo izhajajoče svetle hife. Rizomorfov nismo našli. Mikorizna korenina je enostavna narazvejana do monopodialna – piramidalna. Dolžina mikoriznega sistema je 2 do do 15 mm (premer 0.4 mm), dolžina narazvejanega dela je do 4 mm (premer 0.4 mm), nerazvejani deli so ukrivljeni.
- Hife izhajajo iz bazalne celice. So hialinske, gladke, sorazmerno tanke (premer je od 2 do 4 mm), z enostavnimi septami. Interseptalna dolžina 13 mm in več. Včasih imajo septe doliporuse.
- Plašč je na površini pseudoparenhimatski. Je svetel, celice so angularne. Dolžina celic je od 13 do 30 mm. Stene celic so hialinske ali temnejše (sive), premer celičnih sten je do 1 mm (2 mm). V predpisanem kvadrantu (20 x 20 mm) najdemo 3 do 4 celice (v opisu tipa ektomikorize *R. ochroleuca* E. Gronbach je v kvadrantu 7 do 9, v opisu F. Branda pa 6 do 10 celic). Na površini najdemo značilne kupčke rumenih kristaloidnih struktur. V srednji plasti pseudoparenhim prehaja v plektenhim. Plašč je svetel, interseptalna dolžina je od 6 do 30 mm, premer pa od 6 do 11 mm. Stene so hialinske, tanke (0.5 mm). Najgloblja plast je plektenhimatska, hife so tanjše kot v prejšnji plasti (od 2 do 4 mm), interseptalna dolžina pa znaša od 4 do 30 mm in več.
- Glede na opis sklepamo, da je tip ektomikorize SLO 817- SA17 *Russula ochroleuca*, vendar pa so celice v našem primeru večje kot pa navajajo v literaturi (GRONBACH 1988, BRAND 1991).

Tip ektomikorize SLO 818 – SA18

- Mikoriza je mlečno bele barve do oker barve, površina je granulirana. razraščanje je monopodialno enostavno do monopodialno – piramidalno. dolžina mikorizne osi do 2 mm (premer 0.3 mm), dolžina nerazvejanega dela do 1.2 mm (premer 0.3 mm). Rizomorfov nismo našli.
- Hife so tanke, njihov premer je od 2 do 3 mm. so brez zaponk in svetle. interseptalna dolžina je več kot 70 mm. Nekatere se zaključujejo globularno.
- Površino gosto prekrivajo cistidiji. cistidiji so svetli, vitki in stekleničaste oblike (tip d). Pogosto se zaključujejo z globularno konico, najdemo veliko delcev zemlje. Dolžina je 13 do 40 (70) mm, premer je od 1 do 5 mm, premer bazalnega globularnega dela pa od 5 do 8 mm, stene bazalnega dela so ponekod odebeljene (2 mm). Globlje plasti plašča so plektenhimatske. Plašč je svetel, hife se vejajo.
- Glede na opis sklepamo, da je zgoraj opisan tip tip ektomikorize *Russula illota*, ki je opisan na bukvi.

Tip ektomikorize SLO 819 – SA19

- Mikorizna korenina je pokrita z srebrnim belim plaščem in rjavimi lisami. S površine izhaja nekaj svetlih hif. Rizomorfov nismo našli. Vejanje je monopodialno – piramidalno. Dolžina mikorizne osi do 2 mm (premer 0.3 mm).
- Hife so svetle, gladke in granulirane. Njihov premer je od 2.5 do 5 mm, interseptalna dolžina pa od 15 do 60 mm. Se pogosto vejajo, stene so temnejše (sive). Našli smo anastomozo s kontaktno septo (tip B), ki ima v sredini porus.
- Plašč je plektenhimatski. Površina je rahlo plektenhimatska. Hife so svetlo rjave barve, stene so temnejše, tanke. Premer hif od 2.2 do 4 mm. Pogost je odprt tip anastomoz s hifnim mostičkom ali brez. V hifah vidimo temne granule (premer granul je od 2 do 6 mm). Vidno je precej delcev zemlje. Našli smo tudi nekaj cistidijev, ki spominjajo na tip A, vendar nimajo odebeljene stene, so pa rahlo ukrivljeni in dolgi do 30 mm. Morda spadajo ti cistidiji k tipu L, ki je prehodni tip cistidijev, ki jih je težko ločiti od kratkih izhajajočih hif. Spodnje plasti so gosto plektenhimatske. Hife so tanjše (2 do 3.5 mm). Stene so temno rjave. Ob stenah so pogosto zgoščene temne granule.
- Makroskopsko in predvsem zaradi temnih granul spominja mikoriza na *Albatrellus ovinus*, ki je opisana na smreki, le da mi nismo našli veliko cistidijev, menimo da gre v glavnem za izhajajoče hife.

Tip ektomikorize SLO 820 – SA20

- Mikoriza je gladka in svetlo rjave barve. Izhajajočih hif je malo. Rizomorfov ni. Razraščanje je monopodialno piramidalno. Dolžina mikoriznega sistema je do 3 mm (premer 0.3 mm), dolžina narazvejanih delov do 1.8 mm (premer 0.3 mm).

- **Hife** so redke, tanke (do 3 mm), brez zaponk. So hialinske, gladke ali granulirane in se pogosto vejajo. Našli smo nekaj **cistidijev** stekleničaste oblike, ki so razmeroma kratki (12 mm), premer bazalnega globularnega dela je 4 mm, zgornjega koničastega dela je 2 mm.
- **Plašč** je pseudoparenhimatski. Celice so epidermoidne, razmeroma majhne (do 15 v predpisanem kvadrantu). Stene so hialinske, tanke.
- Morda spada tip ektomikorize SLO 820 –SA20 k *Tuber* sp. Opis do neke mere ustreza *T. melanosporum*, vendar so celice našega tipa ektomikorize SLO 820 – SA20 manjše kot celice tipa *T. melanosporum*, hkrati pa tudi cistidiji ne ustrezajo povsem (stekleničasti, kratki – takšnih pri omenjenem tipu ektomikorize ni).

Tip ektomikorize SLO 822- SA22

- Bleščeče oranžna, gladka mikoriza z belimi lisami in številnimi belimi rizomorfi. Rizomorfi izhajajo s točno določene točke in se pogosto cepijo v filamente. Hife izhajajo redko do pogosto in lahko tvorijo pajčolan hif s številnimi delci zemlje. Mikoriza se veja monopodialno – piramidalno, dolžina mikorizne osi je do 4 mm (premer je 0.3 mm), dolžina nerazvejanih delov je do 2 mm (premer 0.3 mm).
- **Hife** so razmeroma tanke, od 2 do 4 mm. So hialinske, imajo enostavne septe brez zaponk. Septe imajo ponekod doliporuse. Hife se pogosto vejajo, tudi pravokotno. Vidimo tudi anastomoze dveh tipov, odprt tip (tip anastomoze, ki je brez hifnega mostička in septe) in včasih zaprt tip anastomoze s hifnim mostičkom in septo (tip E). Ponekod najdemo nukleuluse ? (premer 2 mm).
- **Plašč** je na površini rahlo plektenhimatski. Premer svetlih hif je od 3 (2) do 4 mm, stene so tanke, nekoliko temnejše (sive) in se vejajo. Globlje je plašč gosto plektenhimatski. Hife in stene so hialinske (stene so tanke). Premer hif 3 do 4.5 mm. Septe so enostavne, vidimo tudi doliporuse, hife se vejajo. Interseptalne dolžine so ponekod zelo kratke (3 mm).
- **Rizomorfi** so svetli in nediferencirani. Hife znotraj rizomorfov imajo enostavne septe, so precej tanke (2 do 3 mm) in imajo doliporuse.
- Glede na opis sklepamo, da gre za tip ektomikorize *Tricholoma sciodes*, ki je opisana na bukvi, le da so naše hife nekoliko tanjše (naša spodnja meja je 2 mm, v opisu pa je 3 mm (BRAND 1991)).

Tip ektomikorize SLO 823 – SA23

- Svetlo rjava, bleščeča in gladka mikoriza. S površine izhaja nekaj svetlih hif in nekaj rizomorfov. Razraščanje je monopodialno – piramidalno. Nerazvejani deli so nekoliko ukrivljeni. Dolžina mikoriznega sistema je do 25 mm (premer 0.3 mm), dolžina nerazvejanih delov do 3 mm (premer 0.3 mm).
- **Hife** so hialinske, gladke z zaponkami. Včasih vidimo tudi doliporuse. Stene so tanke (0.5 mm) in hialinske. Premer hif je od 3.5 do 5 mm, interseptalna dolžina od 10 do 70 mm in več. Hife se pogosto vejajo.
- **Plašč** je plektenhimatski do vmesne oblike med plektenhimom in pseudoparenhimom (tip H). Premer hif je od 3 do 4.5 mm, stene so temnejše (sive) in tanke, redko najdemo zaponke. Nekateri hife so povečane in znaša premer do 12 mm. Interseptalna dolžina znaša od 7 mm do 30 mm in več. Notranjo plast predstavlja gostejši plektenhim, premer je 3 do 4 (5) mm.
- **Rizomorfi** so svetli, premer je 20 do 35 mm. Cepijo se v filamente. Rizomorfi so nediferencirani. Hife znotraj rizomorfa so hialinske in z zaponkami. Pogosto se vejajo, njihov premer pa je od 3 do 5 mm.
- Sklepamo, da gre za tip ektomikorize *Piceirhiza conspicua*, ki je opisana na smreki.

Tip ektomikorize SLO 824 – SA24

- Mikoriza je oker olivno zelena z bleščečimi lisami. S površine gosto izhajajo oker hife z delci zemlje. Rizomorfi so pogosti, so oker do bele barve in se cepijo v filamente. Pogosto izhajajo iz skupka hif (pahljačasto). Razraščanje je monopodialno – piramidalno. Dolžina mikoriznega sistema je do 14 mm (premer je 0.3 mm), dolžina nerazvejanih delov je do 6 mm (premer je 0.2 mm). Nerazvejani deli so zviti in rahlo ukrivljeni.
- **Hife** so hialinske do oker barve. So gladke, stene so temnejše in tanke. Izhajajoče hife imajo zaponke, ponekod najdemo doliporuse (?). Hife se pogosto vejajo, značilne so anastomoze s hifnim mostičkom odprtega tipa, še pogosteje pa najdemo anastomoze brez hifnega mostička s kontaktno sponko ali brez. Premer hif znaša od 4 do 6 mm, interseptalna dolžina je redkeje krajša (7 mm), ponavadi pa znaša od 20 mm do 100 mm.
- **Plašč** je plektenhimatski. Površina je mrežasto plektenhimatska. Barva je svetla. Premer hif je od 5 do 8 mm, stene so hialinske in tanke, hife so brez zaponk. Zgornja plektenhimatska plast prehaja v pseudoparenhimatski tip plašča. Med hifami z inflacijami najdemo nekaj kroglastih do ovalnih celic

(maksimalna dolžina ovalnih celic je do 10 mm). Premer hif z inflacijami je od 6 do 15 mm (maksimalni premer inflacije), interseptalna dolžina pa od 10 do 40 mm. Stene hif so temnejše in ponekod odebeljene (do 1 mm). Najgloblja plast je gosto plektenhimatska.

• **Rizomorfi** so svetli, nediferencirani. Hife, ki tvorijo rizomorfe so svetle, z zaponkami in se vejajo. Premer hif, ki tvorijo rizomorfe je od 4 do 5 mm.

• Tip ektomikorize, ki ga opisujemo do neke mere ustreza tipu *Dermocybe cinnamomea*, ki je opisan na smreki - *Picea abies*. Vendar se po nekaterih značilnostih ločuje od *D. cinnamomea* x *Picea abies*. Poleg anastomoz s kontaktnimi septami najdemo tudi anastomoze odprtega tipa s hifnim mostičkom ali brez. Hife tipa ektomikorize SLO 824 – SA24 so debelejšje kot je navedeno v literaturi (GRONBACH 1988; WEISS 1988), ponekod smo našli tudi doliporuse, ki jih omenjena avtorja ne navajata. Tudi spodnja plast se razlikuje od opisane v literaturi. Nekoliko ustreza opis spodnje plasti, ko plektenhim prehaja v pseudoparenhim, tipu ektomikorize *Dermocybe cinnamomeolutea*, ki je bil opisan na vrbi – *Salix sp.* (WALLER & AGERER 1993). Tip ektomikorize SLO 824 – AS24 se je v vzorcu Moravske gredice 2 pojavljal precej pogosto (14.6 % od vseh določenih tipov). Za omenjeno raziskovalno ploskev je značilen bukov sestoj, talni vzorec Moravske gredice 2 pa smo vzeli v neposredni bližini bukve (*Fagus sylvatica*), lahko da je tip ektomikorize SLO 824 – AS24 značilen za bukev sestoj in se zato razlikuje od tipa ektomikorize *D. c.*, ki je opisan na smreki.

Tip ektomikorize SLO 825 – SA25

- Gladka, rjava mikoriza s srebrnkastim leskom (rjavo siva). S površine izhaja nekaj svetlih hif. Vejanje je monopodialno – piramidalno.
- **Hife** so svetle, hialinske do sive, razmeroma tanke (do 3 mm). So gladke do granulirane, brez zaponk. Stene so tanke in temnejše.
- **Plašč** je pseudoparenhimatski, celice so angularne, v predpisanem kvadrantu (20 x 20 mm) je 6 do 7 celic. Stene so tanke, večinoma hialinske. Dolžina celic pa se giblje od 8 do 20 mm. Spodnja plast predstavlja plektenhim. Premer hif znaša od 4 do 5 mm. Ponekod je interseptalna razdalja zelo kratka (4 mm), maksimalna interseptalna dolžina je 25 mm. Stene so tanke, hialinske do sive.
- Opis tipa ektomikorize SLO 825 – SA25 ne ustreza nobenemu znanemu tipu ektomikorize z angularnim plaščem. *Fagirhiza arachnoidea*, *Russula laricina* in *Russula ochroleuca* ne ustrezajo niti morfološko. *Russula mairei* pa ima površino drugačno. V našem preparatu nismo našli globularnih celic, ki so značilni za tip ektomikorize *Russula mairei*. Morda opis ustreza tipu ektomikorize SLO- TT 724 (opisano v vzorcu z raziskovalne ploskve s Pokljuke – smrekov sestoj).

Tip ektomikorize SLO 827 – AS27

- Mikoriza je zlato rjave barve (oker rjava), površina je gladka in bleščeča. S površine izhaja nekaj svetlih izhajajočih hif. Rizomorfov nismo našli. Razvejanje je monopodialno – piramidalno. Dolžina mikoriznega sistema je od 7 do 13 mm (premer 0.3 mm), dolžina nerazvejanih delov je do 3 mm (premer 0.2). Rizomorfov nismo našli.
- **Hife** in stene hif so hialinske do rahlo oker. Hife so gladke do granulirane. Nekatere hife izhajajo iz bazalnih celic, ki spominjajo na bazalne celice cistidija značilnega za tip ektomikorize *Fagirhiza pallida*. Premer hif je od 3 (4) mm, interseptalna dolžina je od 30 do 60 mm. Septe hif so enostavne in hife nimajo zaponk. Stene hif so značilno (vretenasto) odebeljene, odebelitev je rumeno rjave barve, premer hife na tako odebeljenem mestu je do 15 mm. Hife se pogosto vejajo
- Zgornja površina **plašča** je rahlo plektenhimatska, premer hif je od 3 do 4 (5) mm. Stene so hialinske do temnejše (sive), tanke. Vidimo veliko delcev zemlje. Spodnje plasti plašča so plektenhimatske. Značilen je gelatinosni matriks, premer je od 2 do 4 mm, stene so hialinske, tanke.
- Glede na opis sklepamo, da gre za tip ektomikorize *Elaphomyces muricatus*, ki je najpogostejša hipogena (podzemna) gliva v bukovem gozdu. Naša opažanja pa se nekoliko razlikujejo od opisa F. Branda (BRAND, 1991). Mikorizni sistem tipa ektomikorize SLO 827 – SA7 je daljši; v opisu F. Branda bazalne celice izhajajočih hif niso omenjene; premer vretenasto odebeljenih izhajajočih hif je v našem vzorcu večji (F. Brand – do 8 mm).

Tip ektomikorize SLO 828 – SA28

- Mikoriza je gladka do granulirana, bleščeča srebrno zlata. S površine izhajajo oker hife in rizomorfi.

- **Hife**, ki izhajajo s površine so številne. So hialinske, gladke ali pogosteje granulirane in imajo zaponke. Stene so hialinske in tanke. Premer hif je od 3 do 4.5 mm. Hife ponekod potekajo vzporedno, tvorijo tudi anastomoze s kontaktno septo. Nekatere hife se vejajo, druge se zaključujejo globularno (vmesni tip cistidijev med cistidiji in izhajajočimi hifami ?)
- Površina **plašča** je rahlo plektenhimatska z precej delci zemlje. Plašč je hialinski, premer hif je od 3 do 4.5 mm (iste debeline kot izhajajoče hife). Hife se vejajo in imajo zaponke. Notranje plasti so plektenhimatske do vmesne oblike (tip H). Ponekod potekajo hife vzporedno. Premer hif je od 6 do 11 mm, interseptalna dolžina pa od 8 do 25 mm. Stene so tanke in temnejše (sive).
- **Rizomorfi** so svetli in nediferencirani. Hife znotraj rizomorfa so svetle in imajo zaponke.
- Glede na opis tip ektomikorize SLO 828 – AS8 težko uvrstimo k določenemu tipu ali skupini. Pojavlja se je z izredno nizkim odstotkom (pod 1 %). Po nekaterih značilnostih ustreza tipu ektomikorize *Piceirhiza aurea*, vendar je za spodnjo plast pri tipu SLO 828 – AS 28 značilen prehod od plektenhima do pseudoparenhima.

Tip ektomikorize SLO 829 – SA15

- Mikoriza je črno rjave barve, gladka do granulirana in bleščeča z zlatim tonom. S površine izhaja precej temno rjavih hif, ki se vejajo. Našli smo nekaj rizomorfov, ki izhajajo iz ene točke sredi mikorizne korenine in se cepijo v filamente. Razraščanje je monopodialno – piramidalno. Dolžina mikorizne osi je do 14 mm (premer 0.2 mm), dolžina nerazvejanega dela pa do 3 mm (premer 0.4 mm).
- **Hife** so gladke, svetlo rjave do hialinske in povsem ustrezajo tipu ektomikorize značilnemu za tip *Piceirhiza nigra*.
- **Plašč** je pseudoparenhimatski z angularnimi celicami. V predpisanem kvadrantu (20 x 20 mm) sta 2 do 4 celice. Plašč je hialinski, le stene celic so temno rjave in ponekod oddebeljene (debelina sten več kot 2.5 mm). Našli smo nekaj cistidijev, ki izhajajo s površine. So kratki (do 15 mm), svetli, podolgovati in imajo bazalno septo, zaključujejo se globularno.
- **Rizomorfi** so rjave barve, premer je 30 mm. Je nediferenciran, hife znotraj rizomorfa imajo zaponke, ponekod vidimo tudi doliporuse. Debelina hif je 6 mm. Rizomorfi se cepi v filamente, iz katerih izhajajo tudi hife.
- Tip ektomikorize SLO 829 – SA15 makroskopsko usteza tipu *Piceirhiza nigra*, vendar pa za tip ektomikorize *P.n.* niso značilni rizomorfi. Tudi plašč je presvetel in stene so ponekod preveč oddebeljene (do 3 mm). Morda tip ektomikorize ustreza tipu *Piceirhiza cornuta* (v vzorcih tal s raziskovalnih ploskev s Pokljuke je bil opisan pod številko TT 706, TT 693). V vzorcu z raziskovalne ploskve Moravske gredice 2 se je ta tip ektomikorize skupaj s tipom ektomikorize *P.nigra* (makroskopsko ju težko ločimo) pojavljal precej pogosto z 10.4 %.

Tip ektomikorize SLO 830 – SA30

- Mikoriza je bleščeče bela z olivno oker lisami. Pogosti so beli rizomorfi, ki so različne debeline. Izhajajo s točno določene točke ali pa iz skupka hif in se cepijo v filamente. S površine izhajajo svetle hife ponekod pahljačasto. Razraščanje je monopodialno – piramidalno. Dolžina mikorizne osi je do 5 mm (premer je 0.2 mm), dolžina nerazvejanih delov do 2 mm (premer do 0.2 mm). Mikoriza je ukrivljena in zvita.
- **Hife** so hialinske, gladke, včasih granulirane in z delčki zemlje. So razmeroma tanke (od 2 do 3.5 (4.5) mm) in nimajo zaponk. Hife se pogosto vejajo, najdemo tudi odprt in zaprt tip anastomoze s hifnim mostičkom. Stene so hialinske in tanke.
- **Plašč** je na površini rahlo plektenhimatski, hife so hialinske, gladke in brez zaponk. Premer hif znaša od 2 do 3 mm. Spodnje plasti so gosto plektenhimatske.
- **Rizomorfi** so svetli in se cepijo v filamente. Premer je 50 mm in več. Hife so brez zaponk in enake debeline kot hife plašča. Rizomorfi nediferencirani do diferencirani (s povečano centralno hifo brez sept), na površini smo našli kristale, pigmente ?.
- Glede na opis morda spada tip ektomikorize SLO 830 – SA30 h g. *Tricholoma*, le da so naše hife nekoliko tanjše. Makroskopsko ustreza *Tricholoma acerbum*, ki je opisana na bukvi.
- Preparat plašča je sekundarno inficiran s tipom ektomikorize *Fagirhiza tubulosa* (*Sphaerozone ostiolatum*).

Tip ektomikorize SLO 831 – SA31

- Mikoriza je rjava, gladka in bleščeča. S površine izhaja le nekaj svetlih hif, rizomorfov ni. Mikorizna korenina je nagubana, pogosto enostavna nerazrasla do monopodialna – piramidalna. Dolžina mikoriznega sistema je do 9 mm (premer 0.3 mm), dolžina nerazvejanih delov pa do 2.2 mm.
- Hife so svetle, granulirane in brez zaponk. Premer hif je od 2.5 do 5 (6) mm, pogosto se viličasto vejajo. Stene so večinoma tanke in svetle, ponekod pa so temnejše (sive) in nekoliko odebeljene.
- Plašč je v zgornjem sloju plektenhimatski. Je mrežasto plektenhimatski s svetlimi hifami, ki se pogosto vejajo. Premer teh hif je od 2 do 4 mm, interseptalna dolžina pa je ponekod zelo kratka (7 mm). Drugod so hife nekoliko debelejše (od 4 do 5 mm) in s temnejšimi stenami (sive), izgleda kot da so stene obložene s temnejšimi kroglastimi pigmentnimi pikami. Hife v tem primeru potekajo vzporedno (po tri skupaj). Spodnja plast je pseudoparenhimatska, celice so epidermoidne z gelatinosnimi stenami. V predpisanem kvadratu (20 x 20 mm) je 6 do 7 celic.
- Za tip ektomikorize SLO 831 – SA31 je značilen epidermoidni plašč. Tak tip plašča najdemo pri tipu ektomikorize *Hygrophorus pustulatus*, vendar ne ustreza zgornja plast, ki je pri tipu ektomikorize *H.p.* pseudoparenhimatska in ne plektenhimatska kot je značilno za naš tip ektomikorize. Epidermoiden plašč je značilen še za tipa ektomikorize *Tuber rufum* in *Tuber melanosporum*, ki sta opisana na leski.

Tip ektomikorize SLO 832 – SA32

- Mikoriza je oker barve, površina je gladka do granulirana, bleščeča in marsikje pokrita z delci zemlje. Vejanje je monopodialno - piramidalno, nerazvejani konci so rahlo ukrivljeni. Dolžina mikoriznega sistema je do 2 mm (premer 0.4 mm), dolžina nerazvejanih delov do 1.5 mm. S površine izhaja nekaj do precej hif, rizomorfov ni.
- Hife so svetle, gladke in redkeje granulirane. Hife so brez zaponk, septe imajo doliporuse. Nekatere hife vsebujejo oljne kapljice. Premer hif je od 3.5 do 5.5 mm, interseptalna dolžina pa je ponekod zelo kratka (1 mm), maksimalna dolžina je do 110 mm, stene so tanke. Hife se vejajo, tudi pravokotno.
- Površina plašča je plektenhimatska. Plašč je svetel. Premer hif je 3 do 5 (8) mm. Znotraj hif so oljne kapljice (premer kapljic je 2 mm in več). Stene hif niso odebeljene, so temnejše (sive) barve. V vmesni plasti plektenhim prehaja v pseudoparenhim, nekatere celice so globularne, celice so hialinske. Najgloblja plast je pseudoparenhimatska, značilne so velike večkotne (angularne) celice. Celice so hialinske, stene so tanke (do 0.8 mm) in temnejše, sive. V predpisanem kvadratu (20 x 20 mm) je ena celica do tri celice.
- Tip ektomikorize SLO 832 – SA32 po nekaterih značilnostih ustreza tipu ektomikorize *Piceirhiza oleiferans*. Morfološke značilnosti do nekatere mere ustrezajo, le da je mikorizni sistem v našem primeru krajši (v opisu Waller-ja in sod. (WALLER s sod. 1993) je mikorizni sistem dolg do 11 mm), poleg tega mi nismo našli rizomorfov. Celice pseudoparenhimatskega plašča so večje kot je opisano v zgoraj navedenem opisu. Podoben tip ektomikorize je opisan na bukvi *Fagirhiza oleifera*, vendar je plašč tega tipa ektomikorize vseskozi plektenhimatski.

Tip ektomikorize SLO 833 – SA33

- Mikoriza je oker do oranžno oker barve. Je velika, globularna mikoriza, ki jo obdaja nekakšen ovoj, ki je tako v mlečni kislini kot v navadni vodi, večkrat prozoren in lahko skozi njega vidimo korenino. Ovoj je pogosto trd in ga z lahkoto odluščimo s korenine. Površina mikorizne korenine je gladka oziroma pokrita z delčki zemlje, s površine izhaja nekaj do več svetlih, kratkih in precej debelih hif. Mikoriza je pogosto enostavna in nerazrasla, drugače pa je vejanje monopodialno piramidalno. Dolžina mikoriznega sistema je do 4 mm (premer je 1 mm in več), dolžina nerazvejanih delov pa je 0.5 do 1.5 mm. Rizomorfov ni.
- Hife so precej debele in obložene z delci zemlje. Premer hif je od 6 do 15 mm, pogosto se vejajo. Nekatere tanjše hife imajo obložene stene (premer je do 5 mm).
- Plašč je plektenhimatski. Površina je rahlo mrežasto plektenhimatska. V ovoju najdemo hife, ki so v gelatinosnem matriksu. Hife so svetle, premer je od 2.5 do 4 mm. Hife so brez zaponk in so svetle. Stene niso odebeljene. Globlje je plektenhim gostejši. Hife so svetle, stene so tanke in nekoliko temnejše (sive). Plašč smo obarvali s sulfovanilinom, le v enem primeru je prišlo do reakcije, nekatere hife so se obarvale temno vijoličasto do rjavo.
- Ko smo tip ektomikorize SLO 833 – SA33 primerjali z opisi drugih tipov ektomikorize iz literature nismo našli ustreznega opisa. Nihče od tipov ektomikorize z gelatinosnim matriksom ni ustrezal, nihče ni imel »ovoja«. Domnevamo pa, da ta tip ektomikorize ustreza tipu SLO 816- SA16, ki smo ga identificirali v vzorcu ZB1 iz Prednjega vrha v Zavodnjah (bukov sestoj).

Tip ektomikorize SLO 834 – SA7

- Mikorizna korenina je pokrita s svetlim plaščem, površina je bleščeče srebrna. Ponekod so rjave lise. S površine izhajajo pahljačasto svetle hife. Rizomorfov nismo našli. Vejanje je monopodialno – piramidalno.
- Hife so svetle do rahlo oker in brez zaponk. Stene hif so tanke in temnejše (sive). Hife se vejajo viličasto, še pogosteje pa pravokotno. Premer znaša od 2 do 3 mm, interseptalna dolžina od 30 do 70 mm in več. Značilne so anastomoze s hifnim mostičkom in septo (tip E).
- Plašč je plektenhimatski. Plektenhim je gost. Je svetel, hife so tanke (premer 2 do 3 mm).
- Po opisu tip ektomikorize SLO 834 – SA7 ustreza tipu ektomikorize SLO 807 – SA7, ki smo ga identificirali v vzorcu ZB1 in v vzorcu ZB2 (Zavodnje- Prednji vrh, bukov sestoj). V obeh vzorcih z raziskovalne ploskve v Zavodnjah, se je pojavljal dokaj pogosto, v povprečju s 25 %.

Tip ektomikorize SLO 835 – SA35

- Mikoriza je rjave barve. Površina je ponekod prekrita z delci zemlje, drugače je gladka. Razraščanje je monopodialno – piramidalno, nerazvejani deli so rahlo ukrivljeni. Dolžina mikoriznega sistema je do 5 mm (premer pa do 0,5 mm), dolžina nerazvejanih delov je do 2.5 mm. S površine mikorizne korenine izhaja nekaj debelejših rjavih hif, ki se vejajo. Rizomorfov ni.
- Hife so značilno debele in rjave barve. Ponekod iz starejših hif rastejo nove, ki so hialinske. Stene hif so svetlo do temno rjave barve (premer je do 2.5 mm), nekatere stene so odebeljene (do 4,5 mm). Premer hif je od 12 do 25 mm, so brez zaponk. Septe so temne, odebeljene do 3 mm, v sredini ponekod najdemo globularno centralno odebelitev (premer do 3 mm). Interseptalna dolžina je od 10 do 100 mm in več. Najdemo tudi intrahifne hife.
- Plašč je pseudoparenhimatski. Je rahlo rumene barve, stene so oker rumene. Stene so večinoma tanke, ponekod odebeljene do 2 mm. Oblika celic je angularna do ovalno globularna. Dolžina teh bolj podolgovatih celic je do 35 mm. V predpisanem kvadrantu (20 x 20 mm) so do 3 angularne celice. Ponekod smo našli doliporuse.
- Sklepamo, da gre za tip ektomikorize *Piceirhiza chordata*, ki je opisan na smreki (*Picea abies*). Zgornji opis tipa ektomikorize skoraj v celoti ustreza opisu *Piceirhize chordata*, le je maksimalna dolžina našega mikoriznega tipa krajša (v opisu (GRONBACH 1988) je dolžina do 32 mm), tudi pseudoparenhimatske celice plašča so v omenjenem opisu daljše (do 45 mm).

Tip ektomikorize SLO 837 – SA37

- Mikoriza je oranžno rjave barve. Površina je ponekod bleščeča, večinoma pa je pokrita z delci zemlje. Razraščanje je monopodialno – piramidalno do dihodontno. Rizomorfov nismo našli.
- Hife so svetle, granulirane in tanke (od 2.5 do 4 mm). Septe hif so enostavne, brez zaponk in se viličasto vejajo. S površine ponekod izhajajo cistidiji, ki so stekleničaste oblike in imajo globularno konico (tip D).
- Plašč je v zgornji plasti pseudoparenhimatski in pokrit z delčki zemlje. Je rahlo oker barve, stene celic so svetle do temnejše in tanke. V predpisanem kvadrantu (20 x 20 mm) najdemo 3 do 4 celice. Dolžina celic je od 8 do 20 mm. V vmesni plasti pseudoparenhimatski plašč prehaja v plektenhimatskega (tip H). Nekatere celice so značilno globularne do ovalne, dolžina je od 7 do 20 mm. Plašč te plasti je rahlo oker, stene pa so temno rjave oziroma sive. Najgloblja plast je gosto plektenhimatska. Hife so svetle, premer hif je od 3 do 7 mm.
- Opis tipa ektomikorize se do neke mere sklada z opisom tipa ektomikorize *Russula ochroleuca*, vendar pa so angularne celice *R. ochroleuca* manjše, poleg tega najdemo globularne celice le na konici mikorizne korenine, hkrati pa pri tipu *R. ochroleuca* ne najdemo cistidijev. Hife ustrezajo. Tip ektomikorize, ki je zelo podoben *R. ochroleuca* je *Piceirhiza russoloides*, vendar tudi pri tem tipu ektomikorize ne najdemo cistidijev. Tip cistidijev, ki jih mi opisujemo je značilen za *Russule*, tako da sklepamo, da gre za tip ektomikorize *Russula sp.* (nobenemu od tipov ektomikorize s to vrsto cistidijev ne ustreza plašč).

Tip ektomikorize SLO 839 – SA39

- Mikorizna korenina je belo rumene barve in bleščeča. Površina je granularna in pokrita z delčki zemlje. S površine izhaja nekaj kratkih svetlih hif, rizomorfov ni. Razraščanje je monopodialno – piramidalno do dihodontno. Nerazvejani deli so rahlo ukrivljeni. Dolžina mikoriznega sistema je do 10 mm (premer 0,4 mm), dolžina nerazvejanega dela do 3 mm (premer do 0.4 mm).

- **Hife** so svetle, gladke in imajo tanke stene. Septe imajo zaponke. Premer hif je od 2 do 5,5 mm (v opisu so hife tanjše (BRAND 1991)), ponekod so vidni doliporosi. S površine redko izhajajo **cistidiji**, ki so pokončni (dolžina je do 30 mm) z globularno konico (tip N) in vsebujejo septe.
- **Plašč** je na površini rahlo plektenhimatski. Debelina plašča je 30 mm. Plašč je svetel, hife imajo tanke in svetle stene. Znotraj hif najdemo maščobne kapljice. Premer hif je od 2 do 3.5 (7) mm. V notranjih plasteh je plašč gosto plektenhimatski, tip plašča je vmesni (tip H) do plektenhimatski.
- Ko smo barvali plašč s sulfovanilinom ni bilo reakcije.
- Glede na značilen tip cistidijev in prisotnost maščobnih kapljic sklepamo, da gre za tip ektomikorize **Fagirhiza globulifera**. Razlikuje se barva mikorizne korenine, ki je v našem primeru nekoliko manj svetla, mikorizni sistem pa je pri tipu ektomikorize SLO 838 – SA39 daljši.

Tip ektomikorize SLO 840 – SA35

- Mikorizna korenina je oker rumene barve, površina je bleščeča in pokrita z delčki zemlje. S površine izhaja precej debelih hif, ki so skoraj povsem pokrite z delci zemlje in so rumene barve. Razraščanje je monopodialno - piramidalno do dihotomno koraloidno. Dolžina mikoriznega sistema je do 3.5 mm (premer 0.5 mm), dolžina nerazvejanih delov do 1 mm (premer 0.5 mm). Rizomorfov nismo našli.
- **Hife** so zelo različnih debelin. Premer je od (4) 6 do 29 mm, interseptalna dolžina je od 15 do 100 mm in več. Hife so brez zaponk. Površina tanjših je granulirana, so hialinske in s tankimi svetlimi stenami. Nekatere hife imajo odebeljene celične stene (do 3 mm) in so močno obložene z delci zemlje. Vse hife so svetle, razen najdebelejše, ki je rahlo oker in z odebeljeno steno (do 4 mm). Našli smo anastomozo s kontaktno septo (tip B).
- **Plašč** je v zgornji plasti je pseudoparenhimatski. Plašč je rahlo oker barve, stene so svetlo rumene do temnejše in tanjše, le redke so odebeljene. Dolžina celic je od 15 do 30 mm. V predpisanem kvadrantu (20 x 20 mm) sta 2 do 4 celice. Globlje prehaja pseudoparenhimatski plašč v plektenhimatskega. Plašč je gosto plektenhimatski, premer hif je od 4 do 5 mm. Nekatere hife so povečane, z globularnimi inflacijami (7 mm).
- V literaturi nismo našli podobnega opisa, skoraj povsem pa ustreza tip ektomikorize **Piceirhiza chordata**, še posebej če upoštevamo, da smo našli hifo, ki je tipična za ta tip ektomikorize. Vendar pa za tip ektomikorize **P. chordata** ni značilen plektenhimatski plašč, ki smo ga našli v globljih plasteh tipa ektomikorize SLO 840.

Tip ektomikorize SLO 841 – SA41

- Mikoriza je svetlo rjave barve in granulirana. Pokrita je z oker plaščem, ki je precej debel. Površina mikorizne korenine je skoraj povsem prekrita z delčki zemlje, s površine izhaja malo hif. Razraščanje mikorizne korenine je monopodialno – piramidalno, nerazvejani deli so ukrivljeni. Dolžina mikoriznega sistema je do 4 mm, nerazvejani deli pa so dolgi do 2.5 mm. Rizomorfov nismo našli.
- **Hife** so zelo redke. So svetle in s tankimi stenami. Nekatere hife so gladke, druge granulirane. Premer hif je od 3.5 do 4.5 mm.
- **Plašč** je pseudoparenhimatski in rahlo rumene barve. Zgornji sloj predstavljajo angularne celice, ki prehajo v bolj globularne in ovalne celice. Dolžina angularnih celic je od 13 do 30 mm, dolžina ovalnih celic pa je od 20 do 25 mm. Globlje je plašč plektenhimatski. Vidne so tudi povečane hife (premer je 10 mm), ki bi lahko bile laticifere.
- Opis tipa ektomikorize SLO 841 – SA41 še najbolj ustreza tipu ektomikorize SLO 840 – SA40, vendar ne ustrezajo izhajajoče hife.

Tip ektomikorize SLO 842 – SA42

- Mikorizna korenina je pokrita z belim plaščem, viden je rumen pigment. S površine izhajajo številne hife in številni rizomorfi. Rizomorfi pogosto pahljačasto izhajajo in se cepijo v filamente, včasih izhajajo s površine pravokotno. Rizomorfi so večinoma bele barve s rumenim pigmentom (so bolj ali manj rumeni). Vejanje je monopodialno – piramidalno, nerazvejani deli so ukrivljeni. Dolžina mikoriznega sistema je do 4 mm (premer do 0.4 mm), dolžina nerazvejanih delov pa do 2 mm.
- **Hife** so razmeroma tanke (premer je 2,5 mm) so svetle in brez zaponk. Hife so granulirane, na površini najdemo kristale temne barve.
- Površina **plašča** je rahlo plektenhimatska. Premer hif je do 2.5 mm, stene niso odebeljene. Hife so granulirane in imajo enostavne septe. Površina plašča je pokrita ponekod s kristali. Globlje plašč prehaja v pseudoparenhim (vmesna oblika plašča- tip H).
- Rizomorfi so nediferencirani in pokriti z granulami in kristali.

- Morfološko in predvsem zaradi prisotnosti kristalov opis ustreza tipu ektomikorize *Piloderma croceum*, ki je opisan na bukvi (*Fagus sylvatica*).

6.2.2 Deleži tipov ektomikorize v vzorcih tal iz Zavodnj in Kočevske Reke

Preglednica 1: Zavodnje (bukov sestoj, ZB1 in ZB2); vzorčeno dne 1.6.1998

TIPI EKTOMIKORIZE	ZB1 št. korenin	ZB1 %	ZB2 št. korenin	ZB2 %	SKUPAJ št. korenin	SKUPAJ %
SLO 801 – SA1 <i>Xerocomus badius</i>	/	/	17	0.6	17	0.3
SLO 802 – SA2 <i>Piceirhiza obscura</i>	/	/	13	0.5	13	0.3
SLO 803 – SA3 <i>Cenococum geophilum</i>	257	13.7	284	9.8	541	11.3
SLO 804 – SA4 <i>rumena, volnata</i>	/	/	360	12.4	360	7.5
SLO 805 – SA5 <i>Russula sp.</i>	/	/	386	13.3	386	8.1
SLO 806 – SA6 <i>Elaphomyces granulatus</i>	908	48.5	68	2.4	976	20.4
SLO 807 – SA7	205	10.9	1016	35	1221	25.6
SLO 808 – SA8 <i>Fagirhiza pallida</i>	/	/	103	3.5	103	2.2
SLO 809 – SA9 <i>(Tuber puberulum?)</i>	14	0.8	16	0.5	30	0.6
SLO 810 – SA10 <i>Russula mairei</i>	9	0.4	53	1.8	62	1.3
SLO 811 – SA11 <i>Tylospora sp.</i>	/	/	52	1.8	52	1.1
SLO 812 – SA12 <i>(Thelephora terrestris ?)</i>	/	/	287	10	287	6
SLO 813 – SA13 <i>Russula acrifolia</i>	/	/	191	6.6	191	4
SLO 814 – SA14 <i>Cortinarius bolaris</i>	362	19.3	53	1.8	415	8.7
SLO 815 – SA15 <i>Piceirhiza nigra</i>	32	1.7	/	/	32	0.7
SLO 816 – SA16 <i>enostavna, oranžno-rjava</i>	9	0.5	/	/	9	0.2
SLO 817 – SA17 <i>Russula ochroleuca</i>	/	/	2	0.1	2	0
SLO 818 – SA18 <i>Russula illota</i>	69	3.6	/	/	69	1.4
SLO 819 – SA19 <i>(Albatrellus ovinus ?)</i>	4	0.2	/	/	4	0.1
SLO 820 – SA20 <i>(Tuber melanosporum ?)</i>	7	0.4	/	/	7	0.1
SNT (ostalo)	14313	88.1 %	11388	79.4 %	25701	84.1 %
nemikorizne korenine	57	0.4 %	52	0.4 %	109	0.3 %
določeni mikorizni tipi	1873	11.5 %	2901	20.2 %	4774	15.6 %

V vzorcu ZB1 je bilo prešteti 16243 korenin, v ZB2 14341, skupaj torej 30584, v vzorcu Moravske gredice je bilo prešteti 4231 korenin, v vzorcu Preža pa 5689 korenin.

Preglednica 2: Kočevska Reka - Moravske gredice; vzorčeno dne 1.6.1998

TIPI EKTOMIKORIZE	Moravske gredice Št. korenin	Moravske gredice %
SLO 803 – SA3 <i>črni tipi (C.g.)</i>	164	10.6
SLO 804 – SA4	272	17.6
SLO 814 – SA14 <i>Cortinarius bolaris</i>	10	0.6
SLO 817 – SA17 <i>Russula ochroleuca</i>	159	10.3
SLO 822 – SA 22 <i>Tricholoma sciodes</i>	99	6.4
SLO 823 – SA23 <i>Piceirhiza conspicua</i>	96	6.2
SLO 824 – SA24 <i>Dermocybe cinnamomea</i>	227	14.6
SLO 825 – SA25 angularen plašč	3	0.2
SLO 827 – SA27 <i>Elaphomyces muricatus</i>	180	11.6
SLO 828 – SA28	2	0.1
SLO 829 – SA15 <i>Piceirhiza nigra ?</i>	162	10.4
SLO 830 – SA30	67	4.3
SLO 831 – SA31	109	7.1
SNT (ostalo)	2654	62.8
nemikorizne korenine	27	0.6
določeni mikorizni tipi	1550	36.6

Preglednica 3: Kočevska Reka - Preža, vzorčeno dne 1.6.1998

TIPI EKTOMIKORIZE	Preža 1 Št. korenin	Preža 1 %
SLO 803 – SA3 <i>črni tipi (C.g.)</i>	138	11.8
SLO 811 – SA11 <i>Tylospora fibrillosa</i>	75	6.5
SLO 814 – SA14 <i>Cortinarius bolaris</i>	31	2.7
SLO 817 – SA17 <i>Russula ochroleuca</i>	57	4.9
SLO 824 – SA24 <i>Dermocybe sp.</i>	44	3.8
SLO 832 – SA32 <i>(Piceirhiza oleiferans ?)</i>	53	4.6
SLO 833 – SA33	113	9.7
SLO 834 - SA7	4	0.4
SLO 835 – SA35 <i>Piceirhiza chordata</i>	67	5.8
SLO 836 – SA24	98	8.4
SLO 837 – SA37 <i>Russula sp.</i>	47	4.0
SLO 838 – SA38 <i>Piceirhiza gelatinosa</i>	1	0.1
SLO 839 – SA39 <i>(Fagirhiza globulifera ?)</i>	59	5.1
SLO 840 – SA40	45	3.9
SLO 841 – SA41 <i>(Russula mairei ?)</i>	77	6.6
SLO 842 – SA42 <i>Piloderma croceum</i>	53	4.6
SLO 843 – SA43 <i>Russula xerampelina</i>	198	17.1
SNT (ostalo)	4496	79
nemikorizne korenine	33	0.6
določeni mikorizni tipi	1160	20.4

6.3 TIPI EKTOMIKORIZE S PLOSKVE NA POKLJUKI

Tadeja TROŠT, Urška VILHAR, Reinhard AGERER, Hojka KRAIGHER

Vzorčenje tipov ektomikorize je potekalo po enotni metodi s sondo, prostornine 274 ml, s katero je mogoče odvzeti vzorce tal od 0-18 cm globoko. Vzorčenje smo izvedli v letu 1997 po predhodnih krajših opisih tipov ektomikorize iz obeh lokacij. Posamezni vzorec, vzorčen na vsaki drugi ploskvici v stratumih D, F in G (gl. predhodna poglavja) smo previdno sprali in izločili vse korenine. Korenine smo ločili na nemikorizne, mikorizne in stare nedoločljive, neturgescenčne mikorizne korenine. V nadaljevanju so na kratko predstavljeni

anatomski opisi tipov ektomikorize, preglednice števila korenin in posameznih tipov ektomikorize ter prikaz števila tipov po ploskvicah.

6.3.1 Kratki opisi novih tipov ektomikorize na smreki s Pokljuke

SLO-TT 672, ~*Dermocybe cinnamomea*

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: nepravilno pinatno in piramidalno

Oblika: zvrta

Površina: vatasta

Obarvanost mikoriznega sistema: rdečerjava z belimi lisami

Obarvanost apeksa: rdečerjava

Izhajajoči elementi: številni rizomorfi, bleščeče ali zamolklo beli, tanki, točkasto izraščajo

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, nekompakten, prstanasta ureditev hif, enostavna in redka zapončna septa

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten

Anatomija izhajajočih elementov

Rizomorfi: primitiven tip (A), nediferencirane hife, prevladujejo zapončni stiki

SLO TT 568, ~*Piceirhiza floccosa*

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: enostavno

Oblika: rahlo ukrivljena

Površina: volnata

Obarvanost mikoriznega sistema: temno rjava

Obarvanost apeksa: bela, bleščeča

Izhajajoči elementi: številne hife, predvsem apikalno

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, nekompakten, vzporedno potekajoče hife, razvejanja v pravih kotih, brez matriksa

Notranji sloj: prehodni tip med psevdoparenhimatskim in plektenhimatskim

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: gladke, septa enostavna in zapončna

SLO-TT 693, 706, ~*Piceirhiza cornuta*

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: enostavno in pinatno

Oblika: ravna ali rahlo upognjena

Površina: gladka, rahlo bleščeča

Obarvanost mikoriznega sistema: izrazito homogeno bleščeče temno rjava

Obarvanost apeksa: bleščeče temno rjava

Izhajajoči elementi: niso opaženi

Anatomija plašča

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, angularne hife, mestoma zvezdasta ureditev, debele celične stene, redki cistidiji, iglasti ali ptišiljeni trikotni

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten, hife prepletene brez posebnega vzorca

SLO-TT 602, ~*Piceirhiza terrea*

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: monopodialno-pinatno

Oblika: ravna, kegljasti apeksi

Površina: retikulatna

Obarvanost mikoriznega sistema: svetlo rjava

Obarvanost apeksa: svetlo rjava

Izhajajoči elementi: niso opaženi

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, nekompakten, kvadratasta razvejanja, enostavna septa, ena celična stena širša od druge

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten

SLO-TT 730, ~*Pinirhiza epidermoides*

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: pinatno in piramidalno

Oblika: ravna, rahlo upognjena, brez zažetkov

Površina: gladka do zrnata

Obarvanost mikoriznega sistema: svetlo oranžno rjava

Obarvanost apeksa: svetlo oranžno rjava

Izhajajoči elementi: niso opaženi

Anatomija plašča

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, epidermoidne celice

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten, hife zvezdasto urejene ali brez posebnega vzorca, redka razvejanja, tanke celične stene, enostavna in zapončna septa

SLO-TT 662, ~*Pinirhiza stellanulata*

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: monopodialno-pinatno

Oblika: ravna

Površina: gladka, rahlo bombažasta

Obarvanost mikoriznega sistema: temno rjava, srebrna

Obarvanost apeksa: rjava

Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, nekompaktna struktura, zvezdasta ali prstanasta ureditev hif, enostavna septa, odebelitve sredi hife, celice rahlo rjave

Notranji sloj: plektenhimatski, nekompaktna struktura, zvezdasta ali prstanasta ureditev hif, enostavna septa, celice rahlo rjave

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: gladke, enostavna septa, anastomoze odprte z dolgim mostom

SLO-TT 615, *Cortinarius* sp.

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: nepravilno pinatno

Oblika: sinusoidna

Površina: gladka

Obarvanost mikoriznega sistema: bela

Obarvanost apeksa: rjavorumena

Izhajajoči elementi: številni rizomorfi, beli, točkasto izraščajo, precej debeli

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, hife prepletene brez posebnega vzorca, enostavna septa

Notranji sloj: plektenhimatski, hife prepletene brez posebnega vzorca, enostavna septa

Anatomija izhajajočih elementov

Rizomorfi: primitivna oblika (A), nediferencirane, kompaktno povezane hife, prevladujejo enostavni stiki, zapončna septa redka, anastomoze (e)

SLO-TT 631, *Hebeloma* sp.

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: enostavno

Oblika: ukrivljena

Površina: volnata

Obarvanost mikoriznega sistema: rdečerjava, srebrna

Obarvanost apeksa: rdečerjava

Izhajajoči elementi: številne svetle hife

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, nekompakten, kvadratasta razvejanja, enostavna septa

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten, brez matriksa, predeli s krožno urejenimi hifami, kratke hife, enostavna septa

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: gladke, anastomoze (c1,b1,b3), zapončni stiki, anastomoze hruškaste oblike z luknjico v sredini

TT-SLO 585. *Tomentella* sp.1

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: monopodialno-pinatno

Oblika: ravna

Površina: bombažasta

Obarvanost mikoriznega sistema: temno rjava

Obarvanost apeksa: temno rjava

Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, epidermoidne celice s tanko, redko mrežo hif, celice rumenkasto obarvane, pogosto vsebujejo modra granula

Notranji sloj: psevdoparenhimatski, epidermoidne celice, rumenkasto obarvane, pogosto vsebujejo modra granula

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: gladke, vsebujejo modra granula, debele celične stene, enostavna septa, apikalni del hife pogosto sinusoiden

SLO-TT 654. *Tomentella* sp.2

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: enostavno

Oblika: ravna

Površina: gladka

Obarvanost mikoriznega sistema: temno rjavozelena

Obarvanost apeksa: temno rjava

Izhajajoči elementi: niso opaženi

Anatomija plašča

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, angularne celice z nežno plektenhimatsko mrežo, angularne hife pravilno zvezdasto urejene, barva celic rahlo rjava, v posameznih celicah skupki sivomodrih granul

Notranji sloj: plektenhimatski, nekompakten, urejenost hif brez posebnega vzorca, enostavna septa

TT-SLO 716. *Tricholoma* sp.

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: enostavno in monopodialno-pinatno

Oblika: rahlo ukrivljena

Površina: retikulatna

Obarvanost mikoriznega sistema: bleščeče bela

Obarvanost apeksa: bela

Izhajajoči elementi: rizomorfi, beli, točkasto izraščajo, srednje razvejani

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, kompakten, hife brez posebne ureditve ali mestoma prstanasto urejene, enostavna septa

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten, hife brez posebne ureditve ali mestoma prstanasto urejene, enostavna septa

Anatomija izhajajočih elementov

Rizomorfi: nediferencirani (B), gladki, nodia, hife zelo kompaktno povezane, enostavna septa

SLO-TT 605, Temno rjav, labirintoiden tip

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: monopodialno-pinatno

Oblika: ravna ali rahlo upognjena

Površina: gladka

Obarvanost mikoriznega sistema: temno rjava

Obarvanost apeksa: temno rjava

Izhajajoči elementi: posamezne hife

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, kratke, goste hife, brez posebnega vzorca, barva celic rahlo rjava

Notranji sloj: plektenhimatski, kratke, goste hife, brez posebnega vzorca, barva celic rahlo rjava

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: gladke, enostavna septa

TT-SLO 597, Asimetrične celične stene

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: enostavno in monopodialno-pinatno

Oblika: ravna ali rahlo zvita

Površina: retikulatna

Obarvanost mikoriznega sistema: oranžnorjava, srebrna

Obarvanost apeksa: oranžnorjava

Izhajajoči elementi: posamezne hife

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, nekompakten, hife prepletene brez posebnega vzorca, gladke, brez matriksa, enostavna septa, celične stene izrazito asimetrično debele, brez cistidijev

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten, hife prepletene brez posebnega vzorca, gladke, brez matriksa, enostavna septa, celične stene izrazito asimetrično debele

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: ravne, gladke, enostavna septa, odprte anastomoze s kratkim mostom

TT-SLO 636, Redke zaponke

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: mnopodialno-pinatno in monopodialno-piramidalno

Oblika: zvita, grbinasta

Površina: retikulatna

Obarvanost mikoriznega sistema: zamolklo rjava, srebrna

Obarvanost apeksa: zamolklo rjava

Izhajajoči elementi: redke hife

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, hife prepletene brez posebnega vzorca, posamezne hife izrazito debelejše od ostalih, enostavna septa in redki zapončni stiki, redki prišiljeni trikotni cistidiji

Notranji sloj: plektenhimatski, hife prepletene brez posebnega vzorca, posamezne hife izrazito debelejše od ostalih, enostavna septa

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: gladke, enostavna septa

TT-SLO 638, Izrastki s septo

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: nepravilno pinatno

Oblika: zvita

Površina: volnata

Obarvanost mikoriznega sistema: rumenorjava, srebra

Obarvanost apeksa: rumenorjava

Izhajajoči elementi: rizomorfi, točkasto izraščajo, v topih kotih

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, nekompakten, hife brez posebne ureditve, mestoma vzporedno potekajoče, redka dihotomna razvejanja, zapončni micelij

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten

Anatomija izhajajočih elementov

Rizomorfi: nediferencirani (A), gladke hife, anastomoze z obrnjenim razvejanjem ali odprte, kratki polkrožni izrastki s septo

TT-SLO 643, Srebrn tip

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: enostavno

Oblika: ravna

Površina: gladka

Obarvanost mikoriznega sistema: sivobela, oker, srebrna

Obarvanost apeksa: sivobela

Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, nekompakten, ureditev hif brez posebnega vzorca, redka razvejanja, septa enostavna, hifa pred septumom zožena

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten, ureditev hif brez posebnega vzorca, redka razvejanja, septa enostavna, hifa pred septumom zožena

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: gladke, ravne, enostavna septa

TT-SLO 659, Bel tip z rizomorfi

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: nepravilno pinatno

Oblika: sinusoidna

Površina: gladka

Obarvanost mikoriznega sistema: bleščeče bela, srebrna

Obarvanost apeksa: svetlo rjava

Izhajajoči elementi: številni, bleščeče beli rizomorfi, izraščajo v topih kotih, mestoma ploskovno povezani

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, kompakten preplet, urejenost hif brez posebnega vzorca, enostavna septa

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten preplet, enostavna septa

Anatomija izhajajočih elementov

Rizomorfi: nediferencirani (B), enostavni in zapončni stiki, anastomoze s kratkim odprtim mostom

TT-SLO 714, Rumeni delci po površini

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: nepravilno pinatno

Oblika: ukrivljana, grbinasta

Površina: gladka, gosto prekrita z delci prsti

Obarvanost mikoriznega sistema: sivorjava

Obarvanost apeksa: sivorjava

Izhajajoči elementi: rizomorfi, rjavorumeni, točkasto izraščajo

Anatomija plašča

Zunanji sloj: plektenhimatski, slabo prepoznaven zaradi delcev

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten, enostavna septa, redka dihotomna razvejanja, celice brezbarvne

Anatomija izhajajočih elementov

Rizomorfi: nediferencirani (A), hife s številnimi delci po površju, celice rumenkasto obarvane, enostavna in zapončna septa

TT-SLO 724. Angularen plašč

Morfologija mikoriznega sistema

Razraščanje: monopodialno-pinatno

Oblika: rahlo ukrivljena

Površina: gladka

Obarvanost mikoriznega sistema: rjava do sivorjava

Obarvanost apeksa: svetlo sivorjava

Izhajajoči elementi: posamezne hife

Anatomija plašča

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, angularne celice, mestoma zvezdasto urejene

Notranji sloj: plektenhimatski, kompakten, urejenost hif brez posebnega vzorca, tanke celične stene, enostavna septa

Anatomija izhajajočih elementov

Hife: gladke, enostavna septa

6.2.4 Deleži tipov ektomikorize v vzorcih tal s Pokljuke - rezultati in diskusija

Vzorčili smo na zvezdasto razporejenih vzorčnih ploskvah v strnjenem debeljaku (F, skupno 13 ploskvic od 25), majhni sestojni vrzeli (D, skupno 17 ploskvic od 33) in na treh nizih vzorčnih ploskvic na poseki. (G, skupno vseh 15 ploskvic). Na vsaki ploskvici smo odvzeli po en vzorec. Tako smo v stratumu F prešteli skupno 23.920 vseh mikoriznih in nemikoriznih korenin, ode tega 11.216 vitalnih tipov ektomikorize (determiniranih 20 različnih tipov ektomikorize), v stratumu D skupno 11.978 korenin, od tega 3.312 vitalnih tipov ektomikorize (10 tipov) in v stratumu G skupno 20.046 korenin, od tega 4.408 vitalnih tipov ektomikorize (5 tipov). Podatki so prikazani v preglednicah 1, 2, 3.

Veliko število tipov ektomikorize na smreki, katere smo opisali v vzorcih s Pokljuke, doslej še ni bilo opisanih. Ker smo vse opise temeljili predvsem na anatomskih značilnostih (potrebno opremo za molekularne analize, katerih uporaba bi lahko delo pospešila, smo pridobili šele ob koncu projekta), je bilo delo izjemno zamudno. Slednje je pogojevalo tudi nepredvidljivo daljši čas popisovanja tipov ektomikorize, zato v zastavljenem časovnem obdobju, kljub pričakovani pestrosti, vendar zaradi zamude pri nabavah nove opreme, nismo uspeli analizirati vseh vzorcev oziroma vseh ploskvic, kakor smo si zastavili ob začetku projekta.

Skupno smo na ploskvi (treh stratumih) na Pokljuki določili 27 različnih tipov ektomikorize. Le dva tipa nastopata hkrati na poseki, v mlajšem pomladitvenem jedru in v debeljaku. Oba tipa (*Cenococcum geophilum* in *Tylospora* sp.) sta zelo pogosta na večini smrekovih rastišč v Evropi (ERLAND et al 1994, KAREN et al 1998), kakor tudi v Sloveniji (KRAIGHER 1997). Med ostalimi tipi smo z gotovostjo lahko določili do nivoja vrste le tri tipe, do nivoja rodu še pet tipov, šest smo jih po njihovih anatomskih značilnostih uvrstili med podobne doslej že opisanim tipom, vendar njihova identifikacija ni zanesljiva, saj posamezne karakteristike ne ustrezajo že objavljenim opisom tipov ektomikorize. Enajst tipov doslej zagotovo še ni bilo opisanih.

Preglednica 1: Tipi ektomikorize na zvezdasto razporejenih ploskvicah na Pokljuki v debelejaku (ploskev F)

Ploskev F - debelejak															
Tipi ektomikorize / št. tipov na ploskvici	F1	F2	F4	F6	F8	F10	F12	F14	F16	F18	F20	F22	F24	Skupaj	Delež tipov %
~ <i>Dermocybe cinnamomea</i> , SLO-TT 672												35		35	0
~ <i>Piceirhiza floccosa</i> , SLO-TT 568	787		123							20				930	8
~ <i>Piceirrhiza terreae</i> , SLO-TT 602			73											73	1
~ <i>Pinihriza epidermoides</i> , SLO-TT 730		1006			420	198				110				1734	15
~ <i>Pinihriza stellatulata</i> , SLO-TT 662											9			9	0
<i>Cenococcum geophilum</i> , SLO-TT 572	286	165	654	130	96		55	195		72	165	105	60	1983	18
<i>Cortinarius</i> sp., SLO-TT 615			1461	113										1574	14
<i>Hebeloma</i> sp., SLO-TT 631							225							225	2
<i>Piceirhiza gelatinosa</i> , SLO-TT 727											72			72	1
<i>Piloderma croceum</i> , SLO-TT 660										168				168	1
<i>Tomentella</i> sp.1, SLO-TT 585		343											5	348	3
<i>Tomentella</i> sp.2, SLO-TT 654										43				43	0
<i>Tylospora</i> spp., SLO-TT 719, 740	23	109	175		101	610	650	250	250	25	232		42	2217	20
Type SLO-TT 597 - Asimetrične stene			189	40										229	2
Type SLO-TT 605 - Rjav labirintoiden			299			15		11		15	35			375	3
Type SLO-TT 636 - Redka septa								19						19	0
Type SLO-TT 638 - Izrasčki s septi								20						20	0
Type SLO-TT 643 - Srebrn								8						8	0
Type SLO-TT 659 - Bel z rizomorfi										65				65	1
Type SLO-TT 724 - Angularen			563					68	118		20	245	75	1089	10
Stari nedoločljivi tipi	1430	2320	1240	1840	440	820	930	930	630	520	420	560	280	12360	52
Nemikorizne korenine	16	60	22	12	28	42	12	35	28	34	8	25	22	344	1
Skupaj	2542	4003	4624	2310	984	1176	1832	1936	1026	1072	961	970	484	23920	
Delež skupnega št. %	11	17	19	10	4	5	8	8	4	4	4	4	2	100	
Št. vitalnih mikoriznih k.	1096	1623	3362	458	516	314	890	971	368	518	533	385	182	11216	47
Delež tipov %	10	14	30	4	5	3	8	9	3	5	5	3	2	100	
Število tipov	3	4	7	4	2	3	3	7	2	8	6	3	4	20	

Preglednica 2: Tipi ektomikorize na zvezdasto razporejenih ploskvicah na Pokljuki v mlajšem pomladitvenem jedru (ploskev D)

Tipi ektomikorize / število tipov na ploskvicah	Ploskev D - mlajše pomladitveno jedro																	Delež tipov %	
	D1	D2	D4	D6	D8	D10	D12	D14	D16	D18	D20	D22	D24	D26	D28	D30	D32		Skupaj
~ <i>Piceirhiza cornuta</i> , SLO-TT 706, 693			72	52				37	55			62					24	302	9
~ <i>Pitirhiza epidermoides</i> , SLO-TT 730		17			28	12		65	177	5	37		333					674	20
~ <i>Pitirhiza stellanulata</i> , SLO-TT 662	24																	24	1
<i>Cenococcum geophilum</i> , SLO-TT 572	18					47		28		52	133		16		77	64		435	13
<i>Hydnellum peckii</i> , SLO-TT 738																42		42	1
<i>Piceirhiza gelatinosa</i> , SLO-TT 727		9										12					2	23	1
<i>Tricholoma</i> sp., SLO-TT 716										47								47	1
<i>Tylospora</i> spp., SLO-TT 719, 740	48	62	133	158	240	66	60	105		64	172	212		5	9	48	203	1585	48
Type SLO-TT 714 - Rumeni delci										16								16	0
Type SLO-TT 724 - Angularen												28		107			29	164	5
Stari nedoločljivi tipi	400	470	290	810	620	220	200	510	100	710	430	590	320	610	780	570	720	8350	70
Nemikorizne korenine	10	35	16	22	7	6	5	18	0	7	6	16	12	55	35	48	18	316	3
Skupno število korenin	500	593	511	1042	895	351	265	763	332	901	778	920	681	777	901	772	996	11978	
Delež skupnega števila %	4	5	4	9	7	3	2	6	3	8	6	8	6	6	6	6	8	100	
Število vitalnih mikoriznih korenin	90	88	205	210	268	125	60	235	232	184	342	314	349	112	86	154	258	3312	28
Delež vitalnih mikoriznih korenin	3	3	6	6	8	4	2	7	7	6	10	9	11	3	3	5	8	100	
Število tipov	3	3	2	2	2	3	1	4	2	4	3	4	2	2	2	3	4	10	24

Preglednica 3: Tipi ektomikorize na ploskvicah na Pokljuki na poseki (ploskev G)

Ploskev G - poseka																	
Tipi ektomikorize / število tipov po ploskvicah	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	Skupaj	Delež tipov%
<i>Cenococcum geophilum</i>	169	26	35	0	153	137	198	0	6	23	15	9	4	24	60	859	19,49
<i>Tylospora</i> spp., SLO-TT 719, 740	116	374	25	0	395	542	87	28	107	220	166	290	54	42	166	2612	59,26
Tip SLO-UV 757	17															17	0,39
Tip SLO-UV 756	55	128	0	262	0	34	0	16	11	131	0	6	243	0	0	886	20,10
Tip SLO-UV 758														34		34	0,77
Stari nedoločljivi tipi	1950	316	433	632	1046	279	1024	408	376	1673	1996	1969	2430	4350	1164	20046	81,11
Nemikorizne korenine	20	14	12	8	31	13	3	14	7	16	50	18	30	13	12	261	1,06
Skupaj	2327	858	505	902	1625	1005	1312	466	507	2063	2227	2292	2761	4463	1402	24715	
Delež skupnega števila korenin	9,42	3,47	2,04	3,65	6,57	4,07	5,31	1,89	2,05	8,35	9,01	9,27	11,17	18,06	5,67	100,00	
Število vitalnih mikoriznih korenin	357	528	60	262	548	713	285	44	124	374	181	305	301	100	226	4408	17,84
Delež vitalnih mikoriznih korenin %	8,10	11,98	1,36	5,94	12,43	16,18	6,47	1,00	2,81	8,48	4,11	6,92	6,83	2,27	5,13	100,00	18,03
Število tipov	4	3	2	1	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	5	

6.4 POPIS GLIV NA TRAJNI RAZISKOVALNI PLOSKVI ŠIJEC IN V NJENI OKOLICI NA POKLJUKI V LETIH 1995-1997

Andrej PILTAVER

V času intenzivne rasti gliv na Pokljuki so bili v letih 1995-1997 izvedeni popisi vseh makromicet na trajni raziskovalni ploskvi pri Šijcu in v okolici. Posamezni trosnjaki so bili identificirani s pomočjo ustrezne literature. Popisi na ploskvi so bili izvedeni s prostorsko opredelitvijo nahajališča trosnjaka, tako da je mogoče izdelati natančne prostorske karte vseh popisov. Slednji so bili preliminarno prikazani na srečanju v Firencah (1997), hranjeni so v arhivih GIS. Eksikati vseh določenih gliv so prav tako shranjeni v Herbariju in mikoteki GIS.

Pojav posameznih vrst je možno povezati s specifičnim rastiščem, npr. *Panaeolus sphinctrinus*, *Panaeolus rickenii*, *Stropharia semiglobata* in *Coprobria granulata* se kot izrazito koprofilne vrste pojavljajo na govejih ekskrementih in kažejo, da so krave stalen gost tudi na ploskvi.

Posamezne vrste se pojavljajo ob robu ali na samih travnatih poteh. Na teh površinah rastejo nekatere vrste, ki drugje manjkajo, npr. *Russula firmula*. Za pojav gliv je zanimiv tudi star strelski jarek, ki poteka na robu ploskve, kjer beležimo redki pojav *Hygrophorus hyacinthinus* in pojav večjega števila nedoločenih razcepljenk (*Inocybe* sp).

Po tretjem letu opazovanj je možno narediti prve ocene o pojavljanju najpogostejših vrst na ploskvi, ki so navedene v popisu in drugih vrst, ki se pojavljajo le tu in tam. Vendar je dosedanji časovni okvir bistveno premajhen, da bi bilo možno govoriti o natančnejšem pojavljanju redkejših vrst. Zato bi bilo za floristično raziskavo makromicet potrebno daljše časovno obdobje vsaj desetih let, ker je pojavljanje gliv zelo variabilno in tako odvisno od vremenskih in drugih pogojev.

Popisi so bili izvedeni v dneh: 21.08.1994, Ekskurzija Šijec (Kosec, Tkalčec), 21.07.1995, Barje Šijec z okolico, 26.08.1995, Barje Šijec, neposredna okolica ploskve, 26.08.1995, Barje Šijec, popis na ploskvi, 30.8.1995, Ogled ploskve in Šijca z okolico z udeleženci mednarodnega kolokvija Bioindication of Forest Site Pollution, Development of Methodology and training, Pokljuka, 18.09.1995, Barje Šijec z okolico, 18.09.1995, Barje Šijec, popis na ploskvi, 01.08.1996, popis gliv TRP Šijec, 01.08.1996, popis gliv TRP Šijec, taksoni s ploskve in okolice, določeni naknadno, 20.08.1996, popis gliv TRP Šijec, 20.08.1996, popis gliv TRP Šijec, naknadno določeni taksoni s ploskve in okolice, 31.08.1996, Popis gliv TRP Šijec, Popis gliv TRP Šijec 8.9.1996, 31.05.1997, Popis gliv okolica Šijca in okolica kasarne, 05.08.1997, Popis gliv, Lipanca, 07.08.1997, Popis ob poti proti ploskvi, 07.08.1997, Popis na ploskvi, 14.8.1997, popis na ploskvi 22.8.1997, popis na ploskvi, 6.9.1997, popis na ploskvi, 15.-17. 9. 1997.

Preglednica 1: Seznam določenih vrst gliv na trajni raziskovalni ploskvi Šijec in v njeni okolici

Albatrellus subrubescens

Amanita battaræ

Amanita muscaria

Amanita porphyria

Amanita rubescens

Amanita rubescens var. *annulosulphurea*

Amanita spissa

Amanita subalpina

Amanita submembranacea

Amanita umbrinolutea

Armillaria mellea

Ascocoryne cylichnium

Bisporella citrina

Bisporella pallescens na *Bispora antennata*

Boletus edulis

Boletus erythropus

Bovista nigrescens
Calocera cornea
Calocera viscosa
Calvatia utriformis
Camarophyllus pratensis
Cantharellus cibarius
Cantharellus lutescens
Chalciporus piperatus
Cheilymenia stercorea
Chlorosplenium aeruginascens
Chroogomphus helveticus ssp. tatrensis
Clavulina cristata
Climacocystis borealis
Clitocybe catinus
Clitocybe concava
Clitocybe costata
Clitocybe fragrans
Clitocybe gibba
Clitopylus prunulus
Collybia butyracea
Collybia butyracea var. asema
Collybia confluens
Collybia cookei
Collybia dryophylla
Collybia maculata
Collybia peronata
Collybia tuberosa
Coprobina granulata
Cortinarius acutovelatus
Cortinarius adalbertii
Cortinarius brunneus
Cortinarius calopus
Cortinarius camphoratus
Cortinarius caninus
Cortinarius cf. evernius
Cortinarius cinnamomeoluteus
Cortinarius cinnamomeus
Cortinarius cinnamomeus sl.
Cortinarius crassifolius
Cortinarius delibutus
Cortinarius elatior
Cortinarius elegantior
Cortinarius evernius
Cortinarius gentilis
Cortinarius limonius
Cortinarius malicorius
Cortinarius multififormis
Cortinarius obtusus
Cortinarius ochroleucus
Cortinarius odorifer
Cortinarius paleaceus
Cortinarius paleiferus
Cortinarius palustris
Cortinarius plumbosus
Cortinarius salor ssp. transiens
Cortinarius sanguineus
Cortinarius speciosissimus
Cortinarius sphagnetii
Cortinarius stillatitius
Cortinarius subtortus
Cortinarius umbrinoluteus
Cortinarius varius
Cortinarius vibratilis
Cudonia circinans
Cyathicula coronata
Cystoderma amianthinum
Cystoderma carcharias
Cystoderma longisporum
Dacrymices stillatus
Elaphomyces granulatus
Entoloma cetratum
Entoloma cucculatus
Entoloma farinolens
Entoloma lazulinus
Entoloma papillatum
Entoloma serrulatum
Exobasidium vaccini
Fomes fomentarius
Fomitopsis pinicola
Fuligo septica
Galerina marginata
Galerina pumila
Galerina sphagnum
Geoglossum nigratum
Geoglossum sphagnophyllum
Gerronema chrysophyllum
Gloeophyllum odoratum
Gloeophyllum sepiarium
Gomphidius glutinosus
Gomphidius gracilis
Guephina helvelloides
Gymnopilus picreus
Hebeloma longicaudum
Helvella lacunosa
Herpotrichia juniperi
Hydnum repandum
Hydnum rufescens
Hygrocybe helobia
Hygrocybe turunda var. sphagnophylla
Hygrophoropsis aurantitaca
Hygrophorus chrysodon
Hygrophorus hyacinthinus
Hygrophorus olivaceoalbus
Hygrophorus pustulatus
Hygrophorus tephroleucus
Hymenoscyphus scutula
Hypholoma capnoides
Hypholoma elongatipes
Hypholoma epixanthum
Hypholoma fasciculare
Hypholoma marginatum
Hypholoma sublateralitium
Hypholoma sublateralitium
Hypholoma udum
Ichmadophylla ericetorum
Inocybe calamistrata

<i>Inocybe fastigiata</i>	<i>Panaeolus papillionaceus</i>
<i>Inocybe geophylla</i>	<i>Panaria pezizoides</i>
<i>Inocybe geophylla</i> var. <i>violacea</i>	<i>Paneollus sphinctrinus</i>
<i>Inocybe goniopusio</i>	<i>Paneolus rickenii</i>
<i>Inocybe gymnocarpa</i>	<i>Paneolus sphinctrinus</i>
<i>Inocybe lanuginosa</i>	<i>Paxina leucomelas</i>
<i>Inocybe leucoblema</i>	<i>Peckiella lateritia</i> na <i>L. zonarioides</i>
<i>Inocybe nitidiuscula</i>	<i>Peziza badia</i>
<i>Inocybe piceae</i>	<i>Peziza praetervisa</i>
<i>Inocybe pusio</i>	<i>Phaeocollybia</i> sp.
<i>Inocybe soluta</i>	<i>Phaeohelotium monticola</i>
<i>Inocybe terrigena</i>	<i>Pholiota astragalina</i>
<i>Laccaria amethystea</i>	<i>Pholiota flammans</i>
<i>Laccaria laccata</i>	<i>Pholiota scamba</i>
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>moelleri</i>	<i>Pluteus atricapillus</i>
<i>Laccaria proxima</i>	<i>Pluteus atromarginatus</i>
<i>Lactarius badiosanguineus</i>	<i>Pluteus cervinus</i>
<i>Lactarius camphoratus</i>	<i>Postia styptica</i>
<i>Lactarius deterrimus</i>	<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>
<i>Lactarius deterrimus</i> + <i>Hypomyces</i>	<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>
<i>Lactarius helvus</i>	<i>Ramaria formosa</i>
<i>Lactarius lignyotus</i>	<i>Ramaria largentii</i>
<i>Lactarius mitissimus</i>	<i>Ramaria pallida</i>
<i>Lactarius musteus</i>	<i>Rhodocybe nitellina</i>
<i>Lactarius picinus</i>	<i>Rhodocybe obscura</i>
<i>Lactarius rufus</i>	<i>Rickenella fibula</i>
<i>Lactarius salmonicolor</i>	<i>Rozites caperata</i>
<i>Lactarius scrobiculatus</i>	<i>Russula acrifolia</i>
<i>Lactarius sphagnetii</i>	<i>Russula atrorubens</i>
<i>Lactarius zonarioides</i>	<i>Russula cyanoxantha</i>
<i>Lepiota ventriosospora</i>	<i>Russula decolorans</i>
<i>Leptoglossum tremulum</i> na <i>Rhytidiadelphus squarosus</i>	<i>Russula delica</i>
<i>Leptopodia elastica</i>	<i>Russula densifolia</i>
<i>Lycogala epidendron</i>	<i>Russula emetica</i>
<i>Lycoperdon foetidum</i>	<i>Russula erythropus</i>
<i>Lycoperdon lividum</i>	<i>Russula firmula</i>
<i>Lycoperdon nigrescens</i>	<i>Russula foetens</i>
<i>Lycoperdon pedicellatum</i>	<i>Russula illota</i>
<i>Lycoperdon perlatum</i>	<i>Russula integra</i>
<i>Lycoperdon pyriforme</i>	<i>Russula laricina</i>
<i>Lyophyllum connatum</i>	<i>Russula laurocerasi</i>
<i>Marasmius alliaceus</i>	<i>Russula nauseosa</i>
<i>Marasmius androsaceus</i>	<i>Russula nigricans</i>
<i>Melanoleuca alpina</i>	<i>Russula ochroleuca</i>
<i>Melanoleuca cognata</i>	<i>Russula paludosa</i>
<i>Melanoleuca cognata</i>	<i>Russula postiana</i>
<i>Micromphale perforans</i>	<i>Russula puellaris</i>
<i>Morchella conica</i>	<i>Russula queletii</i>
<i>Mycena epypterigia</i>	<i>Russula sphagnophylla</i>
<i>Mycena galopus</i>	<i>Russula vesca</i>
<i>Mycena pura</i>	<i>Russula vinosa</i>
<i>Mycena rosella</i>	<i>Russula viscida</i>
<i>Omphalina epichysium</i>	<i>Russula xerampelina</i>
<i>Omphalina ericetorum</i>	<i>Rusula integra</i>
<i>Omphalina sphagnicola</i>	<i>Sarcodon imbricatus</i>
<i>Otidea abietina</i>	<i>Scutellinia scutellata</i>
<i>Otidea auricula</i>	<i>Skeletocutis amorphia</i>
	<i>Stereum sanguinolentum</i>

Stropharia hornemannii
Stropharia semiglobata
Suillus aeruginascens
Suillus bovinus (P. mugo)
Suillus bresadolae
Suillus flavidus
Suillus grevillei
Suillus laricinus
Suillus tridentinus
Suillus variegatus (P. mugo)
Thelephora terrestris
Trechyspora vaga
Tremiscus helvelloides
Tricholoma cf. terreum
Tricholoma imbricatum
Tricholoma inamoenum
Tricholoma psammopus
Tricholoma psammopus
Tricholoma sulphureum
Tricholoma vaccinum
Tricholoma virgatum
Tricholomopsis rutilans
Tricholomopsis rutilans
Tyromyces caesius
Tyromyces lacteus
Ustulina deusta
Xerocomus badius
Xerocomus subtomentosus
Xeromphalina campanella
Xylaria longipes

6.5 MERITVE MIKROBIOLOŠKE AKTIVNOSTI IN DEKOMPOZICIJE NA RAZISKOVALNIH OBJEKTIH NA POKLJUKI; V KOČEVSKI REKI IN ZAVODNJAH

Polona KALAN, Alenka MUNDA, Matej RUPEL, Hojka KRAIGHER

6.5.1 Uvod

Osnovni pogoj za delovanje gozdnih ekosistemov je kroženje hranil in v odraslih gozdnig sestojih je večina hranil, katere potrebujejo rastline za rast in razvoj, vezanih oziroma dostopnih preko razgradnje (dekompozicije) opada in drugih ostankov rastlin (KEENAN et al 1996). Dekompozicija je splošni termin, ki obsega več procesov. Ti so: izguba organskega materiala z izpiranjem, z mikroorganizmi ali odstranjevanje z živalmi; izguba fizične strukture; spremembe v kemijski sestavi (SZUMIGALSKI / BAYLEY 1996). Pri hitrosti razgradnje sodeluje več dejavnikov: klimatski pogoji, npr. temperatura in vlaga, kvaliteta opada in sestava (pestrost) razgrajevalcev. Kvaliteta je skupni pojem, ki obsega dostopnost energije, vsebovane v ogljikovih spojinah, za dekompozitorje in količino in dostopnost drugih hranil v opadu. Na kvaliteto opada lahko v veliki meri vplivajo višje rastline, ki na določenem rastišču uspevajo (KEENAN et al 1996). Na splošno se predvideva, da počasnejša razgradnja vpliva na počasnejšo mineralizacijo, vendar je slednja različna za različna hranila (WARING / SCHLESINGER 1985, cit. v KEENAN et al 1996).

Metode, ki se uporabljajo za raziskave dekompozicije, vključujejo meritve dihanja tal, mikrobiološke aktivnosti, spremembe v strukturi substrata, stopnjo humifikacije, C/N razmerje substrata in spremembe v teži substrata (SZUMIGALSKI / BAYLEY 1996). Spremembe v teži enotnega substrata, beljene celuloze, ali določene vrste opada, je tudi metoda, ki je predpisana za raziskave integralnega monitoringa ekosistemov, prav tako tudi meritve mikrobiološke aktivnosti z merjenjem aktivnosti kisle fosfataze (MIM 1993).

Omenjene metode smo uporabili tudi pri naših raziskavah ter jih dopolnili z raziskavami dekompozicije lesa (prav tako z izgubo teže). Vse tovrstne raziskave so za naše razmere nove ter pomenijo prispevek k razvoju metod, k temeljnim raziskavam procesov dekompozicije v gozdnih ekosistemih v Sloveniji in k raziskavam vplivov različnih razvojnih faz, na matično podlago vezanih razlik v vlažnostnih razmerah v tleh in k raziskavam procesov dekompozicije v imisijsko obremenjenih gozdnih sestojih.

6.5.2 Material in metode

Razgradnja lesa: Lesene tramiče smreke smo zakopali v sloj opada na vseh raziskovalnih ploskvah, jih po enem letu izkopali in izračunali razliko v suhi teži na enoto volumna svežega in razkrojjenega lesa.

Razgradnja celuloze: Po tri lističe beljene celuloze (skupna masa suhe snovi 4,78 g) smo zaprli v vrečko iz najlonske mreže z odprtini 1x1 mm, skozi katere so lahko vstopali mikroorganizmi. Na vsaki poskusni ploskvi smo zakopali po 18 vrečk, devet tik pod površino in devet na globino 5 cm. Vrečke z vzorci nato pobiramo v enoletnih intervalih. Ob vsakem vzorčenju pobiramo po tri vrečke, ki so bile zakopane tik pod površje in po tri vrečke z globine 5 cm. Lističe celuloze dobro očistimo - odstranimo drobce tal in opada, ki se primejo nanje. Nato jih posušimo pri 105°C do konstantne teže in sthamo.

Razgradnja opada: Za opazovanje razgradnje opada smo pripravili po devet vrečk iz najlonske mreže z 1x1 mm odprtini ter jih napolnili s po 1 g opada smrekovih iglic. Na vseh poskusnih ploskvah smo vrečke zakopali v površinski O horizont. Tudi vzorce opada pobiramo v enoletnih intervalih - vsakokrat po tri vrečke. V laboratoriju vzorce očistimo, posušimo pri 40 °C in sthamo.

Mikrobiološka aktivnost: Na vseh lokacijah smo od oktobra 97 do julija 98 vzorčili tla. V sloju 5 cm pod površjem smo odvzeli kvader tal 5 x 10 x 10 cm. V vzorcih smo določali mikrobiološko aktivnost s spektroskopsko metodo. Kot substrat smo uporabili PNP-P (p-nitrofenil fosfat).

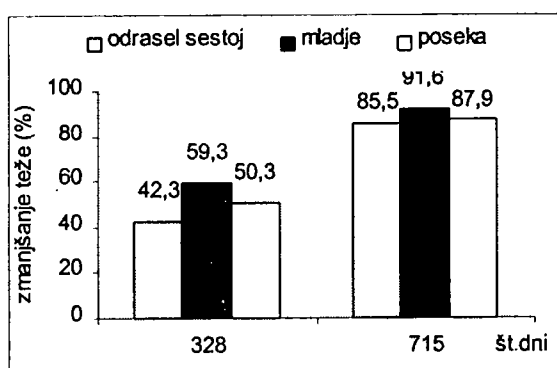
Preglednica 1: Potek vzorčenja za spremljanje razgradnje celuloze oz. opada ter mikrobiološke aktivnosti v tleh

	Razgradnja celuloze in opada		Mikrobiološka aktivnost
	Izpostavitev vzorcev	Pobiranje vzorcev	Pobiranje vzorcev tal
<i>Pokljuka</i>			
Odrasel sestoj	nov. 96	okt. 97; okt. 98	nov. 96, okt. 97, jul. 98
Mladje			
Poseka			
<i>Kočevska Reka</i>			
Preža	nov 96	okt. 97, okt. 98	okt. 97, nov. 97, apr. 98, jul. 98
Mošenik			
Moravske gredice	avg. 97	okt. 98	okt. 97, nov. 97, apr. 98, jul. 98
<i>Zavodnje</i>			
Smrekov sestoj	apr. 97	apr. 98	okt. 97, apr. 98, jul. 98
Bukov sestoj			
	Razgradnja celuloze in opada		Mikrobiološka aktivnost
	Izpostavitev vzorcev	Pobiranje vzorcev	Pobiranje vzorcev tal
<i>Pokljuka</i>			
Odrasel sestoj	nov. 96	okt. 97; okt. 98	nov. 96, okt. 97, jul. 98
Mladje			
Poseka			
<i>Kočevska Reka</i>			
Preža	nov 96	okt. 97, okt. 98	okt. 97, nov. 97, apr. 98, jul. 98
Mošenik			
Moravske gredice	avg. 97	okt. 98	okt. 97, nov. 97, apr. 98, jul. 98
<i>Zavodnje</i>			
Smrekov sestoj	apr. 97	apr. 98	okt. 97, apr. 98, jul. 98
Bukov sestoj			

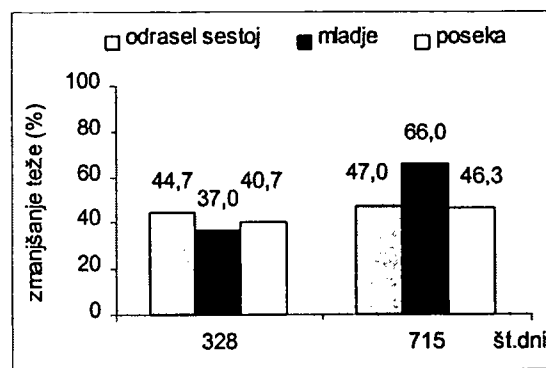
6.5.3 Rezultati in diskusija

Razgradnja organskih ostankov je kompleksen proces. Sestavljajo ga kemijski, biološki in mehanski procesi. Pomembno vlogo pri razgradnji imajo mikroorganizmi, ki živijo v tleh. Mikrobiološko sestavo tal zelo težko opazujemo direktno, zato uporabljamo indirektno metode in biokemične meritve.

Za opazovanje razgradnje organske snovi smo celulozo in opad vzorčili na Pokljuki in v Kočevski Reki dvakrat, medtem ko imamo za Zavodnje podatke le za eno vzorčenje.



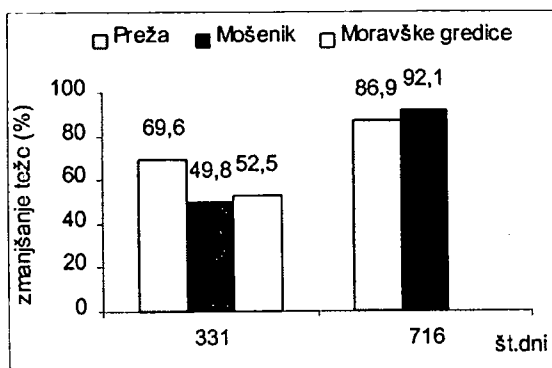
Razgradnja celuloze



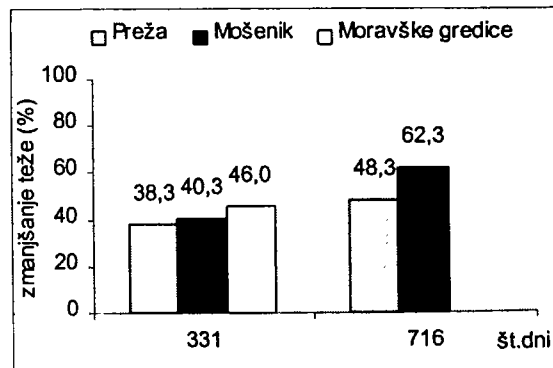
Razgradnja opada

Slika 1: Razgradnja celuloze in opada na Pokljuki

Na Pokljuki se je v enem letu suha masa izpostavljene celuloze v povprečju zmanjšala za 50,6 % ter v dveh letih za 88,3 %. Teža smrekovega opada se je v enem letu v povprečju zmanjšala za 40,8 %, v dveh letih pa za 53,1 %.

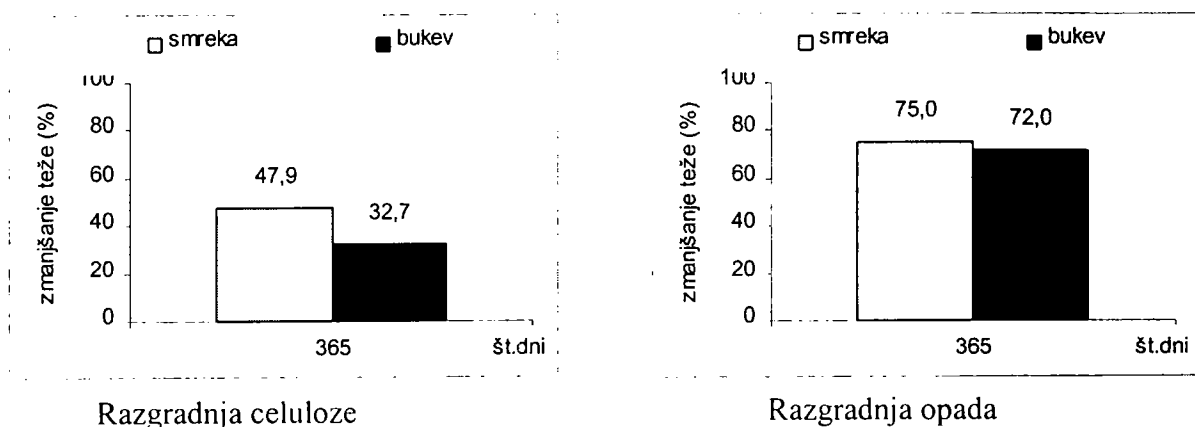


Razgradnja celuloze



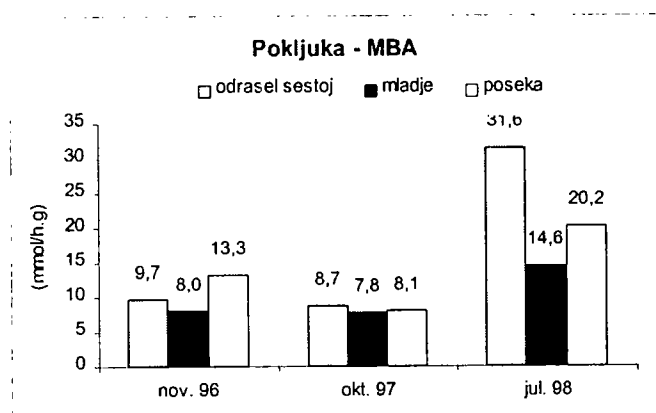
Razgradnja opada

Slika 2: Razgradnja celuloze in opada v Kočevski Reki

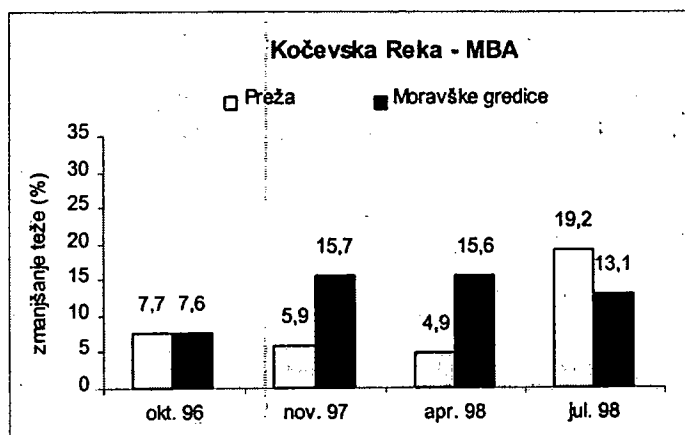


Slika 3: Razgradnja celuloze in opada v Zavodnjah

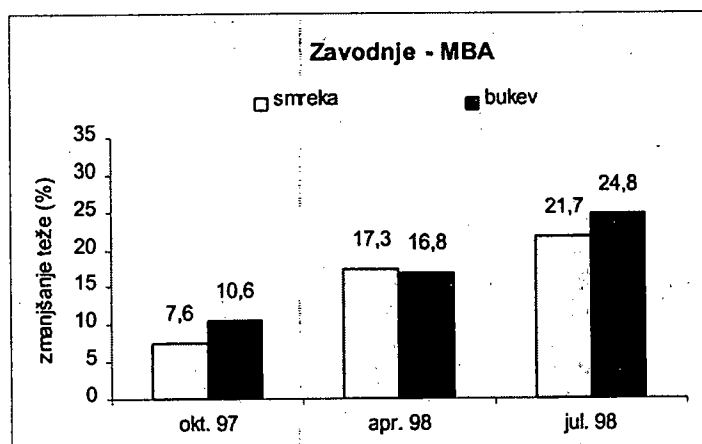
Za poskusno ploskev v Zavodnjah imamo podatke le za eno leto izpostavljenen vzorce. Razgradilo se je 40,3 odstotka celuloze in 73,5% smrekovih iglic. Opazno je, da je razgradnja nekoliko počasnejša v bukovem sestoju.



Slika 4: Mikrobiološka aktivnost - poskusni objekti Pokljuka



Slika 5: Mikrobiološka aktivnost - poskusni objekti Kočevska Reka



Slika 6: Mikrobiološka aktivnost - poskusni objekti Zavodnje

Večja mikrobiološka aktivnost je na vseh treh ploskvah v spomladanskem in poletnem času, ko so toplotne razmere v tleh ugodne za razvoj mikroorganizmov (vzorčenje april 98 in julij 98). Največja razlika med jesenskim in poletnim vzorčenjem je opazna na Pokljuki (povprečne vrednosti za MBA (mmol/h.g): november 96:10,3; oktober 97: 8,2; julij 98: 22,13).

6.6 VIRI

1. AGERER, R., 1987 - 1996. Colour Atlas of Ectomycorrhizae. - Einhorn-Verlag, München.
2. AMARANTHUS, M.P. / PERRY, D.A. 1994. The functioning of ectomycorrhizal fungi in the field: linkages in space and time. - Plant and Soil 159, pp. 133-140.
3. AMARANTHUS, M.P. 1992. Mycorrhizas, forest disturbance and regeneration in the Pacific Northwestern United States. - V: Mycorrhizas in ecosystems (Eds. Read, Lewis, Fitter, Alexander), pp. 202-207, CAB Oxon UK.
4. BRAND, F., 1991. Ektomykorrhizen an *Fagus sylvatica*. Charakterisierung und Identifizierung, ökologische Kennzeichnung und unsterile Kultivierung. IHW-Verlag, 1991.
5. GARBAYE, J. (1994) Helper bacteria: a new dimension to the mycorrhizal symbiosis. New Phytol. 128 197-210. GIANINAZZI-PEARSON, V. 1984. Host-Fungus Specificity, Recognition and Compatibility in Mycorrhizae. - In: Genes involved in Plant-Microbe Interactions (Ed: Verma, Hohn), pp. 225-254.
6. GRONBACH, E., 1988. Charakterisierung und Identifizierung von Ektomykorrhizen in einem Fichtenbestand mit Untersuchungen zur Merkmalsvariabilität in saurer berechneten Flächen. - Bibliotheca Mycologica, Bd. 125, 216 s.
7. INGLEBY, K. / MASON, P. A. / LAST, F.T. / FLEMING, L. V., 1990. Identification of ectomycorrhizas. ITE research publication no. 5. Copyright Controller of HMSO 1990.
8. JONGMANS, A.G. *et al.* (1997). Rock-eating fungi. - Nature 389: 682-683.
9. KRAIGHER, H., 1996. Tipi ektomikorize - pomen, taksonomija in aplikacije. - Zbornik gozd. in les., 49, s. 33-66.
10. LINDAHL B. & al. 1998. Interactions between mycelia of ectomycorrhizal and wood decomposing fungi. - In: ICOM II., Abstracts, July 5-10 1998, Uppsala, Sweden, p.109.
11. PEROTTO, S. / BONFANTE, P. 1997. Bacterial associations with mycorrhizal fungi: close and distant friends in the rhizosphere. - Trends in Microbiology 5 496-501.
12. READ, D.J. 1998. Plant on the web. - Nature 386 22-23.
13. SIMARD, S.W. 1996. Interspecific carbon transfer in ectomycorrhizal tree species mixtures.- Doct. Thesis, Oregon State University, 210 p.
14. SMITH, J.E. *et al.* 1998. Vesicular mycorrhizal colonization of seedlings of Pinaceae and Betulaceae after spore inoculation with *Glomus intraradices*. - Mycorrhiza 7 279-285.
15. TREU, R., 1990. Charakterisierung und Identifizierung von Ektomykorrhizen aus dem National Berchtesgaden. - Bibliotheca Mycologica, Bd. 134, 169 s.
16. VAN DER HEIJDEN, M.G.A. *et al.* 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. - Nature 386 69-72.
17. WALLER s sod., 1993. Piceirhiza oleiferans, eine neue Ektomykorrhizen - Art an *Picea abies*. Gilt als Studien an Ektomykorrhizen XLVIII. - Studien an Ektomykorrhizen XLVI.
18. WALLER, K. / AGERER, R., 1993. Ektomykorrhizen von *Dermocybe cinnamomealutea* (Corticaceae) und *Tricholoma acerbum* (Tricholomataceae). Gilt als Studien an Ektomykorrhizen XLVIII. - Studien an Ektomykorrhizen XLVII.
19. WEISS, M., 1988. Ektomykorrhizen von *Picea abies*. Synthese, Ontogenie und Reaktion auf Umwelttschhadstoffe. - Diss. Dokt., Fach. Biologie, Ludwig - Maximilians - Universität München, 141 p.

7. BIOKEMIJSKI KAZALCI STRESA

Cvetka RIBARIČ LASNIK, Julija BERIČNIK VRBOVŠEK

7.1 UVOD

7.1.1 Stres in dejavniki stresa

Uspevanje rastlin je posledica aklimatizacije in adaptacije na dejavnike okolja. Vsaka sprememba v okolju, ki poruši ravnovesje v celicah živih organizmov, povzroči stres (ALSCHER / CUMMING, 1990). Stres je znaten odklon od optimalnih pogojev, ki so potrebni za življenje. Beseda stres je izpeljana iz latinske besede stringere in pomeni prisiljeno silo. Fiziki uporabljajo besedo stres za označevanje sile v telesu, ki jo je povzročila zunanja sila (LARCHER, 1995). Rastline so v primerjavi z drugimi organizmi v slabšem položaju, ker se spremembam v okolju ne morejo ogniti. Na stres reagirajo z različnimi fiziološkimi in molekularnimi mehanizmi aklimatizacije in adaptacije, ki se odražajo na različnih nivojih od gena do celotnega organizma (ALSCHER / CUMMING, 1990). Organizem, ki se na spremembe v okolju odzove s spremembo življenjskih funkcij in zgradbo, imenujemo odzivni bioindikator. Bioindikator akumulator pa je tisti organizem, ki naprej akumulira določen polutant brez značilnih škodljivih učinkov znotraj določene doze izpostavljenosti (ARNDT et al, 1987; SCHUBERT, 1985).

Dejavnike stresa delimo na antropogene (herbicidi, težke kovine, onesnaževalci zraka, ionizirna in neionizirna sevanja), parazitske (sistemske nekroze ali lokalno omejene nekroze po infekciji v gostitelju) in dejavnike okolja (temperatura, svetloba, voda, minerali, naravne strupene spojine v atmosferi) (ELSTNER, 1982).

Infekcije, kemikalije (herbicidi) in fizikalni stres (delovanje majhnih in velikih temperatur) povzročajo razgradnjo subceličnih struktur (SCHOBERT / ELSTNER, 1980), bledenje kloroplasta (ASAMI / AKAZAWA, 1978; KANDLER / SIRONVAL, 1959; RIDLEY, 1977; SCHOBERT / ELSTNER, 1980; VAN RENSEN, 1975; YOUNGMAN et al, 1979) inaktivacijo encimov, moten transport elektronov pri fotosintezi in dihanju (ASAMI / AKAZAWA, 1978) ter peroksidacijo lipidov (ELSTNER, 1982; ELSTNER et al, 1980a; ELSTNER et al, 1980b; ELSTNER / PILS, 1979; HEATH / PACKER, 1968; SCHOBERT / ELSTNER, 1980; MCCAY et al, 1981). Procese stresa lahko sporožijo inhibitorji prenosa elektronov (RIDLEY, 1977), avtooksidacija akceptorjev elektronov, diquat (VAN RENSEN, 1975; ELSTNER et al, 1980); težke kovine, na primer baker (SANDMANN / BÖGER, 1980), plinasti onesnaževalci zraka (SO_2 , NO_x , O_3 , HF), ekstremne klimatske razmere (BERMANDINGER et al, 1990; PFEIFHOFER, 1989; OLSZYK / TINGEY, 1984; BRESSAN et al, 1979), velika intenziteta svetlobe skupaj z majhno koncentracijo CO_2 , majhna jakost svetlobe v kombinaciji s procesi zakisovanja (SCHOBERT /

ELSTNER, 1980); infekcije z glivami in virusi (MONTALBINI et al, 1978), delovanje majhnih temperatur na mraz občutljivih in delovanje velikih temperatur na toploto občutljivih vrst (OMRAN, 1980; VANN HASSELT / VAN BERLO, 1980) ter mehanske poškodbe (ELSTNER / KONZE, 1976).

7.1.2 Delovanje plinastih polutantov

Med ostalimi vplivi okolja tudi onesnažen zrak vpliva na fiziologijo gozdnega drevja. Povzročata nastanek prostih radikalov. Prosti radikali nastajajo tudi med normalnim metabolizmom celice. Nastali prosti radikali začnejo svoj destruktivni proces tako, da odvzemajo elektrone stabilnim substancam in na ta način pretvarjajo stabilne substance v radikale kot so superoksid, singlet kisik, hidroksilne radikale, organske proste radikale in peroksi radikale (SUN 1990). Nastanek prostih radikalov povzročata tudi izpostavljenost rastlin določenim kemikalijam, sevanju, ultravioletni svetlobi, suši, mrazu,.... (WINSTON 1990, TAUSZ et al. 1996, BYTNEROWICZ 1996). Prosti radikali reagirajo z nenasičenimi maščobnimi kislinami, ki so gradniki lipoproteinov v membranah. Reaktivne vrste kisika prav tako reagirajo z nenasičenimi vezmi maščobnih kislin v lipidih membran in povročajo spremembo strukture in funkcije membran (SUN 1990). Med različnimi obrambnimi mehanizmi majhne molekule direktno reagirajo s prostimi radikali in na ta način preprečujejo njihovo nadaljno produkcijo, medtem ko vitamin E, vitamin C, beta karoten in glutation delujejo indirektno (TAUSZ et al. 1996a). V maščobah topni vitamin E je endogeni lovilec prostih radikalov in na ta način zmanjšuje poškodbe v rastlinah. Antioksidativno delovanje je povezano z antioksidantom to je vodotopnim vitaminom C (KUNERT / EDERER 1985). Predpostavlja se, da vitamin E deluje kot primarni antioksidant, medtemko je funkcija vitamina C regeneracija oksidirane vitamina E. Za ugotavljanje stresa pri rastlinah ne zadostuje uporaba samo ene bioindikacijske metode ali parametra (BERMANDINGER et al. 1990, TAUSZ 1996b).

Kombinacijo večih biokemijskih bioindikatorjev (celokupno žveplo, fotosintezni pigmenti, askorbinska kislina, vitamin E in vodotopni tioli) smo uporabili že v predhodnih študijah ugotavljanja stresa v iglicah smreke (BATIČ et al. 1995, RIBARIČ LASNIK et al 1996).

Namen tega dela raziskave je bil primerjati stopnjo oksidativnega stresa v iglicah smreke na Pokljuki in Kočevski reki kot relativno manj onesnaženem okolju in na vplivnem območju Termoelektrarne Šoštanj na osnovi analize vsebnosti vitamina C in E, vodotopnih tiolov in beta karotena v povezavi s celokupno vsebnostjo žvepla. Glede na to, da spremljamo vsebnosti biokemijskih parametrov v iglicah smreke že daljše časovno obdobje smo rezultate iz leta 1998 primerjali z rezultati prejšnjih let.

7.2 MATERIAL IN METODE DE LA

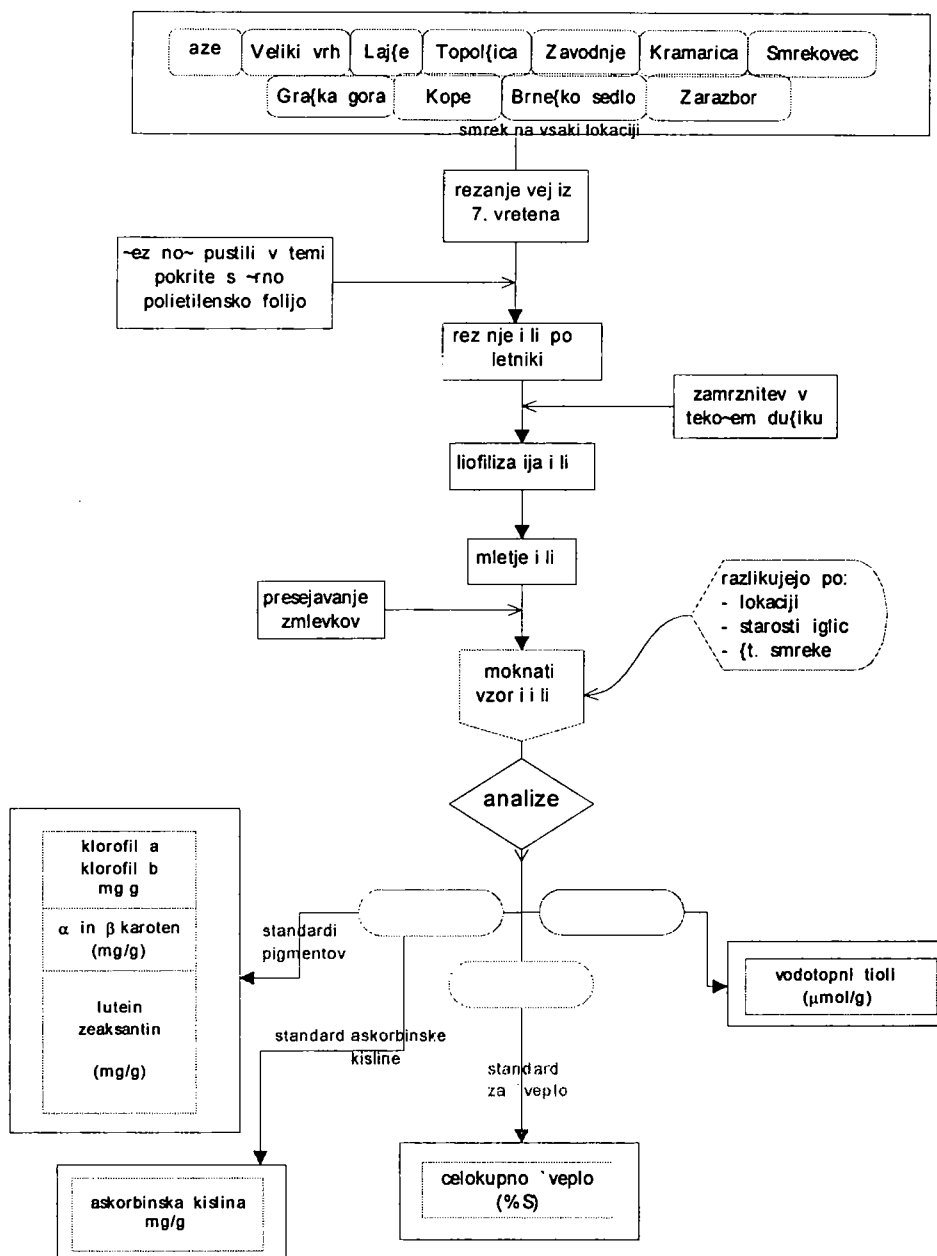
Raziskovalni objekt so bile iglice smreke (*Picea abies* (L.) Karst.). Smreko kot drevesno vrsto uporabljamo za raziskave vpliva onesnaženega zraka na vplivnem območju TEŠ že dobrih deset let. Kot bioindikacijska vrsta za spremljanje stanja na vplivnem območju TEŠ bo ostala tudi v bodoče.

Pri vzorčenju iglic za analizo biokemijskih indikatorjev stresa se zgledujemo po izkušnjah raziskovalne skupine iz Gradca (GRILL et al, 1990) in po priporočilih ICP-Forest (ANNONYMUS, 1987). Vzorce iglic smo pobrali v mesecu septembru ali oktobru ko se rast in diferencijacija pri rastlinah ustavita. Vzorčili smo tekoči letnik iglic in enoletne iglice.

Izbor vzorčnih mest, priprava in analiza vzorcev so podrobneje opisani v predhodnih publikacijah (BATIČ 1995, RIBARIČ LASNIK et al. 1996, SIMONČIČ et al. 1996). Rezultati emisije iz Termoelektrarne Šoštanj in onesnaženosti zraka na mestih, kjer ANAS postaje merijo klimatske parametre in koncentracije polutantov so prikazane v preglednici 1.

Na vplivnem območju TEŠ smo v raziskavo vključili 11 vzorčnih mest. Na večini vzorčnih mest potekajo raziskave že od leta 1987. Na vsakem vzorčnem mestu imamo 5 stalnih smrek od katerih odrežemo sedmo vreteno šteto od zgoraj navzdol. Smreke so stare med 60 in 100 leti in po vizuelni oceni dobre vitalnosti. Za analize izbranih biokemijskih parametrov smo izbrali iglice tekočega letnika in enoletne iglice. Glede na izkušnje dejansko stanje tekočega leta najbolj odražajo parametri v iglicah tekočega letnika.

Nadaljni postopek obdelave in shranjevanja vzorcev za različne analize je shematično prikazan na sliki 1. Izbor vzorčnih mest je bil določen že pred desetimi leti glede na klimatske in orografske lastnosti z namenom spremljati stanje onesnaženosti in stresa na različnih lokacijah. Vzorčna mesta so Smrekovec, Kramarica, Zavodnje, Topolšica, Lajše, Graška gora, Veliki vrh, Kope, Brneško sedlo, Laze in Razbor pri Slovenj Gradcu.



Slika 1. Postopek priprave vzorcev in uporabljene metode.

Beta karoten, askorbinsko kislino in alfa tokoferol smo analizirali s HPLC po metodi, ki jo je opisal PFEIFHOFER (1989), BUI-NGUYENU (1980) in WIMANLASIRI-WILLS (1983). GRILL / ESTERBAUER (1973). Uporabili smo naslednje standarde; standard askorbinske kisline: Buchs Fluka, Švica, kataložna številka 95210 in standard alfa tokoferola: Buchs Fluka, Švica, kataložna številka WA 10569.

Z metodo gradientne visokoločljivostne tekočinske kromatografije HPLC (High Performance Liquid Chromatography) Hewlett Packard 1050 smo po PFEIFHOFER (1989) ločili posamezna barvila v iglicah smreke. Pigmenti, ki so prisotni v iglicah smreke, se razdelijo po pripadajočih funkcionalnih skupinah na klorofile (klorofil_a in klorofil_b), karotene (α -karoten in β -karoten) in ksantofile (lutein, zeaksantin, neoksantin, anteraksantin in violaksantin) (PFEIFHOFER 1989, LICHTHENTHALER, 1987). Za ločitev pigmentov smo uporabili kolono Spherisorb ODS-2 (5 μ m, 250x4mm).

Uporabljeni standardi:

1. klorofili
 - klorofil_a FLUKA 25730, Švica
 - klorofil_b FLUKA 25740, Švica
2. karoteni
 - α -karoten SIGMA C-0126, ZDA
 - β -karoten SIGMA C-0251, ZDA
3. ksantofili
 - lutein APLICHEM A1283
 - zeaksantin APLICHEM A1282

Analize vsebnosti celokupnega žvepla so opravili na Gozdarskem inštitutu Slovenije v Ljubljani. Za določanje žvepla uporabljajo aparaturo SULMHOMAT ADG 12 (SIMONČIČ / KALAN 1996). Dobljene rezultate vsebnosti žvepla smo ovrednotili po avstrijski klasifikaciji (STEFAN 1985, KALAN et al. 1990) v štiri razrede. Skupni razred pa dobimo tako, da seštejemo razrede tekočega letnika in enoletnih iglic. Vsoto vzporejamo z vrednostmi za skupni razred vsebnosti žvepla v iglicah tekočega letnika in enoletnih iglic.

7.3 REZULTATI

7.3.1 Emisija SO₂ iz TEŠ

Emisije SO₂, NO_x, CO, koncentracije prahu, kloridov, fluoridov in CO₂ iz posameznih blokov TEŠ ter skupne emisije meri Elektroinštitut Milan Vidmar iz Ljubljane. Prav tako meri relevantne parametre onesnaženosti zraka (SO₂, NO_x, NO₂, O₃, prašne usedline in kakovost padavin) na vplivnem območju TEŠ v smislu stalnega obratovalnega monitoringa. Merilne postaje so postavljene v Šoštanju, Topolščici, Zavodnjah, na Graški gori, v Velenju in na Velikem vrhu.

Na vseh omenjenih mestih in še na dodatnih kot so Kope, Brneško sedlo, Laze, Smrekovec, Kramarica in Razbor pri Slovenj Gradcu spremljamo stanje gozdov v povezavi z vplivom emisij iz TEŠ.

Fizikalno kemijske meritve so potrebne, vendar je hkrati potrebno spremljati njihov vpliv na žive organizme, da ne postanejo same sebi namen.

Neposredno merljiv vpliv SO₂ na rastlinah ugotavljamo kot akumulacijo žvepla v iglicah smreke. Rezultati so zelo uporabni in odražajo velikost emisije iz TEŠ ter tudi velikost srednjih letnih imisijskih koncentracij SO₂ na mestih, kjer so ANAS postaje.

Akumulacija žvepla v iglicah smreke se je bistveno zmanjšala, ko je 2. februarja 1995 na bloku 4 TEŠ začela delovati odžveplalna naprava. Vsebnost žvepla v iglicah je bila v tem letu manjša na vseh vzorčnih mestih. Glede na vsebnost žvepla v iglicah razvrščamo posamezna mesta v 4 razrede. Najslabši je 4. razred, pri katerem je v iglicah največ žvepla in sicer nad 1,59 mg/g za tekoči letnik iglic in nad 1,93 mg/g za enoletne iglice. Največje pozitivne spremembe glede na vsebnost žvepla v iglicah smreke so bile v letu 1995 na bolj oddaljenih mestih. Kope so bile uvrščene v 1. razred, kar je primerljivo z referenčnim mestom na Pokljuki.

Preglednica 1: Letna emisija SO₂ iz TEŠ (Letno poročilo TEŠ, 1996; EIMV, Letno poročilo 1997).

Leto	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ton SO ₂ /leto	80.757	94.120	86.101	80.516	51.663	51.804	53.095

7.3.2 Imisijske koncentracije SO₂

Posledica manjše emisije iz TEŠ je bila manjša srednja letna imisijska koncentracija SO₂ (preglednica 4). V letu 1996 in 1997 je na nekaterih mestih prišlo do povečanih imisijskih koncentracij. Zakonsko dovoljena srednja letna imisijska koncentracija 50 µg/m³ je bila presežena na Velikem vrhu tako v letu 1996 kot tudi v letu 1997.

Preglednica 2: Srednja letna imisijska koncentracija SO₂ v µg/m³ (EIMV, Letno poročilo 1997). Rdeče številke pomenijo prekoračene koncentracije.

leto / mesto	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Šoštanj	40	53	51	41	29	34	29
Topolšica	40	58	55	34	20	20	18
Zavodnje	50	55	47	49	26	33	42
Graška gora	30	42	47	50	27	28	36
Velenje	20	20	20	13	6	10	11
Veliki vrh	80	76	58	53	49	57	53

7.3.3 Vsebnost celokupnega žvepla v iglicah smreke

Preglednica 5: Vsebnost celokupnega žvepla v tekočem letniku iglic v mg/g suhe teže, n=5. Z rdečo barvo so označene vrednosti nad normalno vsebnostjo 0,97 mg/g.

Leto/vzorčno mesto	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Smrekovec	1,39	1,45	1,42	1,50	1,11	1,34	1,07
Kramarica	1,62	1,88	1,69	-	1,32	1,50	1,47
Zavodnje	1,57	1,61	1,69	1,60	1,52	1,66	1,45
Topolšica	1,89	2,14	1,81	-	1,60	1,57	1,40
Lajše	1,84	2,01	1,99	-	1,51	1,54	1,66
Veliki vrh	2,13	2,47	1,51	2,50	1,69	1,61	1,69
Laze	1,42	1,39	1,53	-	1,42	1,24	1,14
Graška gora	1,45	1,57	2,19	-	-	-	1,39
Brneško sedlo	1,33	1,40	1,57	1,30	1,10	1,23	1,31
Kope	1,26	1,35	1,40		0,95	1,07	1,06
Pokljuka					1,04		
Slovensko povprečje, 16X16 km					1,24		

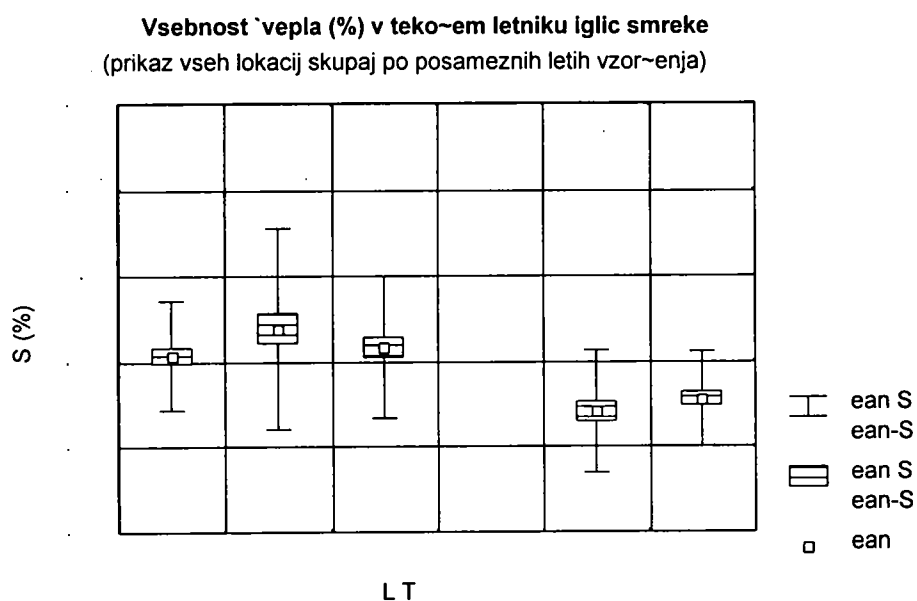
Preglednica 6: Skupni razred glede na vsebnost žvepla v iglicah v obdobju 1991-1996. Zelena barva pomeni normalni razred.

Leto/vzorčno mesto	1991	1992	1993	1995	1996	1997
Smrekovec	3	3	3	2	3	2
Kramarica	4	4	4	3	3	3
Zavodnje	4	4	4	4	4	4
Topolšica	4	4	4	4	3	3
Lajše	4	4	4	4	4	4
Veliki vrh	4	4	3	4	4	4
Laze	3	3	4	2	3	2
Graška gora	3	3	4	-	-	3
Brneško sedlo	3	3	3	2	3	3
Kope	3	3	3	1	3	3

7.3.3 Spreminjanje biokemijskih parametrov v obdobju 1991-1997

7.3.3.1 Celokupno žveplo v obdobju 1991-1997

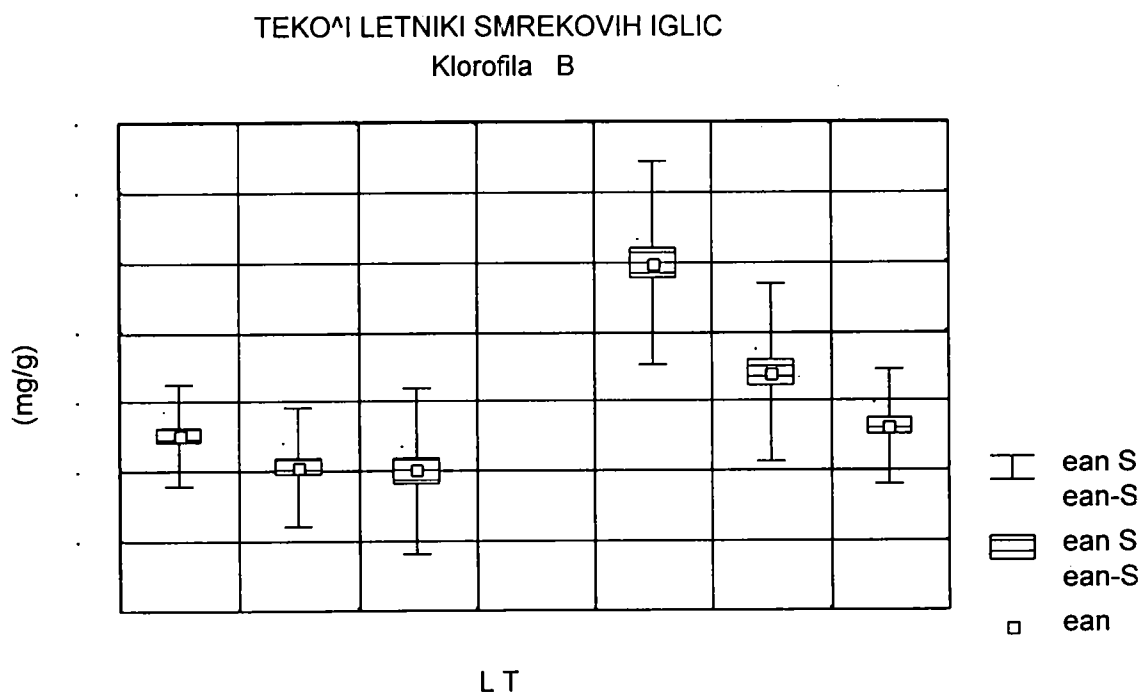
Raziskave bioindikacije onesnaženosti zraka na osnovi biokemijskih parametrov v iglicah smreke potekajo na istih raziskovalnih ploskvah že od leta 1987. Če točke združimo in izračunamo povprečje za vplivno območje za posamezno leto, vidimo, da je povprečna vsebnost žvepla najmanjša v letu 1995 (Slika 2), kar pripisujemo učinku odžveplevalne naprave na bloku 4 TEŠ. V letu 1996 je vsebnost žvepla večja.



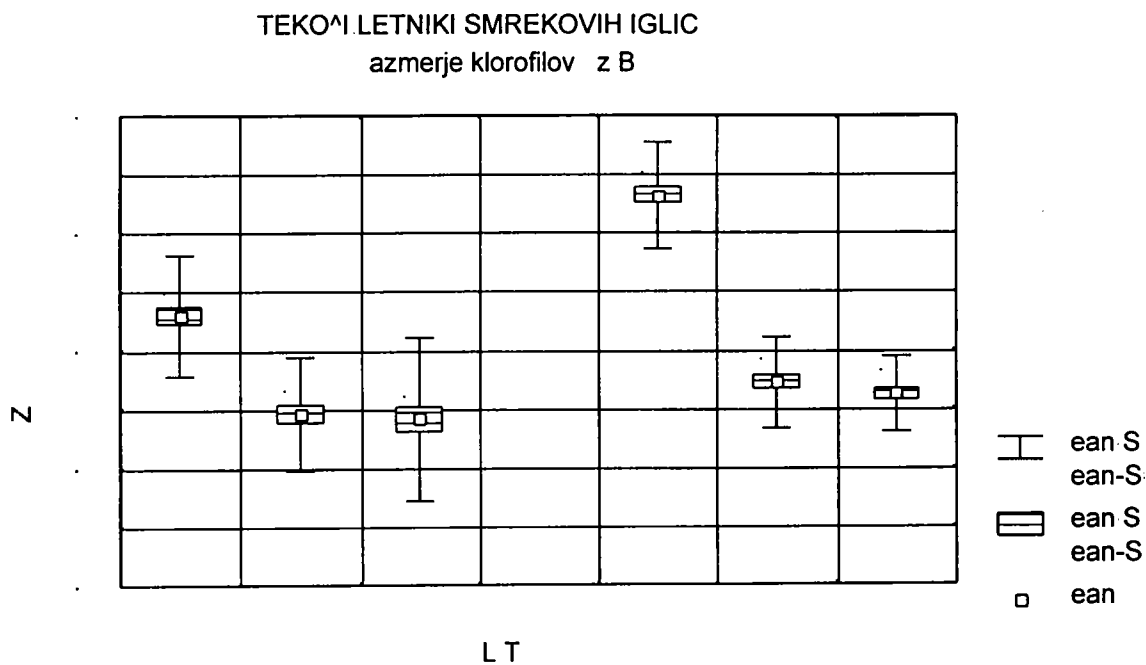
Slika 2. Povprečna vsebnost žvepla v tekočem letniku iglic smreke na vplivnem območju TEŠ v obdobju 1991-1996, n=45.

7.3.3.2 Vsebnost klorofilov v obdobju 1991-1997

Glede na manjše vsebnosti klorofilov (slika 3) in njihovega razmerja (slika 4), se je vpliv stresnih dejavnikov v letu 1996 in 1997 povečal. Posledica večjega stresa v letu 1996 in 1997 se odraža tudi z večjo vsebnostjo askorbinske kisline (slika 21) in vodotopnih tiolov (slika 6), predvsem v letu 1996. Eden od vzrokov za takšno stanje so prav gotovo nenavadne klimatske razmere v zadnjih dveh letih (malo snega, malo padavin, velika temperaturna nihanja, velike koncentracije ozona). Ali tudi povečana emisija SO_2 iz TEŠ?

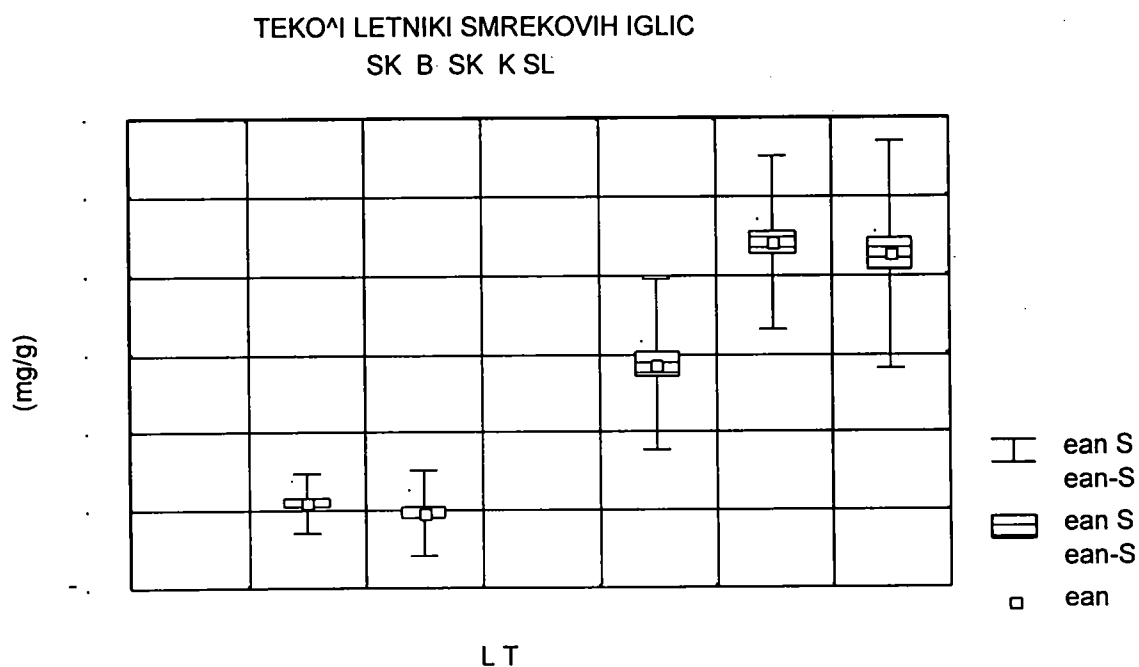


Slika 3: Povprečna vsebnost klorofilov v tekočem letniku iglic smreke na vplivnem območju TEŠ v obdobju 1991-1997, n=45.

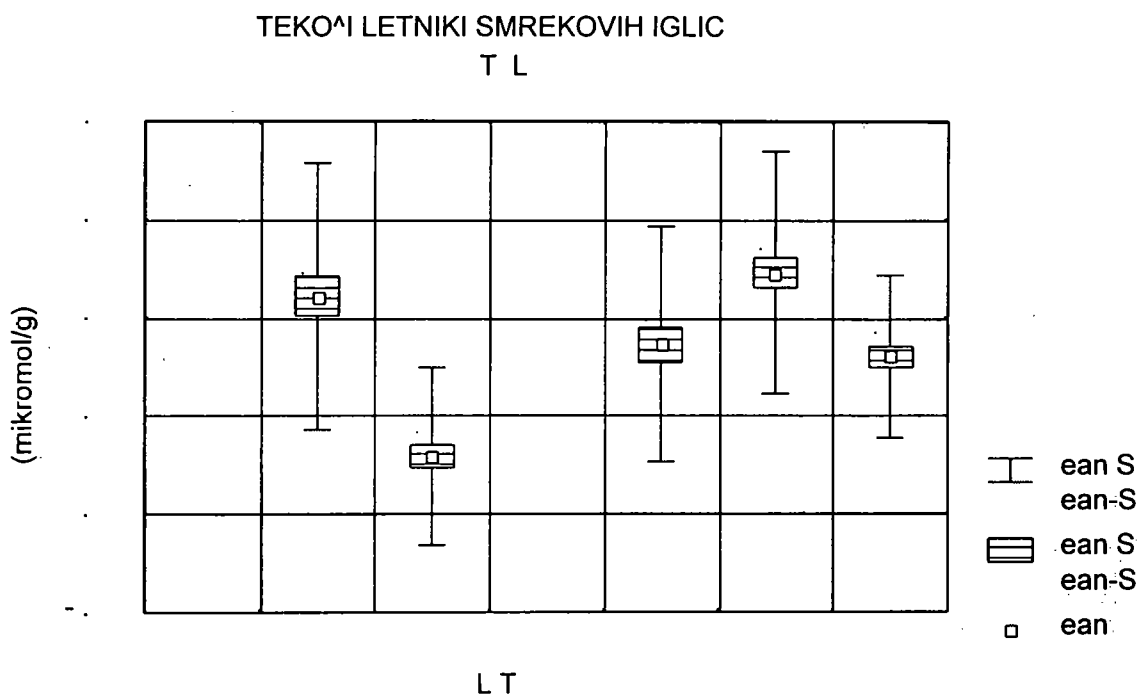


Slika 4: Razmerje med klorofilom_a in klorofilom_b v tekočem letniku iglic smreke v obdobju 1991-1997, n=50.

7.3.3.3 Askorbinska kislina in tioli v obdobju 1991-1997



Slika 5: Vsebnost askorbinske kisline v tekočem letniku iglic smreke v obdobju 1991-1997, n=50.



Slika 6. Vsebnost vodotopnih tiolov v obdobju 1991-1997, n=50.

7.4 RAZPRAVA

Največje vsebnosti žvepla v iglicah so izmerjene na mestu, ki je najbolj onesnaženo s SO₂, kar potrjujejo tudi meritve imisijskih koncentracij ANAS postaje. Veliki vrh je v neposredni bližini termoelektrarne Šoštanj, zato tudi ni presenetljivo, da je akumulacija žvepla vsa leta na tem mestu največja. Posledično se to odraža z veliko vsebnostjo vodotopnih tiolov v iglicah.

7.5 ZAKLJUČKI

- Rezultati raziskav so pokazali smiselnost kontinuiranega biomonitoringa gozdnega ekosistema na vplivnem območju TEŠ, s katerim so dokazljivi tudi manjši efekti na vegetaciji po odžveplanju dimnih plinov na bloku 4 v TEŠ. To tudi opravičuje izgradnjo odžveplalnih naprav oziroma zmanjšanje onesnaževanja okolja s kislimi polutanti, predvsem SO₂.
- Trdimo lahko, da je učinek odžveplalne naprave zaznaven in pozitiven za okoliške gozdove, vendar je emisija iz TEŠ še vedno prevelika. Zato so odžveplalna naprava na bloku 5 in sanacija blokov 1-3 nujno potrebni ukrepi v šoštanjski termoelektrarni, tako z estetskega in etičnega vidika kot tudi z vidika vključevanja Slovenije v Evropsko skupnost.

7.6 VIRI

1. ALSCHER R. G., CUMMING R. J., 1990. Stress Responses in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanisms. Plant Biology Vol. 12, Wiley-Liss, New York
2. ARNDT U., NOBEL W., SCHWEIZER B., 1987. Bioindikatoren. Ulmer, Stuttgart, 370 p.
3. ASAMI S., AKAZAWA T., 1978. Photooxidation damage in photosynthetic activities of *Chromatium vinosum*. Plant Physiol. 62:981-986.
4. BERMANDINGER E., GUTTENBERGER H., GRILL D., 1990. Physiology of Young Norway spruce. Environ. Poll. 68:319-330.
5. BRESSAN R. A., LE CUREUX L., WILSON L. G., FILNER P., 1979. Emission of ethylene and ethane by leaf tissue exposed to injurious concentrations of sulphur dioxide or bisulfite ion. Plant Physiol. 63:924-930.
6. ELSTNER E. F., 1982. Oxygen activation and oxygen toxicity. Ann Rev. Plant Physiol. 33:73-96.
7. ELSTNER E. F., KONZE J. R., 1976. Effect of point freezing ethylene and ethane production by sugar beet leaf discs. nature 263:351-352.
8. ELSTNER E. F., FISCHER H. P., OSSWALD W., KWIATKOWSKI G., 1980. Superoxide and ethane formation in subchloroplast particles: catalysis by pyridinium derivatives. Z. Naturforsch. Teil C 35: 770-775.
9. ELSTNER E. F., LENGFELDER E., KWIATKOWSKI G., 1980. Paraquat catalysed photodestructions in subchloroplast particles are independent of photosynthetic electron transport. Z. Naturforsch. Teil 35:303-307.
10. ELSTNER E. F., PILS I., 1979. Ethane formation and chlorophyll bleaching in DCMU-treated *Euglena gracilis* cells and isolated spinach chloroplast lamellae. Z. Naturforsch. Teil.C 34:140-143.
11. HEATH R. L., PACKER L., 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation Arch. Bioch. Biophys. 125:189-198
12. KANDLER O., SIRONVAL C., 1959. Photooxidation process in normal green *Chlorella* cells. Biochim. Biophys. Acta 33:207-215
13. LARCHER W., 1995. Physiological Plant ecology. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
14. MCCAY P. B., GIBSON D. D., HORNBROOK K. R., 1981. Glutathione-dependent inhibition of lipid peroxidation by a soluble, heat labile factor not glutathione peroxidase. Fed. Proc. 40:199-205.
15. OLSZYK D. M., TINGEY T. D., 1984. Phytotoxicity of Air Pollutants. Plant Physiol. 74: 999-1005.
16. OMRAN R. G., 1980. Peroxidase levels and activities of catalase, peroxidase and indolacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seedlings. Plant. Physiol. 65:407-408.
17. PFEIFERHOFER H. W., 1989. On the Pigment Content of Norway spruce Needles Infected With *Cryomyxa rhododendri*, and the Carotenoids of the Fungus *Aecispori*. Eur. J. For. Path. 19:363-369.
18. RIDLEY S.M., 1977. Interaction of chloroplasts with inhibitors. Induction of chlorosis by diuron during prolonged illumination in vitro. Plant Physiol. 59:724-732.
19. SANDMANN G., BÖGER P., 1980. Copper mediated lipid peroxidation processes in photosynthetic membranes. Plant Physiol. 66:797-800.
20. SCHOBERT B., ELSTNER E.F., 1980. Production of hexanal and ethane by *Phaeodactylum tricoratum* and its correlation to fatty acid oxidation and bleaching of photosynthetic pigments. Plant Physiol. 66:215-219.
21. SCHUBERT R., 1985. Bioindikation in terrestrischen Ökosystem. Fischer Verlag Jena.
22. VANN HASSELT P. R., VAN BARLO H. A. C., 1980. Photooxidative damage to the photosynthetic apparatus during chilling. Physiol. Plant 50:52-56.
23. VAN RENSEN J. J. S., 1975. Lipid peroxidation and chlorophyll destruction caused by diquat during photosynthesis in *Scenedesmus*. Physiol. Plant. 33:42-46.

8 RAZISKAVE SVETLOBNIH RAZMER IN ZAKONITOSTI POMLAJEVANJA SMREKE NA TRAJNI RAZISKOVALNI PLOSKVI ŠIJEČ

Jurij DIACI, Igor SMOLEJ, Matej RUPEL

IZVLEČEK

Na rastišču altimontanskega smrekovega gozda na Pokljuki smo v sistematično razvrščenih ploskvicah v sestojnih vrzelih različne velikosti ter pod sklenjenim sestojem proučevali spreminjanje ekoloških faktorjev in njihov vpliv na uspešnost pomlajevanja smreke. Poleg klic, nasemenitve in mladja smreke, direktnega in difuznega svetlobnega sevanja smo analizirali še pritalno vegetacijo, humus, gozdna tla in mikorizo. Rezultati kažejo, da razmere pod sklenjenim sestojem in v manjši vrzeli ne omogočajo dolgoročnega razvoja smrekovega mladja. V srednji vrzeli so razmere ugodnejše, vendar lahko nenadne presvetlitve, kot v primeru večje poseke, začasno upočasnijo razvoj mladja. Na proučevanem rastišču je pod sklenjenim sestojem in v mali vrzeli nakazana negativna odvisnost pomlajevanja z direktnim sončnim sevanjem in pozitivna z difuznim sevanjem. V srednji in mali vrzeli so zahodne, severozahodne in severne lege manj primerne za razvoj smrekovega mladja, kar nakazuje tudi najbolj obetavno smer širitve jeder pri obnovi sestojev, v razmerah podobnih proučevanim.

Ključne besede: altimontanski smrekov gozd (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum*), Pokljuka, naravno pomlajevanje gozdov, sestojne vrzeli, sončno sevanje

8.1 UVOD

Strategije gojenja gozdov se v zadnjem času najhitreje razvijajo v alpskem prostoru (Ott *et al.*, 1997). Gozdni ekosistemi, ki so tukaj blizu svojih naravnih meja razširjenosti in zato močno dovzetni za motnje, se namreč soočajo z novodobnimi pojavi kot so sprememba klime, onesnaženost zraka in naraščanje socialnih funkcij gozdov. Poleg tega se večina problemov iz preteklosti, kot npr. preštevila divjad, gozdna paša in labilnost velikopovršinskih enomernih zgradb, rešuje le počasi.

Altimontanski smrekovi gozdovi Pokljuke so že dolgo znani po svojem visokokakovostnem, celo resonančnem lesu (Mlinšek, 1966), hkrati pa so njihove ekološke in socialne funkcije izjemnega pomena, saj se nahajajo v območju Triglavskega narodnega parka (Šolar, 1998). V preteklosti so na Pokljuški planoti gospodarili z gozdovi velikopovršinsko in golosečno. Zadnjih petdeset let je gospodarjenje zaznamovano z odločnim prehodom na sonaravnejše sisteme gojenja gozdov (Košir, 1992). Proces prevzgoje enomernih sestojev je dolgotrajen. Še danes se odražajo posledice starega načina gospodarjenja v pogostih naravnih ujmah, visokem deležu sanitarnih sečenj in v problemih z naravnim pomlajevanjem. Prav na področju naravnega pomlajevanja, ki je pri prevzgoji ključnega pomena, ugotavljamo da poleg vpliva divjadi in ponekod gozdne paše, predstavlja velik problem tudi nezadovoljiva raziskanost zakonitosti ekologije pomlajevanja.

Dosedanja raziskovanja visokogorskih in subalpinskih smrekovih gozdov v Sloveniji so se osredotočala predvsem na konkurenco v pritalnem oz. v koreninskem prostoru (Horvat - Marolt, 1967, Robič, Vilhar & Kraigher, 1998) in na mikrorastišča ugodna za

pomlajevanje (Mlinšek & Marenče 1982, Horvat - Marolt, 1984), manj je bilo raziskav s poudarkom na svetlobnih razmerah.

V subalpinskem smrekovem gozdu je pomanjkanje toplote zelo pogosto faktor minimuma za preživetje in rast smrekovega mladja. Odločilnega pomena za razvoj mladja oz. rast korenin je toplota v zgornjem sloju tal (Imbeck & Ott, 1987, Frehner, 1989, Lüscher, 1990, Brang, 1996a, 1996b). Mladje smreke lahko pomanjkanje toplote nadomesti z ostalimi ekološkimi faktorji - z bolj ugodnimi talnimi razmerami, še bolj pogosto pa z boljšo izrabo svetlobnih razmer. Predvsem direktno sončno sevanje je v visokogorskem gozdu zato odločilnega pomena za naravno pomlajevanje. Poleg tega gojitelj pri uvajanju naravne obnove najbolj neposredno vpliva na svetlobne razmere v sestoji, posredno pa svetlobne razmere vplivajo na vse ostale ekološke faktorje.

V zadnjem času so se s proučevanjem vpliva direktnega sončnega sevanja na pomlajevanje smreke v subalpinskem gozdu največ ukvarjali raziskovalci v Švici (Ott *et al.*, 1991, Brang, 1996a, 1996b, Ott *et al.*, 1997). Ugotovitve raziskav na različnih objektih v kantonu Graubünden nakazujejo, da se smrekov pomladek na severni ekspoziciji lahko uspešno razvija le na mikrorastiščih z najmanj poldrugo uro direktnega sončnega obsevanja preko poletja (Imbeck & Ott, 1987, Frehner, 1989, Brang, 1996b). Za uspešen razvoj nasemenitve smreke na južni ekspoziciji pa je, glede na ugotovitve Branga (1996a), potrebno vsaj pol ure direktnega sončnega sevanja. Zavedati se moramo, da so to le grobe ocene, ki poleg tega veljajo predvsem za proučevana rastišča. Vendar so v Švici s previdnim upoštevanjem omenjenih rezultatov dosegli ugodne rezultate pri obnovi problematičnih sestojev tudi drugod.

Z raziskavo zakonitosti pomlajevanja smreke na trajni raziskovalni ploskvi Šijec želimo preveriti ustreznost zgoraj omenjenega pristopa, ki temelji na direktnem sončnem sevanju, v rastičnih razmerah na Pokljuki. Rastiščne razmere so primerljive. Raziskovalna ploskev leži sicer na nekoliko nižji nadmorski višini (1200 m n.v.), vendar deloma v izraziti kotanjasti mraziščni legi. Tudi stik rastišča z barjem dodatno zastruje rastiščne razmere. Dosedanje raziskave so potrdile velik pomen mikrorastišč za pomlajevanje na Pokljuki (Horvat - Marolt, 1984), zato smo v raziskavi poleg sevanja zajeli tudi nekatere druge ekološke faktorje, kot so pritalna vegetacija, humus, tla in mikoriza.

Osnovni cilji raziskave so sledeči:

- ugotavljanje uspešnosti pomlajevanja smreke pri različnih kombinacijah ekoloških faktorjev s poudarkom na svetlobnih razmerah in
- identifikacija kombinacij ekoloških faktorjev, ki delujejo na naravno pomlajevanje najbolj zaviralno oz. pospeševalno.

Praktični pomen naloge je v izpopolnjevanju strategij obnove gozdov na Pokljuki, ki bi na osnovi poznavanja široke palete ekoloških parametrov v večji meri usklajevale

naravne danosti zelo občutljivih visokogorskih gozdov na Pokljuki z njihovim socialnim (Triglavski nacionalni park) in ekonomskim (proizvodnja najkakovostnejše - resonančne smrekovine v Sloveniji) pomenom za Slovenijo. Poznavanje vpliva kombinacij ekoloških faktorjev na uspešnost naravnega pomlajevanja je odločilnega pomena za malopovršinsko gospodarjenje s subalpinskimi smrekovimi gozdovi v Triglavskem narodnem parku.

8.2 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE DE LA

Ploskve (stratume) za proučevanje procesov naravnega pomlajevanja smreke na stalni raziskovalni ploskvi GIS pri barju Šijec smo izločili jeseni leta 1997. Detajlni opis rastiščnih in sestojnih razmer je razviden iz sestavka Urbančiča in Kutnarja (1996).

Da bi ugotovili svetlobnega razmere, ki še omogočajo nasemenitev, vznik in nemoten nadaljnji razvoj pomladka smreke smo stratume zasnovali v strnjenem smrekovem debeljaku (stratum F), v majhni sestojni vrzeli velikosti ca. 3 a (stratum D), srednji sestojni vrzeli velikosti ca. 4 a (stratum E) in na poseki velikosti 35 a (stratum G). Majhna vrzel je slabše pomlajena, medtem ko je srednja vrzel z gojitvenega vidika zadovoljivo porastla s smrekovim mladovjem. Razlike v velikosti sicer niso posebej velike, vendar srednja vrzel obdaja precej vrzelast sestoj, tako da je velikost vrzeli pravzaprav težko določljiva. Mala vrzel pa se nahaja v dokaj strnjenem smrekovem debeljaku. Glede na starost mladja ocenjujemo, da je srednja vrzel stara najmanj 20 let, mala vrzel pa vsaj 15 let. Vrzeli sta nastali postopno z večanjem jeder. Zadnja redna sečnja v oddelku je bila leta 1990. Takrat so po besedah revirnega gozdarja nekoliko povečali obe vrzeli. Poseka je nastala pozimi 1995/96 zaradi gradacije zalubnikov.

V sestojnih vrzeli najdemo zelo različne kombinacije ekoloških faktorjev, ki vplivajo na nastanek različnih mikrorastišč. To je posledica velike variabilnosti reliefa, matične podlage, gozdnih tal, predvsem pa posledica različnih kombinacij difuznega in direktnega svetlobnega sevanja ter različnih vlažnostnih razmer. Pestrost mikrorastišč se odraža v prepletenosti in mozaičnosti zaplat pritalne vegetacije (Urbančič & Kutnar 1998). Pomembno je, da so vzorčne ploskvice v okviru raziskovalnih ploskev - stratumov (sestoj, mala sestojna vrzel, srednja sestojna vrzel, poseka) relativno homogene. To lahko dosežemo le z majhnimi vzorčnimi enotami. V stratumih smo sistematično razporedili 106 raziskovalnih ploskvic velikosti 0.25 m² (0.5 x 0.5 m) in sicer:

- v strnjenem debeljaku 25 (stratum F),
- v majhni vrzeli 33 (stratum D),
- v srednji vrzeli 33 (stratum E) in
- na poseki 15 (stratum G).

Ploskvice v vrzelih in pod zastorom smo položili v obliki zvezde, tako da je osem krakov zvezde usmerjeno k glavnim smerem neba. Središče zvezde je v središču vrzeli, v sestoji pa je določeno naključno. Središča ploskvic so med seboj oddaljena dva metra (Urbančič & Kutnar, 1998). Ploskvice na poseki se nahajajo na treh vzporednih transektih v jugovzhodnem delu poseke. Razdalje med ploskvicami na transektih znašajo 1.5 m.

Za ugotavljanje svetlobnih razmer smo uporabili metodo s horizontoskopom (TONNE 1954a,b). Z njo smo določali potencialno direktno sevanje sonca in potencialno difuzno sevanje neba (v nadaljevanju direktno sevanje, difuzno sevanje). Slike neba (priloga 1) smo snemali s fotoaparatom 90 - 100 cm nad tlemi, slike smo nato skenirali in računalniško obdelali s posebej za to raziskavo sestavljenim programom. Tako smo za vsak mesec ugotovili trajanje direktnega sevanja v urah na dan oz. delež difuznega sevanja glede na celotno sevanje nezakritega neba.

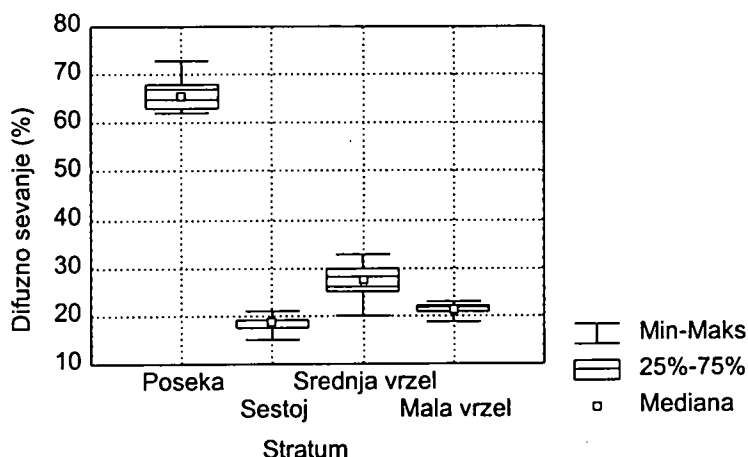
Na vseh raziskovalnih ploskvicah smo prešteli pomladek drevesnih vrst. Ločili smo klice, pomladek oz. nasemenitev do 10 cm višine (v nadaljevanju teksta nasemenitev) in pomladek nad 10 cm (v nadaljevanju mladje). Trem najvišjim oz. dominantnim osebkom na vsaki ploskvici smo izmerili še premer na koreninskem vratu (mm), starost (leta), višino (cm), višinski prirastek v letih 1995 in 1996 ter prirastek stranskih poganjkov v letih 1995 in 1996. Prirastek stranskih poganjkov smo merili na prvem vencu vej glede na terminalni poganjek, pri tem smo vedno upoštevali srednjo vrednost več stranskih poganjkov. Pozimi 1996/97 smo v rednih časovnih intervali (Rupel, 1997, 1998) beležili tudi spreminjanje snežne odeje na ploskvah (višina in razprostranjenost).

8.3 REZULTATI

8.3.1. Sončno sevanje

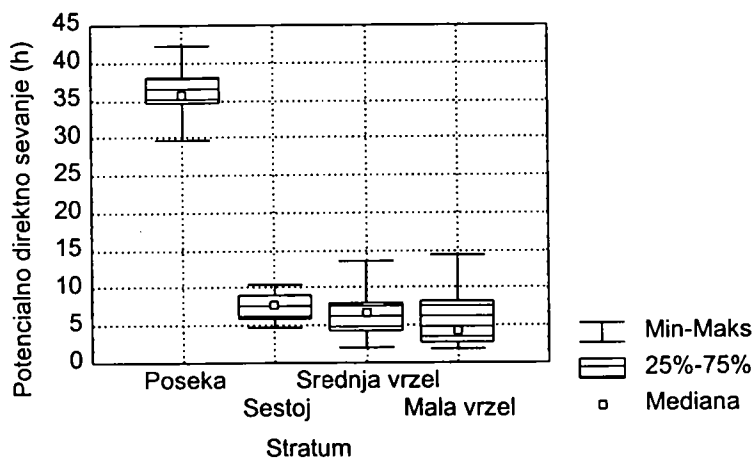
8.3.1.1. Direktno in difuzno sončno sevanje po stratumih

Iz grafikonov 1 in 2 je razvidna porazdelitev vrednosti difuznega in potencialnega direktnega sončnega sevanja po 100 ploskvicah sistematično razporejenih v štirih proučevanih stratumih. Pri direktnem in difuznem sevanju najbolj izstopajo svetlobne razmere na poseki. Med sestojem, srednjo in majhno vrzeljo pa so razlike v svetlobnih razmerah majhne. Zanimivo je, da smo zabeležili večje razlike pri difuzni kot pri direktni svetlobi. Razlike v poprečnih vrednostih direktnega in difuznega sončnega sevanja med stratumi smo preverjali z neparametričnim Kruskal-Wallisovim testom, saj poskusni material ne izpolnjuje zahtev za uporabo parametričnih testov (prim. grafikona 1 in 2). Pri preverjanju razlik smo izpustili poseko, kajti vrednosti direktnega in difuznega sevanja očitno odstopajo od ostalih stratumov.



Grafikon 1: Porazdelitev vrednosti difuznega sončnega sevanja v procentih po stratumih in ploskvicah

S testom smo ugotovili statistično značilne razlike tako za direktno kot za difuzno sevanje (pregl. 1). Na podlagi primerjave razlik v vsotah rangov po stratumih lahko trdimo, da so večje razlike pri difuznem sevanju kot pri direktnem sevanju. Vsota rangov za direktno sevanje je najvišja v srednji vrzeli, sledi sestoj in mala vrzel. Presenečajo predvsem velike vrednosti direktnega sevanja pod sklenjenim sestojem. Tega pri zastavitvi poskusa nismo pričakovali.



Grafikon 2: Porazdelitev vrednosti potencialnega direktnega sončnega sevanja v mesecih april, maj, junij, julij, avgust v urah po stratumih in ploskvicah

Vsota rangov za difuzno sevanje je zopet najvišja v srednji vrzeli, sledi mala vrzel in nazadnje sestoj. Majhne razlike v svetlobnem sevanju med srednjo in malo vrzeljo so nastale zaradi bolj razvitega mladja v srednji vrzeli, ki delno že samo zastira položaj kjer smo ocenjevali svetlobe razmere. Mladje na posameznih ploskvicah dosega višine do 3.35 m (pregl. 9). Svetlobne razmere smo na vseh ploskvicah ocenjevali na višini 90-100 cm nad tlemi.

Preglednica 1: Rezultati Kruskal-Wallisovega neparametričnega testa za preverjanje razlik v potencialnem direktnem in difuznem sončnem sevanju po stratumih

Stratum	Število ploskvic	Stopinje prost.	Pot. direktno sončno sevanje				Difuzno sončno sevanje			
			H	p	Vsota rangov	Mediana	H	p	Vsota rangov	Mediana
Sestoj	25	2	8.682	0.013	1426	7.7	71.749	0.000	359	18.7
Sred. v.	33				1555	6.8			2420	27.6
Mala v.	33				1205	4.2			1407	21.4

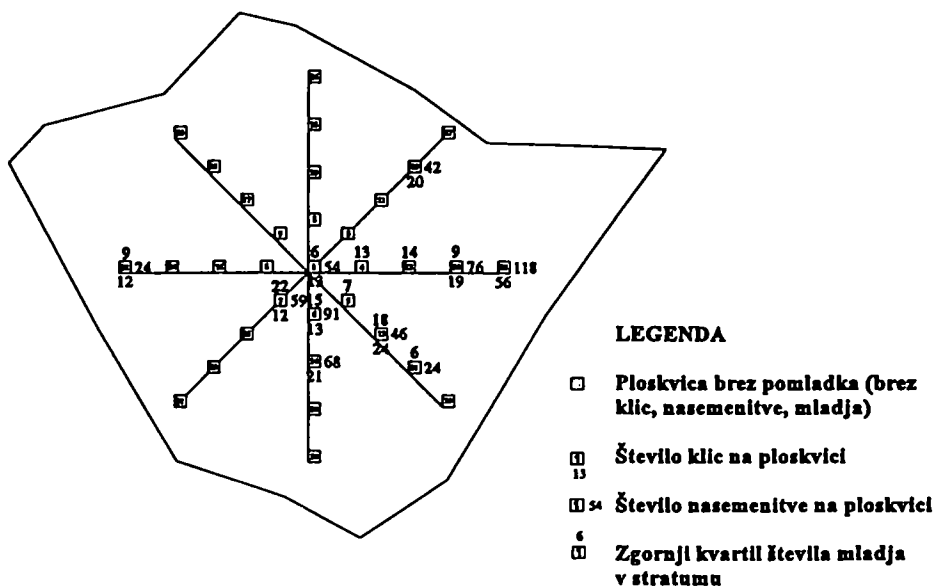
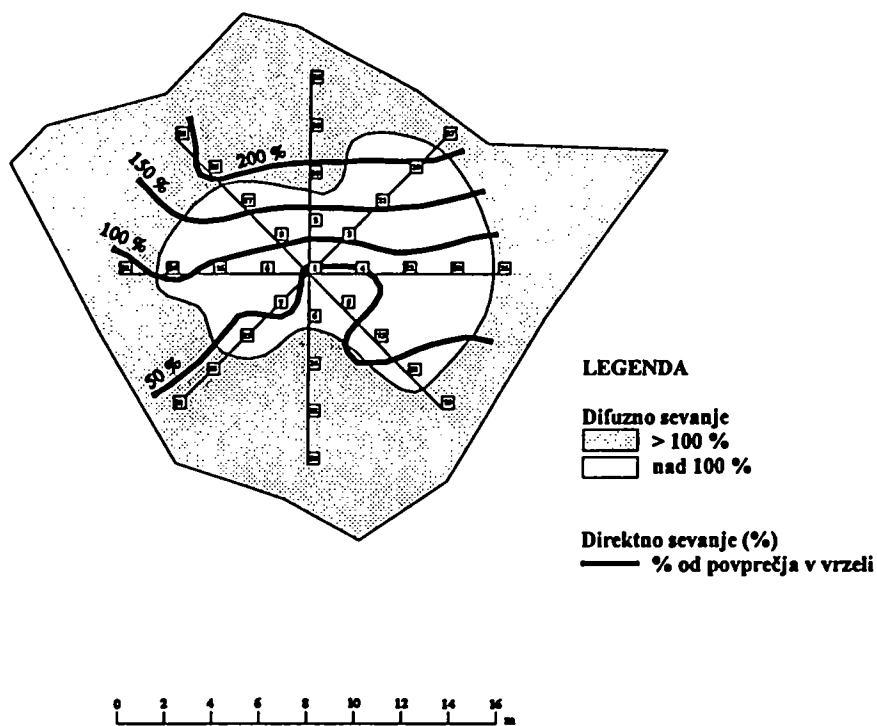
8.3.1.2. Porazdelitve sevanja in uspešnosti pomlajevanja po ploskvicah in stratumih

Svetlobne razmere v stratumih prikazujemo z dnevnim trajanjem direktnega sevanja v vegetacijski dobi, difuzno sevanje pa z njegovim deležem od celotnega sevanja nezastritega neba. Da bi bil razviden vzorec razporeditve, smo vrednosti preračunali v odstotke glede na povprečno vrednost enega in drugega sevanja v posameznem stratumu.

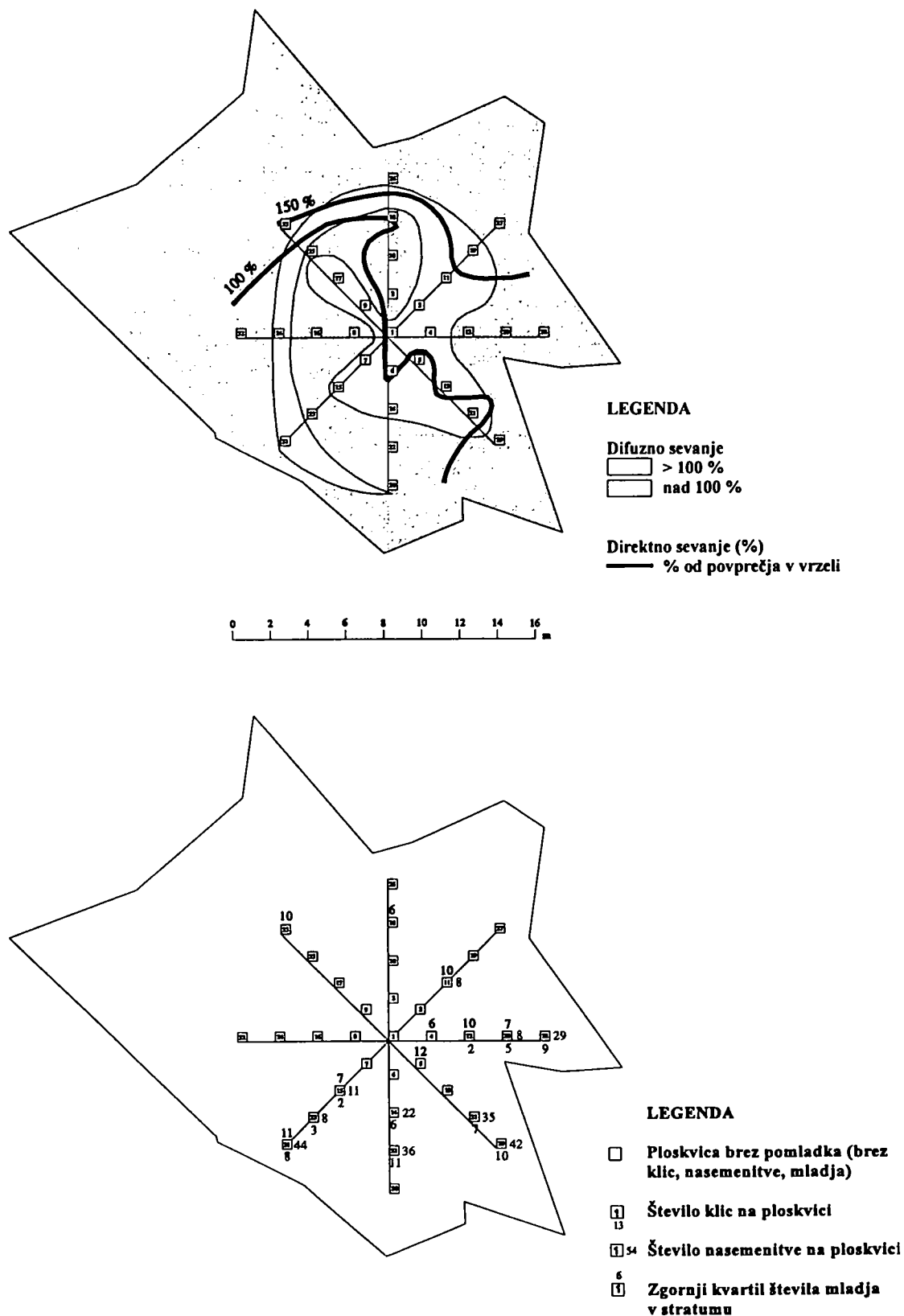
V mali sestojni vrzeli (stratum D) je direktno sevanje zelo jasno razporejeno. Največ ga sprejema severni rob vrzeli, tudi več kot dvakratno povprečno vrednost. Sevanje nato proti sredini odprtine enakomerno pada in se na sredini zniža na le polovico povprečne vrednosti. Senča južnega roba sestoja je najdaljša v sredini odprtine v smeri jug-sever, na JZ in JV strani pa je senčenje manj izrazito.

V srednji vrzeli (stratum E) je porazdelitev direktnega sevanja veliko bolj neenakomerna, ker mladovje, visoko tudi do 4 metre, na nekaterih ploskvicah dodatno močno zastira nebo. Če takšnih ploskvic v analizi ne upoštevamo, je mogoče zaključiti, da je najbolj obsevan severni rob odprtine, ki prejme 1,5 do 2 krat več direktnega sevanja, kot ga v povprečju dobi vsa ploskev. Stanje je podobno kot na ploskvi D, le da se največ direktnega sevanja pojavlja proti SV in ne proti S.

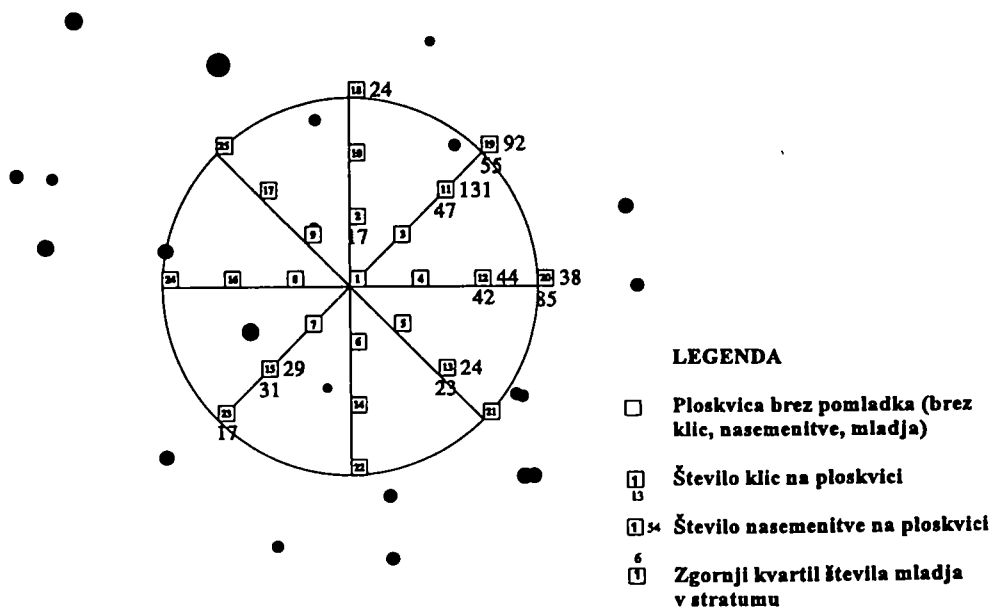
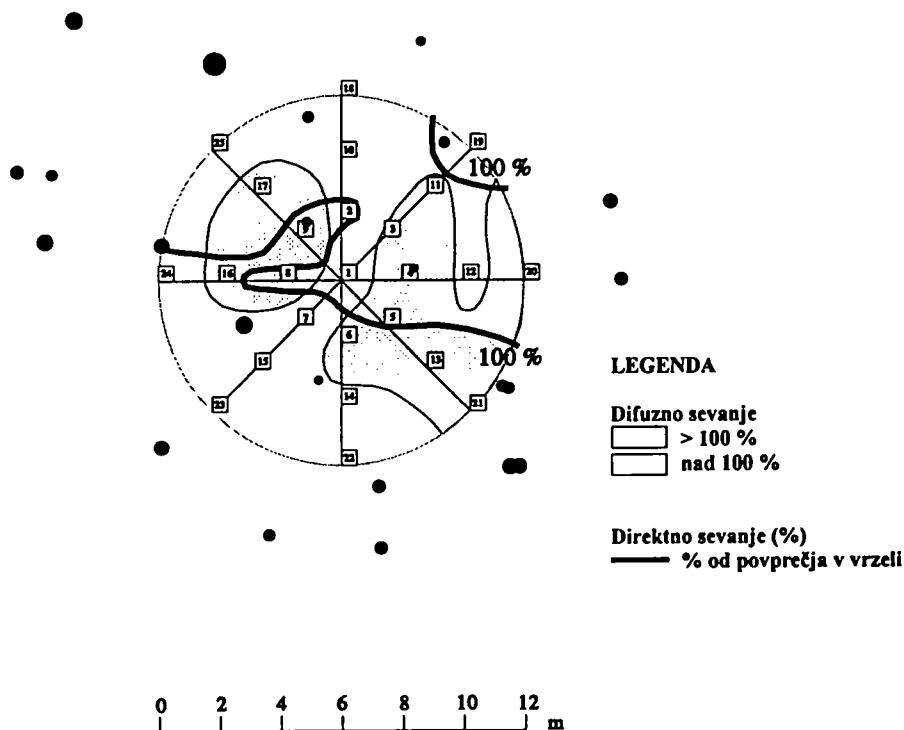
Grafikon 3: Svetlobne razmere in pomlajevanje v subalpinskem smrekovem gozdu na Pokljuki – mala sestojna vrzel (stratum D)



Grafikon 4: Svetlobne razmere in pomlajevanje v subalpinskem smrekovem gozdu na Pokljuki – srednja sestojna vrzel (stratum E)



Grafikon 5: Svetlobne razmere in pomlajevanje v subalpskem smrekovem gozdu na Pokljuki – sklenjeni sestoj (stratum F)



V strnjenem sestoju (stratum F) je direktno sevanje razporejeno drugače, predvsem bolj enakomerno. Razlike med ploskvicami so mnogo manjše kot pri sestojnih vrzeli. Medtem ko se v mali vrzeli pojavljajo vrednosti med 31% in 244% in v srednji vrzeli med 45% in 200%, se na ploskvi F gibljejo le med 61% in 136%, najmočnejše direktno sevanje pa prodre skozi krošnje na južni polovici ploskve.

Difuzno sevanje je prostorsko mnogo manj spremenljivo kot direktno. Najbolj enakomerno je razporejeno v mali, najmanj pa zaradi navedenih vzrokov v srednji sestojni vrzeli. Tudi v sestoju je vpliv drevesnih krošenj močnejši kot v mali vrzeli. V mali vrzeli je največ difuzne svetlobe v osrednjem delu, najmanj pa na njenem obrobju. Podobno je v srednji vrzeli, kjer bi dobili podobno razporeditev, če bi upoštevali višino mladovja in eliminirali preveč zastrte ploskvice. Povečane vrednosti difuznega sevanja na SZ in Z strani so odraz redkejšega robnega drevja, ker se v to smer vrzel nadaljuje. V sklenjenem sestoju je razporeditev difuznega sevanja odraz zgradbe sestoja in krošenj.

8.3.2. Število pomladka

8.3.2.1. Klice

Razlike v številu mladja po posameznih stratumih in razvojnih fazah smo preverjali s Kruskal-Wallisovim testom (pregl. 2). Vzorci populacij iz posameznih stratumov ne izpolnjujejo pogojev za izvedbo parametričnih testov. Pri klicah smo preverjali razliko v številu po vseh stratumih, saj sta bili obe vrzeli ter poseka oblikovani že pred letom klitja (1997). Pri nasemenitvi in mladju, poseke nismo upoštevali, saj v času klitja in razvoja nasemenitve ter mladja, najdenega pri popisu leta 1997, poseka še ni bila oblikovana.

Preglednica 2: Rezultati Kruskal-Wallisovega testa za število klic, nasemenitve in mladja po stratumih

	Poseka	Sestoj	Srednja vrzel	Mala vrzel				
Število ploskvic	15	25	33	33				
Razvojna stopnja		Vsota rangov			St. p.	N	H	p
Klice	543	1699	1590	1839	3	106	11.54	0.009
Nasemenitev	/	1405	1199	1581	2	91	8.76	0.013
Mladje	/	650	1971	1565	2	91	28.35	0.000

Razlike v številu pomladka smreke po ploskvicah so med stratumi statistično značilne za vse razvojne faze (pregl. 2). Statistična značilnost v našem primeru pomeni samo, da so med vzorci populacij iz proučevanih stratumov razlike v medianah gostote mladovja po ploskvicah. Naših ugotovitev na podlagi analize posameznih vrzeli ne moremo posplošiti na druge vrzeli. Izbrane vrzeli se npr. lahko nahajajo na redko zastopanih specialnih rastiščih, zato je potrebna posebna previdnost pri interpretaciji podatkov, še bolj pa pri prenosu izsledkov v prakso.

Največjo gostoto klic po delnem semenskem obrodu smreke (1996) smo jeseni leta 1997 zabeležili v sestoju, sledili sta vrzeli, najmanj klic se je razvilo na poseki (pregl. 3). Domnevamo, da je največje število klic pod sestojem posledica večje gostote semenskih dreves in posledično večje ponudbe semena.

Zanimivo je, da je na poseki število klic smreke veliko manjše kot drugje. Vzrok je le delno v manjši količini napadlega semena, saj se poskusne ploskvice nahajajo na jugovzhodnem robu poseke. Verjetno so veliko bolj pomembni neugodnih klimatskih pogoji za kalitev (močna insolacija v povezavi s sušnostjo). V vsakem primeru pa pomeni rezultat previdno ravnanje pri odpiranju sestojev, saj je število klic na poseki relativno nizko, poleg tega je tudi porazdelitev klic po ploskvicah izrazito neenakomerna (pregl. 5).

Presenetljivo je relativno veliko število klic smreke v vseh stratumih. Proučevano rastišče na nadmorski višini 1200 m in v pogledu makroreliefa v mraziščni legi¹ smo ocenjevali kot skrajnostno za pomlajevanje drevesnih vrst. Poleg tega so klice rezultat le delnega semenskega obroda.

Preglednica 3: Srednja gostota pomladka smreke na hektar (v tisočih) po razvojnih fazah in glede na stratume

Stratum	Število ploskvic (N=106)	Skupaj	Klice	Nasemenitev	Mladje
Poseka	15	194.7	29.3	104.0	61.3
Sestoj	25	1518.4	672.0	844.8	0.0
Srednja vrzel	33	555.2	78.8	315.2	160.0
Mala vrzel	33	1287.3	294.5	838.8	156.4
Srednja vred.	/	959.2	278.9	573.2	107.2

¹Trajna raziskovalna ploskev Šijec se nahaja v uleknjenem delu Pokljuške planote, vendar na rahli vzpetinici.

Tudi primerjava z izsledki ostalih raziskav in drugih avtorjev kaže, da je število klic na naših raziskovalnih ploskvah dovolj visoko za zagotovitev naravnega pomladka. Tako smo pri proučevanju naravnega pomlajevanja smrekovih nasadov na rastišču jelovo bukovih gozdov v montanskem vegetacijskem pasu jeseni leta 1993 (Diaci, 1997), po polnem semenskem obrodu smreke, ugotovili največje število klic v novih majhnih vrzelih, srednjih vrzelih in v vrtačah (pregl. 4). Največje število klic spomladi in poleti je bilo pod sklenjenim sestojem. Število klic pod sestojem je do jeseni, zaradi najvišje mortalitete, izrazito upadlo. Na število klic so, veliko bolj kot velikost vrzeli, vplivali ostali ekološki dejavniki, predvsem konkurenca vegetacije (pregl. 4).

Preglednica 4: Število klic v tisočih na ha v različnih stratumih smrekovega nasada na rastišču jelovo bukovega gozda v montanskem vegetacijskem pasu jeseni leta 1993 po polnem semenskem obrodu smreke (Diaci 1997)

Stare velike vrzeli	Stare majhne vrzeli	Nove velike vrzeli	Nove majhne vrzeli	Vrtače	Sklenjeni sestoj
365.9	777.0	1252.9	1268.1	1241.4	1180.0

Pri raziskavah naravnega pomlajevanja jelovo bukovih gozdov v vzhodnobavarskih apnenih Alpah nemški raziskovalci ugotavljajo (Veltsistas, 1980, Hohenadl, 1981, Mosandl, 1984, Mosandl & Kateb, 1988, Mosandl, 1991), da je v petih letih opazovanja smreka semenila kar trikrat, čeprav z različno intenzivnostjo. Navajajo tudi finski poskus (Sarvas 1957 citirano po Veltsistas 1980) v katerem je smreka semenila kar trinajstkrat v šetindvajsetih letih opazovanj. Veltsistas tudi ugotavlja, da so vrzeli do premera 30 m še dobro založene s semenom, če imamo ob robu dovolj semenskih dreves. Dokazal je sicer zmanjševanje gostote semen z oddaljevanjem od sestojnega roba, vendar to velja predvsem za bukev in manj za smreko. Tudi za klice smreke veljajo podobne zakonitosti (Hohenadl, 1981). Največjo mortaliteto klic so zabeležili v času pred olesenitvijo hipokotila.

Tudi Imbeck in Ott (1987), ki sta proučevala razvoj nasemenitve v subalpinskem smrekovem gozdu (1600-1700 m n. v.) v Švici, sta v vseh treh letih analiz zabeležila klice smreke. Poprečna gostota klic je znašala, v sestojnih vrzelih elipsaste oblike velikosti 50 x 18 m s severno ekspozicijo, v semenskem letu 360 tisoč na hektar.

8. 3.2.2. Nasemenitev

Največ nasemenitve smo zabeležili pod sestojem, sledijo mala vrzel, srednja vrzel in poseka (pregl. 3). Čeprav je pod sestojem največja gostota nasemenitve, ostali parametri nakazujejo, da je vitalnost nasemenitve slaba (pregl. 9, 10). Domnevamo, da so vrednosti difuznega sončnega sevanja prenizke, da bi se nasemenitev uspešno razvijala

naprej. Gostota nasemenitve na poseki ni tako značilno manjša od ostalih stratumov kot pri klicah. Veliko nasemenitve na poseki se je ohranilo iz obdobja pred posegom.

8.3.2.3. Mladje

Mladja je največ v srednji vrzeli, nato v mali vrzeli in na poseki (pregl. 3). Pod sestojem mladja ne najdemo. Glede na skromne svetlobne razmere pod sklenjenim sestojem, smo takšen rezultat tudi pričakovali.

8.3.3. Porazdelitev pomladka po stratumih

Za ugotavljanje uspešnosti naravnega pomlajevanja ni pomembno samo poprečno število osebkov po ploskvicah oz. skupno število v vrzeli, temveč tudi porazdelitev mladja v vrzelih. To najlažje razberemo iz prostorskih prikazov (prim. pogl. 3.1.2) ali iz frekvenčnih porazdelitev števila mladja po ploskvicah.

Preglednica 5: Frekvenčna porazdelitev števila ploskvic po stratumih s klicami

Število klic na ploskvici	Poseka		Sestoj		Srednja vrzel		Mala vrzel	
	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež
N=0	8	53	3	12	21	64	11	33
N>0	7	47	22	88	12	36	22	67
S	15	100	25	100	33	100	33	100

Največji delež ploskvic brez klic najdemo na poseki, sledijo srednja vrzel, mala vrzel in sestoj.

Preglednica 6: Frekvenčna porazdelitev števila ploskvic po stratumih z mladovjem (klicami, nasemenitvijo in mladjem skupaj)

Število mladovja na ploskvici	Poseka		Sestoj		Srednja vrzel		Mala vrzel	
	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež
N=0	2	13	3	12	4	14	10	30
N>0	13	87	22	88	29	86	23	70
S	15	100	25	100	33	100	33	100

Za uspešnost pomlajevanja je zanimiva analiza deleža ploskvic brez pomladka po stratumih, torej brez klic, nasemenitve in mladja. Na ploskvicah brez pomladka nobeden od procesov pomlajevanja, kot so klitje, nasemenitev ter rast in razvoj mladja, ne poteka uspešno, kljub temu da so za optimalen potek omenjenih procesov potrebne drugačne kombinacije ekoloških faktorjev. Za razvoj klic sta potrebni npr. samo zadostna vlaga in toplota². Pri sledečih razvojnih fazah postaja svetloba vse pomembnejša. Pričakujemo lahko, da bodo ploskvice brez katerekoli razvojne faze mladja še dolgo časa ostale neporasle s pomladkom smreke.

Največji delež ploskvic brez pomladka je v mali vrzeli, sledijo srednja vrzel, sestoj in poseka (pregl. 6). Če primerjamo deleže ploskvic brez klic (pregl. 5) in brez nasemenitve (pregl. 7) med sestojem in malo vrzeljo lahko ugotovimo, da so se razmere za klitje in ponekod tudi za nasemenitev, nekaj let po oblikovanju male vrzeli poslabšale. Glede na ugotovitve drugih avtorjev (Moser, 1965, Ott, 1989) lahko domnevamo, da je vzrok v sukcesijskem razvoju vegetacije in razvoju tal. Domnevali smo tudi, da lahko na pomlajevanje vpliva tudi sneg, ki v mali sestojni odprtini preleži dlje kot pod sklenjenim sestojem in dlje kot v srednji vrzeli (Strobel 1979). Lastna opazovanja kopnenja snežne odeje spomladi leta 1997 in 1998 (Rupel 1997, 1998) pa kažejo, da so mesta v mali vrzeli, kjer najdlje preleži sneg, tudi mesta z najbolj ugodnimi razmerami za klitje in nasemenitev smreke.

Tudi v srednji vrzeli, ki je glede na subjektivno gojitveno presojo zadovoljivo pomlajena, je precej ploskvic (14%), kjer se pomlajevanje ne odvija. Pomlajevanje poteka po ugodnih mikrorastiščih, kjer nastajajo šopi mladja. Med njimi ostajajo nepomlajene površine, ki imajo verjetno pomembno vlogo v razvoju mladja v visokogorju. Služijo za odlaganje snega (Schönenberger, Frey & Leuenberger, 1990), hkrati pa lahko omogočajo boljšo preskrbo šopov s hranili in energijo.

Preglednica 7: Frekvenčna porazdelitev števila ploskvic po stratumih z nasemenitvijo in brez nasemenitve

Število mladja na ploskvici	Poseka		Sestoj		Srednja vrzel		Mala vrzel	
	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež
N=0	3	20	3	12	18	55	12	36
N>0	12	80	22	88	15	45	21	64
S	15	100	25	100	33	100	33	100

Razvoj nasemenitve in še posebej mladja je veliko bolj odvisen od razpoložljive energije (svetlobe in toplote) kot razvoj klic. Klice lahko ob zadovoljivi toploti in vlagi

²V skrajnostnih rastiščnih razmerah je lahko zaradi pomanjkanja toplote tal, tudi svetloba ključnega pomena že v fazi klitja.

uspejo na veliki površini, vendar ob pomanjkanju svetlobe kmalu odmrejo. Frekvenčna porazdelitev nasemenitve in mladja po stratumih (pregl. 7 in 8) nam torej pokaže, v katerih stratumih je z veliko verjetnostjo³ pomanjkanje energije ključen problem za pomlajevanje.

Nasemenitev je še v veliki meri prisotna pod sestojem in v mali vrzeli (pregl. 7). Mladje nad 10 cm pa je zagotovljeno le v srednjih vrzelih, pod sestojem ga ne najdemo, v mali vrzeli je več kot polovica poskvic brez mladja in na poseki skoraj tri četrtine (pregl. 8). Glede na primerljivo starost male in srednje vrzeli in glede na različne svetlobne (energijske) razmere lahko ugotovimo, da je verjetno svetloba (energija) glavni problem za pomlajevanje tako v mali vrzeli kot pod sestojem.

Na poseki je zaradi hitro dodane energije prišlo do zastoja pri pomlajevanju. Tako so klice na poseki prisotne samo na 53% ploskvic. Nasemenitev in mladje sta v veliki večini uspela preživeti in se počasi prilagajata novim razmeram. Zaradi tega dolgoročno tudi na poseki ne pričakujemo večjih problemov s pomlajevanjem.

Preglednica 8: Frekvenčna porazdelitev števila ploskvic po stratumih z mladjem in brez mladja

Število mladja na ploskvici	Poseka		Sestoj		Srednja vrzel		Mala vrzel	
	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež	Št. pl.	Delež
N=0	11	73	25	100	7	21	19	58
N>0	4	27	0	0	26	79	14	42
S	15	100	25	100	33	100	33	100

8.3.4. Značilnosti dominantnih osebkov po stratumih

Pri analizi smo upoštevali vse dominantne osebke na ploskvicah, torej tri ali manj. V primeru, da sta bila na ploskvici samo dva dominantna osebka ali manj, smo pri izračunih upoštevali kot da osebek(i) manjka. Na ta način so srednje vrednosti dominantnih osebkov na ploskvicah realnejše. Hkrati pa srednje vrednosti za stratum z veliko praznimi ploskvicami ne odražajo uspešnosti pomlajevanja najbolje. Pri interpretaciji je zato potrebno upoštevati tudi rezultate poglavja o porazdelitvi pomladka po ploskvicah

³Poleg energije lahko tudi drugi dejavniki onemogočajo razvoj pomladka, kot npr. pomanjkanje hranil ali biotski dejavniki (mikoriza). Vendar je v naši raziskavi, zaradi njihove velike variabilnosti (Urbančič & Kutnar, 1998, Simončič *et al.*, 1998) malo verjetno, da bi bili po celotni površini stratuma v minimumu, kot je lahko sončno sevanje.

in stratumi. Primerjava srednjih vrednosti dominantnih osebkov po stratumi, kot smo jo uporabili pri preverjanju odvisnosti od svetlobnega sevanja, bi bila statistično bolj korektna, vendar bi na ta način izgubili maksimalne in minimalne vrednosti, ki so za interpretacijo ključnega pomena.

Največji premer na koreninskem vratu dosegajo dominantni osebki v srednji vrzeli, sledijo mala vrzel, poseka in sestoj (pregl. 9). Enaka razvrstitev velja tudi za poprečne višine dominantnih osebkov. V pogledu starosti dominantnih osebkov po ploskvicah ni velikih razlik med stratumi, nekoliko izstopa le večja vrzel. V sestoju nasemenitev dosega poprečno starost 6 let in maksimalne starosti 9 let. Zadnja vrednost je torej doba, do katere so najbolj vitalni osebki smreke še sposobni preživeti v skrajnostnih razmerah po sestojem. V mali vrzeli najdemo največje starosti 17 in na poseki 18 let, kar potrjuje naše opažanje, da je na poseki pred posegom prevladoval presvetljen sestoj.

Preglednica 9: Primerjava osnovnih statističnih kazalcev za premer na koreninskem vratu, višino in starost treh dominantnih smrekic na ploskvicah po stratumih. Upoštevali smo vse tri dominantne osebke na ploskvicah ter samo vrednosti, ki so bile večje od 0.

Premer (mm)						
Stratum	Valid N	Sred. vr.	Mediana	Min.	Maks.	Std.dev.
Sestoj	64	0.8	0.8	0.3	2	0.31
Mala vrzel	64	2.8	2.0	0.5	14	2.72
Srednja vrzel	70	11.2	8.0	1.0	70	12.12
Poseka	27	2.3	1.5	0.5	7	1.86
Višina (cm)						
Stratum	Valid N	Sred. vr.	Mediana	Min.	Maks.	Std.dev.
Sestoj	64	5.6	5.75	2.5	9	1.38
Mala vrzel	64	14.5	12.0	5.0	62	12.26
Srednja vrzel	70	57.1	43.0	7.0	335	61.16
Poseka	27	8.7	6.5	3.0	26	6.36
Starost (leta)						
Stratum	Valid N	Sred. vr.	Mediana	Min.	Maks.	Std.dev.
Sestoj	64	6.4	6.0	4.0	9	1.12
Mala vrzel	64	7.5	7.0	4.0	17	2.84
Srednja vrzel	70	16.6	17.0	6.0	31	6.47
Poseka	27	7.1	6.0	3.0	18	4.09

Poleg največjih starosti in višin nam vitalnost in razvojno težnjo mladja dobro ponazorijo prirastki vršnega poganjka, srednji prirastki stranskih poganjkov (pregl. 10) ter razmerje med prirastkom vršnega in stranskih poganjkov (pregl. 11).

Srednje vrednosti prirastkov vršnega poganjka dominantnih smrekic (v nadaljevanju tudi višinski prirastek) so bile v letu 1995 pod sestojem in v mali vrzeli višje kot leta 1996, v srednji vrzeli in na poseki pa nižje. Prirastki stranskih poganjkov v vseh stratumih so bili leta 1995 višji kot leta 1996, razen na poseki, kjer so se v letu 1996 povečali.

Največje srednje vrednosti prirastka vršnega poganjka so v obeh letih meritev v srednji vrzeli, sledijo mala vrzel, poseka in sestoj. Srednje vrednosti prirastkov vršnih poganjkov pod sklenjenim sestojem znašajo manj kot 1 cm letno, na poseki so le nekoliko višje, medtem ko v mali vrzeli znašajo okoli 2 cm. V srednji vrzeli, kjer lahko, glede na opazovanja ter tudi na podlagi analize mladja (pregl. 3 in 6) trdimo, da je mladje zagotovljeno, znašajo poprečni letni višinski prirastki dominantnih osebkov nekaj manj kot 4 cm.

V obeh letih meritev je srednja vrednost višinskih prirastkov višja na poseki kot pod sestojem. Kar zopet potrjuje naša opažanja, da je poseko pred posegom zaraščal nekoliko bolj vrzelast gozd kot v stratumu sestoj. Že prvo leto po poseku je prišlo do rahlega povečanja višinskih in nekoliko večjega povečanja stranskih prirastkov na poseki.

Preglednica 10: Primerjava osnovnih statističnih kazalcev za dolžino vršnega poganjka v letih 1995 (IH95) in 1996 (IH96) ter dolžino stranskih poganjkov v letih 1995 (LH95) in 1996 (LH96) po stratumih. Upoštevali smo vse tri dominantne osebke na ploskvicah ter samo vrednosti, ki so bile večje od 0.

Stratum	Spremenljivka	Število smrek	Srednja vrednost	Mediana	Min.	Maks.	Std.dev.
Sestoj	IH95	18	8.9	10	5	15	3.11
	IH96	26	7.2	6	1	10	2.76
	LH95	18	10.5	10	5	20	4.78
	LH96	26	7.5	5	5	15	3.17
Mala vrzel	IH95	46	20.4	20	5	50	10.48
	IH96	56	17.9	15	5	40	10.30
	LH95	46	20.9	20	5	50	12.13
	LH96	56	17.7	15	2	50	11.43
Srednja vrzel	IH95	69	37.1	30	5	200	31.73
	IH96	68	38.2	27.5	3	220	36.65
	LH95	69	38.3	30	5	120	21.43
	LH96	68	36.3	30	3	100	21.69
Poseka	IH95	12	12.1	10	5	20	4.58
	IH96	20	12.7	11	5	30	7.61
	LH95	12	12.4	10	5	40	10.54
	LH96	20	13.3	10	3	50	11.22

Domnevali smo, da bo razmerje med terminalnim in lateralnim poganjkom dober nakazovalec razvojne usmerjenosti osebkov. Iz prakse gojenja gozdov je poznano opažanje, da prevlada vršnega poganjka nad stranskimi nakazuje napredujočo razvojno težnjo rastline. Nasproti temu pa prevlada stranskih poganjkov nad vršnim nakazuje nazadujočo razvojno težnjo. Vendar omenjene domneve z rezultati naše raziskave ne moremo številčno podpreti (pregl. 11). Tako pod sklenjenim sestojem, kjer pomladek životari, kot v srednji vrzeli, kjer proces pomlajevanja izrazito napreduje, se razmerja med vršnim in stranskimi poganjki bolj ali manj ohranjajo. Le na poseki so stranski poganjki po sečnji odreagirali izraziteje od višinskih (pregl. 10).

Preglednica 11: Primerjava osnovnih statističnih kazalcev za razmerje med prirastkom vršnega in stranskih poganjkov dominantnih osebkov na ploskvicah v letih 1995 (R95) in 1996 (R96) po stratumih.

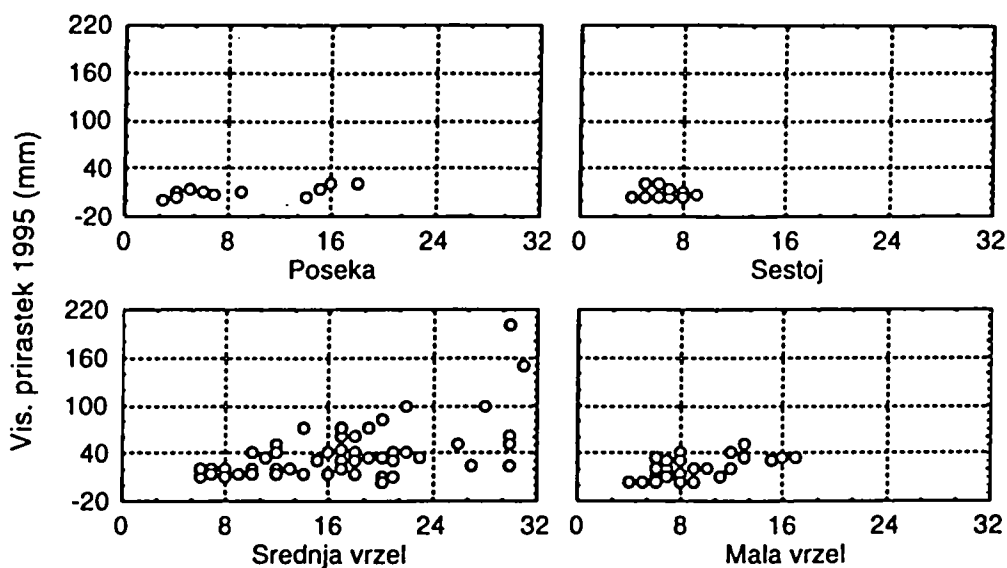
Stratum	Spremen- ljivka	Število oseb.	Sred. vr.	Mediana	Min.	Maks.	Std.dev.
Sestoj	R95	8	1.02	1.00	0.70	2.00	0.42
	R96	10	0.86	0.71	0.50	2.00	0.45
Mala vrzel	R95	17	0.99	1.00	0.42	2.00	0.47
	R96	21	1.05	1.00	0.25	2.00	0.48
Srednja vrzel	R95	27	0.89	0.75	0.17	1.88	0.45
	R96	25	1.05	0.93	0.12	2.44	0.59
Poseka	R95	6	1.40	1.04	0.50	3.00	0.93
	R96	8	1.21	1.00	0.60	2.33	0.64

8.3.5. Odvisnost priraščanja v višino od starosti

Priraščanje v višino je le delno odvisno od ekoloških razmer. Nanj značilno vpliva tudi starost osebka. Višinski prirastek dominantnih osebkov v odvisnosti od starosti smo po proučevanih stratumih prikazali v točkovnih diagramih (grafikon 6).

Iz grafikona je razvidno, da s starostjo najhitreje narašča višinski prirastek dominantnih osebkov na ploskvicah v srednji vrzeli. Tudi v mali vrzeli višinski prirastek s starostjo narašča, vendar bolj postopno kot v srednji vrzeli. Na grafikonu je nakazano tudi rahlo nazadovanje višinskih prirastkov pri najstarejših osebkih v mali vrzeli.

Višinski prirastek dominantnih osebkov pod sestojem s starostjo upada. Na poseki sta razvidna dva starostna razreda nasemenitve in mladja, ki sta nastala že pred posegom. Za oba razreda je značilen upad višinskega prirastka iz leta 1995 (pred sečnjo) pri starejših osebkih. Sklepamo lahko, da so bile svetlobne razmere pred sečnjo v sedanjem stratumu poseka, torej pod vrzelastim sestojem, preskromne za uspešen razvoj mladja.



Grafikon 6: Odvisnost višinskega prirastka leta 1995 od starosti po stratumih

3.6. Uspešnost pomlajevanja in sončno sevanje

Odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja (gostota pomladka smreke različnih razvojnih faz, srednje vrednosti dominantnih osebkov na ploskvicah) od direktnega in difuznega sončnega sevanja smo preverjali s spearmanovo korelacijo ranga. Poskusno gradivo ne izpolnjuje pogojev za uporabo parametričnih testov. Pri preverjanju odvisnosti smo upoštevali srednje vrednosti dominantnih osebkov na vsaki ploskvici. Ploskvice brez dominantnih osebkov smo upoštevali z vrednostjo 0 proučevane spremenljivke.

Odvisnosti smo preverjali za vsak stratum posebej. V srednji vrzeli odvisnosti nismo preverjali, kajti svetlobo smo ocenjevali na višini 90-100 cm, tako da vrednosti sevanja niso merodajne za razvoj dominantnih osebkov. Tudi če bi upoštevali samo ploskvice s srednjo višino dominantnih osebkov nižjo od 90 cm, obstaja možnost, da zasenčitev na ploskvici nastopa zaradi višjih osebkov v neposredni bližini ploskvice. Prav tako odvisnosti nismo preverjali na poseki, kjer pomladek ni rezultat novonastalnih svetlobnih razmer, temveč razmer pred zadnjo sečnjo. Rezultati analiz so razvidni iz preglednic 12 in 13. Statistično značilne odvisnosti so označene s krepkim tiskom.

Preglednica 12: Odvisnosti med spremenljivkami, ki nakazujejo uspešnost pomlajevanja ter direktnim in difuznim sončnim sevanjem v mali vrzeli. IH95 = dolžina vršnega poganjka v letu 1995, LH95 = dolžina stranskih poganjkov v letu 1995.

Spremenljivke	Število ploskvic	Direktno sončno sevanje			Difuzno sončno sevanje		
		Spearm. R	t(N-2)	p-nivo	Spearm R	t(N-2)	p-nivo
Klice	33	-0.42	-2.60	0.014	0.14	0.81	0.422
Nasemenitev	33	-0.44	-2.75	0.010	0.14	0.79	0.435
Mladje	33	-0.28	-1.65	0.109	0.39	2.36	0.025
Premer	33	-0.40	-2.42	0.021	0.41	2.53	0.017
Starost	33	-0.31	-1.81	0.079	0.44	2.76	0.010
Višina	33	-0.43	-2.63	0.013	0.35	2.08	0.046
IH95	33	-0.41	-2.48	0.019	0.41	2.49	0.018
LH95	33	-0.35	-2.11	0.043	0.40	2.45	0.020

V mali vrzeli je večina parametrov uspešnosti pomlajevanja statistično značilno odvisna tako od direktnega, kot tudi od difuznega sevanja (pregl. 12). Število klic in nasemenitve v mali vrzeli je v značilni negativni odvisnosti od skupnega direktnega sevanja v vegetacijski dobi (graf. 7). Pri številu mladja se negativna odvisnost od direktnega sevanja še nakazuje, vendar ni več statistično značilna. Število mladja smreke nad 10 cm je značilno odvisno od difuznega sevanja. Podobne zakonitosti kažejo tudi srednje vrednosti premera na koreninskem vratu, starosti, višine, dolžine vršnega in stranskih poganjkov dominantnih smrekic na ploskvici. Vsi parametri nakazujejo negativno odvisnost z direktnim sončnim sevanjem in pozitivno odvisnost z difuznim sevanjem.

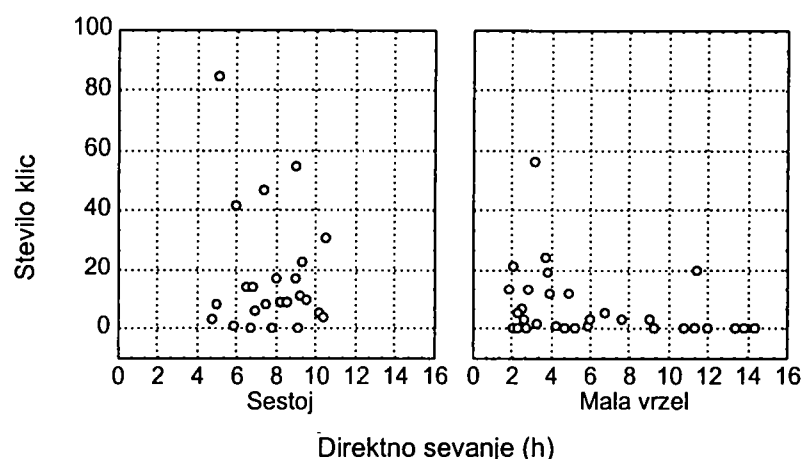
Preglednica 13: Odvisnosti med spremenljivkami, ki nakazujejo uspešnost pomlajevanja ter direktnim in difuznim sončnim sevanjem pod sklenjenim sestojem. IH95 = dolžina vršnega poganjka v letu 1995, LH95 = dolžina stranskih poganjkov v letu 1995.

Spremenljivke	Število ploskvic	Direktno sončno sevanje Spearm.			Difuzno sončno sevanje Spearm.		
		R	t(N-2)	p-nivo	R	t(N-2)	p-nivo
Klice	25	0.11	0.51	0.614	0.07	0.33	0.743
Nasemenitev	25	-0.02	-0.09	0.929	0.24	1.18	0.250
Premer	25	0.17	0.83	0.418	0.22	1.06	0.299
Starost	25	0.13	0.65	0.521	0.24	1.17	0.253
Višina	25	0.19	0.93	0.361	0.40	2.08	0.048
IH95	25	0.17	0.83	0.415	0.21	1.02	0.316
LH95	25	0.02	0.09	0.928	0.32	1.63	0.116

Pod sklenjenim sestojem nismo zabeležili toliko statistično značilnih odvisnosti kot v mali vrzeli (pregl. 13). Pri direktnem sončnem sevanju odvisnosti niso niti nakazane, saj ostaja spearmanov R pri vseh spremenljivkah majhen. Pri difuznem sevanju so vrednosti spearmanovega R višje. Odvisnost srednje višine dominantnih osebkov na ploskvici od difuznega sevanja pa je statistično značilna.

Rezultati analiz za oba analizirana stratuma (pregl. 12 in 13) govorijo v prid domnevi, da je na proučevanem rastišču za razvoj mladja difuzno sevanje pomembnejše od direktnega sevanja. V primeru male vrzeli učinkuje direktno sevanje celo negativno na razvoj pomladka.

Vzroki za našo ugotovitev so večplastni. Nadmorska višina 1200 m še ne pomeni skrajnostnih razmer v katerih postane potencialno direktno sončno sevanje, zaradi pomanjkanja toplote, ključnega pomena za razvoj pomladka smreke. Tudi mikrolokacija naših raziskovalnih ploskev lahko vpliva na rezultate. Ploskve se nahajajo na majhni vzpetinici in torej niso v mrazu najbolj izpostavljenih depresijah, kar velja še posebej za malo vrzel v naši raziskavi. Tudi majhna depresija sredi male vrzeli in grbina na delu vrzeli, ki je najbolj izpostavljen direktnemu sončnemu sevanju, sta lahko pomembno vplivali na rezultate naših analiz. Da mikrolege značilno spreminjajo razmere za pomlajevanje so ugotavljali že mnogi avtorji (Horvat-Marolt 1984, Brang 1995a, 1995b).



Grafikon 7: Razmerje med številom klic na ploskvicah pod sklenjenim sestojem in v mali vrzeli ter direktnim sončnim sevanjem v vegetacijski sezoni

Največja uspešnost pomlajevanja v mali vrzeli je ravno v depresiji, ki delno sovпада s področjem največjih vrednosti difuznega sevanja. V tem predelu se tudi najdlje časa zadrži sneg. Pričakovali pa smo, da bo sneg predstavljal oviro za pomlajevanje. Vendar ravno opažanje, da se lege kjer dolgo časa preleži sneg, delno prekrivajo z legami ugodnimi za pomlajevanje (Rupel, 1997, 1978), potrjuje našo hipotezo o suši kot stresnem faktorju za razvoj smrekovega mladja v predelih male vrzeli z največ direktne svetlobe. Sneg je v primeru male vrzeli dobrodošel ekološki dejavnik, saj na začetku vegetacijske sezone oskrbuje gornje plasti humusa s prepotrebno vlago za klitje in razvoj nasemenitve smreke.

8.3.7. Uspešnost pomlajevanja glede na položaje v sestojni vrzeli

V sestojnih vrzelih obstajajo v pogledu primernosti za pomlajevanje velike razlike med mikrorastišči. Te razlike so v visokogorskem gozdu zaradi skrajnostnih razmer še bolj izražene. Glavne vzroke omenjenim razlikam najdemo v pestrosti mikroreliefa, talnih in mikoriznih razmer in še posebej v porazdelitvi direktnega sončnega sevanja. V obeh vrzelih smo skušali z zvezdasto razporeditvijo vzorčnih ploskvic čim bolj zajeti razlike, ki nastajajo zaradi dnevne poti direktnega sončnega sevanja. Predvidevali smo, da so med ploskvicami na različnih nebesnih legah v vrzelih značilne razlike glede uspešnosti pomlajevanja.

Prostorski prikaz uspešnosti pomlajevanja po ploskvicah in stratumih je razviden iz poglavja 3.1.2. V omenjenem poglavju so zaradi primerjave prikazane tudi svetlobne razmere. Ploskvice brez pomlajevanja se v mali vrzeli množično pojavljajo predvsem na jugozahodnem, zahodnem, severozahodnem in severnem obrobju vrzeli (pod zastorom). V srednji vrzeli so bolj osredotočene na osrednji, osrednji zahodni in severozahodni del vrzeli. Prostorska razporeditev praznih ploskvic na obrobje male vrzeli jasno nakazuje, da je pomanjkanje difuznega sevanja eden izmed ključnih dejavnikov za uspešno

pomlajevanje. Poleg zunanjih robov vrzeli so severni, severozahodni in delno jugozahodni deli male vrzeli slabo pomlajeni. Ti deli vrzeli prejmejo veliko direktnega sevanja, ki lahko v poletnih mesecih povzroča izsušitev vrhnje plasti tal in ogroža pomladek smreke. Do podobnih ugotovitev smo prišli pri proučevanju nasadov smreke v montanskem pasu (Diaci 1997). Tudi Imbeck in Ott (1987) sta večjo gostoto klic zabeležila na manj osončenih robovih, manjšo pa na toplejših in sušnejših robovih ter delno na sredi vrzeli. Omenjena zakonitost je pri naši raziskavi razvidna tudi v srednji vrzeli. Brang (1996a, 1996b) še posebej opazarja na pomen položajev v vrzelih na južnih pobočjih gora, kjer že majhne razlike v količini direktnega sončnega sevanja pomenijo prehod iz optimalnih (ca. 0.5 h direktnega sevanja poleti) v neugodne razmere za pomlajevanje (več kot 1.5 h).

Do podobnih rezultatov pridemo tudi, če primerjamo uspešnost pomlajevanja tako, da prostorsko označimo ploskvice z večjim ali enakim številom klic, nasemenitve in mladja od zgornjega kvartila (prim. pogl. 3.1.2).

8.4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Po delnem semenskem obrodu smreke leta 1996, se je v vseh proučevanih stratumih raziskovalne ploskve Šijec (sklenjen sestoj, mala vrzel, srednja vrzel) z izjemo poseke, razvilo zadostno število klic za zagotovitev naravnega pomlajevanja. Rezultati raziskave, opazovanja na terenu ter primerjava z drugimi avtorji potrjujejo hipotezo, da število klic oz. semena ni omejujoči dejavnik za naravno pomlajevanje smreke na proučevanem rastišču.

Večja poseka pomeni kratkoročno zaostritev ekoloških razmer za razvoj smrekovega mladja. Število klic je veliko manjše kot v ostalih stratumih. Vzorčili smo v jugovzhodnem delu poseke, kjer sta bila humusni horizont in mineralni del tal zaradi sečnje dobro premešana. Od tega dela poseke robna drevesa niti niso najbolj oddaljena. Glede na ugotovitve Veltsistasa (1980), Hoenadla (1981) in Diacija (1997) o transportu smrekovega semena zato upravičeno domnevamo, da je glavni vzrok za neuspeh kalitve bolj v močnemu osončenju kot v pomanjkanju semena. Tudi višinski prirastki nasemenitve in mladja na poseki v prvem letu po sečnji nakazujejo le minimalno povečanje. Kljub temu ocenjujemo, da je za pomladitev poseke velikega pomena nasemenitev, ki je bila prisotna že pred posegom, saj bosta kalitev in nasemenitev še nekaj časa moteni. Vsekakor rezultati nakazujejo, da se je pri normalnem gospodarjenju na proučevanem rastišču smiselno izogibati premočnih sečenj, še zlasti na izpostavljenih grebenskih legah.

Iz analize uspešnosti pomlajevanja v srednji vrzeli je razvidno, da nekatera mikrorastišča ostajajo trajno nepomlajena (14% vzorčene površine). Z določenim deležem nepomlajenih površin moramo v visokogorskih gozdovih računati, saj imajo

lahko pomembne funkcije kot npr. sprejemanje odvečnega snega, prepuščanje sončnega sevanja, preskrba s hranili itn.

Rezultati raziskave in opazovanja na terenu kažejo, da se pod sklenjenim sestojem in v manjših sestojnih vrzeli (3 a) smreka sicer obilno nasemeni, po devetih do desetih letih životarjenja (pregl. 9) velika večina mladja v skromnih svetlobnih razmerah propade (z izjemo JV - bolj ocenskih leg v mali vrzeli). Glede na opazovanja na terenu in ugotovitve Hohenadla (1981) ter Diacija (1997) domnevamo, da je največji izpad klic že pred prvo zimo. Klice zaradi pomanjkanja svetlobe ne olesenijo popolnoma in so bolj občutljive na biotske in abiotske motnje. Selekcija klic se nadaljuje preko zime in predvsem spomladi, ko veliko mladice propade zaradi glivičnih okužb. Poleg nezadostnih svetlobnih razmer v mali vrzeli na mortaliteto klic pomembno vpliva tudi stres zaradi suše na soncu bolj izpostavljenih legah.

Rezultati naše raziskave nakazujejo, da na proučevanem rastišču majhna vrzel sicer ustvari primerne ekološke razmere za kalitev smreke, vendar le delno za nasemenitev. Najpomembnejša razloga sta verjetno pomanjkanje difuznega sončnega sevanja in stres zaradi suše. Pri prvem je potrebno računati tudi na zgostitev krošenj robnih dreves. Po več letih sukcesijskega razvoja vegetacije in razvoja tal v majhni vrzeli veliko mikrorastišč ni več primernih za kalitev smreke.

Glede na uspešen razvoj nasemenitve in mladja v srednji vrzeli menimo, da so majhne vrzeli sicer primerne za začetek pomlajevanja, vendar od pogoju, da jih lahko po uspešni nasemenitvi (2-3 letih) sukcesivno povečujemo. V primeru manjše pogostosti sečenj pa menimo, da je bolj smiselno pričeti pomlajevanje z večjimi vrzelmi (5 a). Pri tem je potrebno poudariti, da se srednja in mala vrzel v naši raziskavi ne nahajata v mraziščni depresiji. Optimalna velikost vrzeli za pomlajevanje smreke je v depresiji verjetno večja. Pri velikosti vrzeli je potrebo vsekakor upoštevati tudi gostoto okoliškega sestoja.

Parametri uspešnosti pomlajevanja (gostota pomladka smreke različnih razvojnih faz, srednje vrednosti dominantnih osebkov na ploskvicah) so v mali vrzeli ter delno tudi pod sestojem v negativni odvisnosti z direktnim sevanjem in v pozitivni z difuznim sevanjem. Naši rezultati nakazujejo, da je lahko direktno sevanje, tako pod zastorom kot tudi v mali vrzeli, neugodno za razvoj mladja, medtem ko je difuzno sevanje zelo pomembno. Domnevi veljata samo za podobne rastiščne razmere kot smo jih proučevali (podobna n.m.v., rahle vzpetinice v depresiji) in za podoben mikrorelief. Posebna previdnost pri interpretaciji rezultatov je potreba v primeru drugačnega mikroreliefa in ekspozicije v najbolj osončenem predelu vrzeli. V primeru nagiba mikroreliefa v najbolj osončenem delu vrzeli proti severu je lahko tudi daljše direktno sevanje ugodno.

Poleg mikroreliefa verjetno tudi lega stratumov na rahli vzpetinici vpliva na manj skrajnostne rastiščne razmere naših objektov v primerjavi s švicarskimi (Imbeck & Ott,

1987, Frehner, 1989, Brang, 1996a, 1996b). Vpliv direktnega sevanja je zato potrebno proučiti še v izrazitih mraziščnih legah Pokljuke.

Večja uspešnosti pomlajevanja ob robovih srednje vrzeli in v središčnih položajih male vrzeli zopet potrjuje hipotezo o pomanjkanju difuznega sevanja v kombinaciji z neugodnimi vlažnostnimi razmerami za pomlajevanje v mali vrzeli. Iz analize uspešnosti pomlajevanja po položajih je razvidna tudi neprimernost soncu bolj izpostavljenih severnih, severozahodnih, zahodnih in jogozahodnih leg v mali vrzeli ter delno tudi v srednji vrzeli. Te lege prejmejo veliko direktnega sevanja v vegetacijski sezoni, kar dodatno zastruje vlažnostne razmere v zgornji plasti humusa. Domnevo potrjuje tudi negativna odvisnost parametrov uspešnosti pomlajevanja z direktnim sevanjem. Poleg tega smo pri analizi kopnenja snežne odeje spomladi opazili, da so mesta v mali vrzeli, kjer najdlje časa preleži sneg najugodnejša za pomlajevanje smreke.

Omenjena ugotovitev jasno nakazuje najbolj obetajočo smer bodoče širitve pomladitvenih jeder tako v mali kot v srednji vrzeli. Zaradi občutljivosti pomladka smreke na sušo je smiselna širitev jeder prevsem v smereh jug, jugovzhod in vzhod.

Z raziskavo nismo uspeli potrditi domneve o povezavi med razvojno težnjo osebkov in razmerjem med vršnim in stranskimi prirastki. Prav tako ostaja nepojasnen vzrok odklona večje uspešnosti pomlajevanja proti vzhodnem robu vrzeli. S popoldanskim soncem dobiva ravno vzhodni rob vrzeli isto sevanje kot zahodni rob dopoldan, vendar ob višjih temperaturah zraka in tal, kar je z vidika izsušitve tal lahko manj ugodno. Domnevno bi lahko odklon v mali vrzeli povročila že omenjena depresija, kjer preleži sneg dlje časa.

Vse ugotovitve so izrazito preliminarne narave in veljajo le za proučevani objekt. Rezultati nimajo širše statistične vrednosti, saj smo iz vsakega stratuma proučevali le po eno kategorijo. Ob previdni uporabi pa lahko rezultati raziskave preprečijo marsikatero napako pri odkazilu ter praktika hkrati spodbujajo k samostojnem opazovanju in preverjanju zgoraj nanizanih ugotovitev.

8.5. VIRI

1. Brang, P. (1996a). Ansamungsgunst und Verteilung der Direktstrahlung in schlitzförmigen Bestandesöffnungen zwischenalpiner Fichtenwälder. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 1996, 761-784.
2. Brang, P. (1996b). Experimentelle Untersuchungen zur Ansamungsökologie der Fichte im zwischenalpinen Gebirgswald. Diss. ETH Zürich Nr. 11243, Beih. Nr. 77 Schweiz. Z. Fortswes. 375 s.
3. Diaci, J. (1997). Experimentelle Felduntersuchungen zur Naturverjüngung künstlicher Fichtenwälder auf Tannen - Buchenwaldstandorten (Homogyno sylvestris-Fagetum) in den Savinja - Alpen (Slowenien) mit besonderer Berücksichtigung der Ansamungsphase und unter dem Einfluss der Faktoren Licht, Vegetation, Humus und Kleinsäuger. Diss. ETH Zürich Nr. 11357, Beih. Nr. 80 Schweiz. Z. Fortswes. 197 s.

4. Frehner, M. (1989). Beobachtungen zur Einleitung der Naturverjüngung an einem nordexponierten Steilhang im subalpinen Fichtenwald. *Schweiz. Z. Forstwes.* **140**, 1013-1022.
5. Hohenadl, W. (1981). Untersuchungen zur natürlichen Verjüngung des Bergmischwaldes. *Diss. Universität München*, 181 s., München.
6. Horvat - Marolt, S. (1967). Pomlajevanje na pohorskih posekah in konkurenčne razmere v koreninskem prostoru. *GozdV* **25**, 1-14.
7. Horvat - Marolt, S. (1984). Kakovost smrekovega mladja v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih Alp. *Zb. gozdarstva in lesarstva* **24**, 5-64.
8. Imbeck, H. & Ott, E. (1987). Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der Schneeablagerung. *Mitteilungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung Nr. 42*, s. 202.
9. Košir, J. (1992). Gozd in njegove funkcije v gorskem svetu. V *Gorski svet - varstvo in razvoj* (ed. M. Močivnik), s. 21-56. ZDIT GLS - Gozdarska založba, Bled.
10. Lüscher, F. (1990). Untersuchungen zur Höhenentwicklung der Fichtennaturverjüngung im inneralpinen Gebirgswald. *Diss. ETH Nr. 8879*, 83 s. Professur für Waldbau der ETH-Zürich, Zürich.
11. Mlinšek, D. & Marenče, J. (1982). Natürlicher Fichtenjungwald als Lernobjekt bei der Gründung und Behandlung von Fichtenbeständen. - Oslo, *Tidsskrift for Skogbruk, Spezialnummer*, **90**, H.1, s. 130-138.
12. Mlinšek, D. (1966). Gozdnogojitveni problemi in naloge v gorskih smrekovih gozdovih. *Gozdarski vestnik* **24** (9-10), 257-269.
13. Mosandl, R. & Kateb, H. e. (1988). Die Verjüngung gemischter Bergwälder-Praktische Konsequenzen aus 10jährigen Untersuchungsarbeit. *Forstw. Cbl.* **107**, 2-13.
14. Mosandl, R. (1984). Löcherhiebe im Bermischwald. Ein waldökologischer Beitrag zur Femelschlagverjüngung in den Chiemgauer Alpen. *Forstl. Forschungsber. München* **317** s.
15. Mosandl, R. (1991). Die Steuerung von Waldökosystemen mit waldbaulichen Mitteln-dargestellt am Beispiel des Bergmischwaldes. V *46. Heft*, 231 s, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
16. Moser, O. (1965). Untersuchungen über die Abhängigkeit der natürlichen Verjüngung der Fichte vom Standort. *Cbl. ges. Forstwesen* **82**, 18-55.
17. Ott, E. (1989). Verjüngungsprobleme in hochstaudenreichen Gebirgswäldern. *Schweiz. Z. Forstwes.* **140**, 23-42.
18. Ott, E., Frehner, M., Frey, H.-U. & Lüscher, P. (1997). Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Verlag Paul Haupt, Bern; Stuttgart; Wien.
19. Ott, E., Lüscher, F., Frehner, M. & Brang, P. (1991). Verjüngungsökologische Besonderheiten im Gebirgsfichtenwald im Vergleich zur Bergwaldstufe. *Schweiz. Z. Forstwes.* **142**, 879-904.
20. Robič, D., Vilhar, U. & Kraigher, H. (1998). Gozdnogojitveni vidiki kompeticije v rizosferi zatavljenega antropogenega altimontanskega smrekovja. V *Gorski gozd* (ed. J. Diaci), s. 255-268. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Logarska dolina.
21. Rupel, M. (1997). Skice kopnenja snega pozimi 1996/1997 v mali sestojni vrzeli na trajni raziskovalni ploskvi Šijec na Pokljuki. *Mscr.*, 10 s.
22. Rupel, M. (1998). Ustno sporočilo.
23. Schönenberger, W., Frey, W. & Leuenberger, F. (1990). Ökologie und Technik der Aufforstung im Gebirge. Anregungen für die Praxis. *Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Berichte Nr. 325*, 58 s.
24. Siminčič, P., Smolej, I., Rupel, M., Urbančič, M., Kalan, P., Kraigher, H. (1998). Kročenje hranil in pestrost ektomikorize v smrekovem gozdu na Pokljuki. V *Gorski gozd* (ed. J. Diaci), s. 207-221. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana.
25. Strobel, Th. (1979). Schneeinterzeption in Fichtenbeständen in den Voralpen des Kantons Schwyz. *Proc. IUFRO-Sem. "Mountain Forests and Avalanches"*, Davos, Sept. 1978, 63-79.
26. Šolar, M. (1998). Upravljanje z gozdom in vloga gozda v zavarovanem območju Triglavskega narodnega parka - gozdarski in naravovarstveni interesi. V *Gorski gozd* (ed. J. Diaci), s. 425-434. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana.
27. Tonne, F. (1954a). Better building by insolation and daylight studies.- Karl Hofmann Schorndorf, Stuttgart, 38 s.
28. Tonne, F. (1954b). Besser bauen mit Besonnungs- und tageslicht-Planung. Abbildungen und Kurvenblätter.- Karl Hofmann Schorndorf, Stuttgart, 26 s.

29. Urbančič, M. & Kutnar, L. (1996). Odsev rastiščnih dejavnikov v rastlinski sestavi poključkega subalpskega smrekovega gozda na stalni raziskovalni ploskvi pri barju Šijec. *GozdV* 55 (1), s. 2-23.
30. Urbančič, M. & Kutnar, L. (1998). Pestrost talnih razmer in pritalne vegetacije gozdov na morenah Poključke planote. V: *Gorski gozd* (ed. J. Diaci), s. 223-242. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Logarska dolina.
31. Veltsistas, T. (1980). Untersuchungen über die natürliche Verjüngung im Bergmischwald. Die Fruktifikation 1976/1977 und 1977/78 auf Versuchsflächen im Forstamt Ruhpolding. *Diss. Uni. München*, s. 130.

9 ZAKLJUČKI, APLIKACIJE IN PERSPEKTIVE RAZISKAV

Hojka KRAIGHER, Primož SIMONČIČ, Jurij DIACI,

- berajo
- metod
- per.

PRILOGA 1: OBJAVE V OKVIRU PROJEKTA 'RIZOSFERA'

OBJAVLJENI ČLANKI V ZNANSTVENIH REVIJAH

1. AL SAYEGH PETKOVŠEK, S., 1997. Mikorizni potencial dveh različno onesnaženih gozdnih rastišč v imisijskem območju Termoelektrarne Šoštanj. - Zbornik gozdarstva in lesarstva 52, 323 - 350. (delno v ta projekt)
2. JURC, M., JURC, D., GOGALA, N., SIMONČIČ, P., 1996. Air Pollution and Fungal Endophytes in Needles of Austrian pine. - *Phyton* 36 (3) s. 111-114.
3. KALAN, P. / KOŠMELJ, K., 1996. Evaluation of Forest Soil Sampling Procedure. - *Mitteilungen der Österr. Bodenk. Gesell.* 54. s.93-103.
4. KRAIGHER H, BATIČ F, AGERER R (1996) Types of ectomycorrhizae and mycobioindication of forest site pollution. - *Phyton (Horn, Austria)* 36 (3) 115 - 120.
5. KRAIGHER H, HANKE DE (1996) Cytokinins in Norway spruce seedlings and forest soil pollution. - *Phyton (Horn, Austria)* 36 (3) 57 - 60.
6. KRAIGHER, H., 1997. Mikobioindikacija onesnaženosti dveh gozdnih rastišč. - Zbornik gozdarstva in lesarstva 52, s. 279 - 322. (delno v ta projekt)
7. LEBEZ LOZEJ J./ URBANČIČ, M., 1998. Tla in talna mezofavna v travniških in gozdnih ekosistemih na komenskem krasu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 55, Ljubljana, S. 5 - 27.
8. MITROVIČ, B. / MILAČIČ, R. / PIHLAR, B. / SIMONČIČ, P., 1998. Speciation of trace amounts of aluminium in environmental samples by cation-exchange FPLC - ETAAS. ANALYSIS, v tisku, objavljen bo v decembru 1998).
9. SMOLEJ, I., 1997. Možnosti za celostni monitoring učinkov onesnaženega zraka na ekosisteme v Sloveniji. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 53, s. 49 - 70.
10. SMOLEJ, I., KUTNAR, L., URBANČIČ, M. 1996: Izbor in priprava predela za celostni monitoring vplivov onesnaženega zraka na ekosisteme v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva 49, str. 161 - 186
11. STOLIČ, Z. / BATIČ, F. / KALAN, P. / NEMEC, M. / SCHARA, M., 1998. Ocena poškodovanosti dreves z elektronsko paramagnetno resonanco Mn[sup]2+ ionov. - Zb. gozd. lesar., vol. 55, str. 97-112.

OBJAVLJENI ČLANKI V STROKOVNIH REVIJAH

1. URBANČIČ, M. / KUTNAR, L., 1997. Odsev rastiščnih dejavnikov v rastlinski sestavi poključkega subalpskega smrekovega gozda na stalni raziskovalni ploskvi pri barju "Šijec". - *Gozdarski vestnik*, Vol.55, št.1, Ljubljana. Str. 2-23; Ref. 18

IZDANE MONOGRAFIJE IN DRUGA GRADIVA Z RECENZIJO

1. KRAIGHER, H. (Ur.) 1998. Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda (L4-7402-1996/98). Elaborat. GIS, Ljubljana, 196 s., 15 prilog.

OBJAVLJENI PRISPEVKI IZ ZNANSTVENIH KONFERENC IN SESTANKOV, GOSTOVANJA V TUJINI

2. AL SAYEGH PETKOVŠEK, S. / KRAIGHER, H., 1998. Black types of ectomycorrhizae of six months old Norway spruce seedlings. - V: 2. Slovenski simpozij o rastlinski fiziologiji, Knjiga povzetkov, *Gozd Martuljk*, 30. september - 2. oktober 1998, Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije, Ljubljana, s. 135.
3. DIACI, J. (1998): Primerjava zgradbe in razvoja naravnega bukovega gozda in nadomestnega gozda macesna in smreke ob zgornji gozdni meji v Savinjskih Alpah. Zbornik posvetovanja *Gorski gozd*, BF, Oddelek za gozdarstvo.
4. DIACI, Jurij. Pomen protokola in njegovo udejanjanje v Sloveniji. V: *KOLAR-PLANINŠIČ, Vesna (ur.). Alpska konvencija v Sloveniji*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, 1997, str. 66-68.
5. DIACI, Jurij. The importance of the mountain forest protocol and its implementation in Slovenia. V: *KOLAR-PLANINŠIČ, Vesna (ur.). Alpine convention in Slovenia*. Ljubljana: Ministry of the Environment and Physical Planning, 1998, str. 66-68.

6. GRECS, Z. / KRAIGHER, H., 1997. Interakcije v mikorizosferi in komplementarnost naravne obnove in obnove s sadnjo ali setvijo. - V: Znanje za gozd. Spominski zbornik ob 50-letnici GIS, Ljubljana, s. 297-308.
7. KALAN, J. / KALAN, P., 1997. Razvoj in pomen pedološkega laboratorija na gozdarskem inštitutu Slovenije. - Znanje za gozd. Zbornik ob 50. letnici GIS, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, s. 55-60
8. KALAN, P. / KOŠMELJ, K., 1997. Statistical evaluation of forest soil sampling. - 10th Int. Symp. Spectroscopy in Theory and Practice, Bled, 14-17 April 1997, Slovenian Chemical Society, Spectroscopic Section, Ljubljana, p. L-21.
9. KALAN, P., 1997. Raziskave gozdnih ekosistemov. - V: Slovenski kemijski dnevi 1997. Zbornik referatov, Univerza v Mariboru, s. xxx
10. KALAN, Polona, KOŠMELJ, Katarina, CEDILNIK, Anton. 1998. Application of composite sample design to soil science study. - V: FARINA, Almo (ur.), KENNEDY, Jeff (ur.), BOSSU, Veronica (ur.). Proceedings of the VII International Congress of Ecology, 19 - 25 July 1998, Firenze - Italy.
11. KALAN, Polona, KOŠMELJ, Katarina. 1998. Optimal allocation for composite sample design - univariate approach. V: MRVAR, Andrej (ur.), FERLIGOJ, Anuška (ur.). International conference on methodology and statistics, September 7 - 9, 1998, Hotel Bor and Castle Hrib, Preddvor, Slovenia : abstracts. Ljubljana: Center of Methodology and Informatics, Institute of Social Sciences at Faculty of Social Sciences University of Ljubljana, str. 32-33.
12. KALAN, P., 1997. Združeni laboratorijski vzorci tal. - V: Znanje za gozd. Spominski zbornik ob 50. letnici GIS, GIS, Ljubljana, s. 467.
13. KOŠMELJ, K. / KALAN, P. / CEDILNIK, A., 1997. The optimal composite sample design and its application. - International Conference on Applied Statistics, Preddvor, September 15-17, 1997, Faculty of Social Sciences, Ljubljana, p. 28-30.
14. KOVAČ, M., SMOLEJ, I., ŠUBIC, A. 1996. Poročilo popisa propadanja gozdov '95. V: Zbornik povzetkov referatov 2. slovenskega festivala znanosti, Ljubljana, 4.-6.oktober 1995. SZF, s. 40.
15. KRAIGHER, H. / TROŠT, T. / VILHAR, U., 1998. Diversity of ectomycorrhizae in alpinemontane Norway spruce forest in Slovenia.- V: ICOM 2, 5 - 10 julij 1998 Uppsala Švedska, Programme and Abstracts, SLU Uppsala, s. 101.
16. RIBARIČ LASNIK C. / VRTAČNIK, J., 1998. Raziskave, monitoringi in izobraževanje pri uvajanju okoljskih standardov na primeru Termoelektrarne Šoštanj. - V: Sistemi kakovosti - pot v evropsko unijo, Zbornik 2. regionalnega posveta, Maribor, 27. Nov. 1998, s. 80-86.
17. RIBARIČ LASNIK, C. / BATIČ, F., 1997. Biomonitoring of forest ecosystem on the basis of the biochemical norway spruce needles analysis after reduction of SO₂ emission of the Thermal Power Plant Šoštanj. - Abstracts. Proceeding of the 1st International Symposium Sanation of the Thermo-Power Plants. Rogaška Slatina, Maj 28-30, 1997, pp. 238. (delno v ta projekt)
18. RIBARIČ LASNIK, C., 1997. VPLIV ZRAČNIH ONESNAŽEVALCEV NA RASTLINE. Zbornik referatov. "Gozd, drevo in mesto..", maj 1997, Celje, pp.95-101.
19. ROBIČ, D. / VILHAR, U. / KRAIGHER, H., 1998. Gozdnogojitveni vidiki kompeticije v rizosferi zatavljenega antropogenega altimontanskega smrekovja. - V: Gorski gozd. Zbornik referatov ob XIX. gozdarskih študijskih dnevih, Logarska dolina, pp. 255-268.
20. SIMONČIČ, P. / SMOLEJ, I. / RUPEL, M. / URBANČIČ, M. / KALAN, P. / KRAIGHER, H. 1998. Kroženje hranil in pestrost mikorize v smrekovem gozdu na Pokljuki.- V: Gorski gozd (Diaci, J. ured.), referat, XIX. Gozdarski študijski dnevi 26.-27. marec 1998, Logarska dolina, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana.
21. SIMONČIČ, P. / SMOLEJ, I., 1997. Ekosistemske raziskave na Gozdarskem inštitutu Slovenije.- V: Znanje za gozd. Spominski zbornik ob 50. letnici Gozdarskega inštituta Slovenije, GIS, Ljubljana, s. 81 - 92.
22. SIMONČIČ, P., SMOLEJ, I., RUPEL, M., URBANČIČ, M., KALAN, P., KRAIGHER, H. 1998. Kroženje hranil in pestrost mikorize v smrekovem gozdu na Pokljuki.- V: Gorski gozd (Diaci, J. ured.), Zbornik referatov, XIX. Gozdarski študijski dnevi 26. - 27. marec 1998, Logarska dolina, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, s. 207 - 221.
23. TROŠT, T. / AGERER, R. / URBANČIČ, M. / KRAIGHER, H., 1998. Biodiversity of ectomycorrhizae in an optimal-phase Norway spruce stand on Pokljuka. - V: COST E6 TREEPHYSIOLOGY Workshop, Programme & Abstracts, Oberurgl, 10-14 September, 1998, p. 37.
24. TROŠT, T. / KRAIGHER, H., 1998. Biodiversity of ectomycorrhizae in an optimal-phase Norway spruce stand on Pokljuka. - V: 2. Slovenski simpozij o rastlinski fiziologiji, Knjiga povzetkov, Gozd Martuljk, 30. september - 2. oktober 1998, Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije, Ljubljana, s. 133.
25. URBANČIČ, M., KUTNAR, L., 1998: Pestrost talnih razmer in pritalne vegetacije gozdov na morenah pokljuške planote. V: Zbornik referatov XIX. Gozdarski študijski dnevi "Gorski gozd", Logarska dolina, marec 1998, s. 223 - 241

26. URBANČIČ, M., KUTNAR, L., 1998: Pestrost talnih razmer in pritalne vegetacije gozdov na morenah poključke planote. V: Zbornik referatov XIX. Gozdarski študijski dnevi »Gorski gozd«, Logarska dolina, marec 1998, s. 223 – 241.
27. VILHAR, U. / KRAIGHER, H., 1998. Types of ectomycorrhizae on Pohorje. - V: 2. Slovenski simpozij o rastlinski fiziologiji, Knjiga povzetkov, Gozd Martuljk, 30. september – 2. oktober 1998, Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije, Ljubljana, s. 132.

OSTALO (EKSPERTIZE, NEPUBLICIRANI NASTOPI, POSTERJI, ...)

1. BATIČ, F. / KRAIGHER, H./ SIMONČIČ, P. 1998. Rezultati raziskav poškodovanosti gozdov na Pokljuki – terenska predstavitev. Zasedanje delovne skupine Alpe – Jadran, Propadanje gozdov in onesnaženost zraka, GIS, Ljubljana, 16. in 17.6. 1998.
2. BERIČNIK VRBOVŠEK J. (1998): Vpliv Termoelektrom Šoštanj In Trbovlje na izotopsko sestavo žvepla v iglicah smreke in gozdni zemlji. - ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave, februar 1998, ERICo Velenje DP-260/98.
3. BERIČNIK VRBOVŠEK, J., 1997. Vpliv onesnaževanja z SO₂ na izotopsko sestavo žvepla v iglicah smreke. - Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo. Ljubljana, 1997.
4. KALAN, P., 1997. Izvidi laboratorijskih analiz ERICo Velenje - analiza žvepla v smrekovih iglicah. - Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 1 s.
5. KRAIGHER, H. / JANŠA, J., 1997. Gozdna biologija. - 50-letnica GIS, Ljubljana, Razstava.
6. KRAIGHER, H. / SIMONČIČ, P., 1997. Predstavitev projekta 'Rizosfera'. V: Gozdna tla - temeljna sestavina gozdnega ekosistema. Zavod za gozdove Slovenije, Poljče - Pokljuka - Ljubno, 25. - 26. september 1997, Polikopija. - Ljubljana, GIS, izvleček, 1 s.+ predstavitev na terenu.
7. KRAIGHER, H., 1997. Biologija tal. - V: Gozdna tla - temeljna sestavina gozdnega ekosistema. Zavod za gozdove Slovenije, 25. - 26. September 1997, Poljče - Pokljuka - Ljubno, Polikopija. - Ljubljana, GIS, izvleček, 1 s. + predavanje.
8. KRAIGHER, H., 1997. Botanika s fiziologijo: Gradiva za kurz iz fiziologije gozdnega drevja (Visokošolski študij gozdarstva). - Ljubljana, GIS in BF, 60 str. + priloge.
9. KRAIGHER, H., 1997. Mikobioindikacija onesnaženosti gozdnih rastišč na imisijskem območju TEŠ. - V: Proc. of the 1st Intern. Symposium on Sanation of the Thermo-Power Plants. Rogaška Slatina, Maj 28-30 1997, s. 222 - 223.
10. KRAIGHER, H., 1997. Mikoriza in interakcije v mikorizosferi. - 50-letnica GIS, Ljubljana, Razstava / poster.
11. KRAIGHER, H., et al., 1997. Javna predstavitev projektov, ki se nanašajo na monitoring in propadanje gozdov - procesne študije. - Predstavitev projektov: TNP, Gozdna tla in rizosfera, Stres in bioindikacija, 12.01.1996, GIS, Ljubljana, tipkopis, 12 s.
12. RIBARIČ LASNIK, C. / BATIČ, F. / DEJANOVIČ, B., 1997. Forest ecosystem stress determination on the basis of the biochemical norway spruce needle analysis after reduction of SO₂ emission of the Thermal Power Plant Šoštanj. - COST Action E6 EUROSILVA, 4-7 September, 1997, Saariselka, Finland. Abstracts, poster.
13. RIBARIČ-LASNIK, C. / BATIČ, F. / DEJANOVIČ, B. / SIMONČIČ, P., 1997. The change of condition of norway spruce forests after the instalation of cleaning devices on the Thermal Power Plant Šoštanj, Slovenia. - "Krušne hory 1997 workshop" 15.-18. Sept. 1997, poster.
14. SIMONČIČ, P. / BATIČ, F., 1998. Predstavitev raziskav na Prednjem vrhu pri Zavodnjah. ICP Forest mednarodna delavnica za ocenjevanje osutosti drevja. GIS, Ljubljana, .
15. SIMONČIČ, P. / KRAIGHER, H., 1997. Nutrient cycling and types of ectomycorrhizae in a high montane Norway spruce forest.- V: COST E6 EUROSILVA, 4-7 Sept. 1997, Saariselka, Finland, Abstracts. Predavanje.
16. SIMONČIČ, P. / RIBARIČ-LASNIK, C., 1998. Nutrition status of spruce in the area influenced by thermal power plant, poster session. EFI, ECOFOR, IUFRO section 4.01.08, INRA Champenoux; International Seminar on Causes and consequences of accelerating tree growth in Europe, 17-19. May 1988, Nancy, France.
17. SMOLEJ, I. 1996. Gozd - zelena odeja Slovenije. Adria Airways In-Flight Magazine, št.2, s. 50-58.
18. SMOLEJ, I. 1996. Po gozdovih zdravilišča Rogaška Slatina. GEA, VI, 5, s.50-51.
19. SMOLEJ, I. 1996. Pojdimo na gozdno učno pot. GEA, VI, 5, s. 35-36.
20. SMOLEJ, I. 1996. Poključka soteska. GEA, VI, 7, s.8-9.
21. SMOLEJ, I. 1998. Spremljanje stanja (monitoring) gozdnih ekosistemov.- Plakat na sejmu Tehnika za okolje, Ljubljana, 16.-20.10.1998.
22. SMOLEJ, I., RUPEL, M. 1998. Intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov.- Plakat na sejmu Tehnika za okolje, Ljubljana, 16.-20.10.1998.

23. URBANČIČ, M., 1997. Morfološke in kemične lastnosti tal na objektih za raziskave talne mezofavne travišč in gozdov Komenskega krasa. Ekspertiza. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana. 9 str.

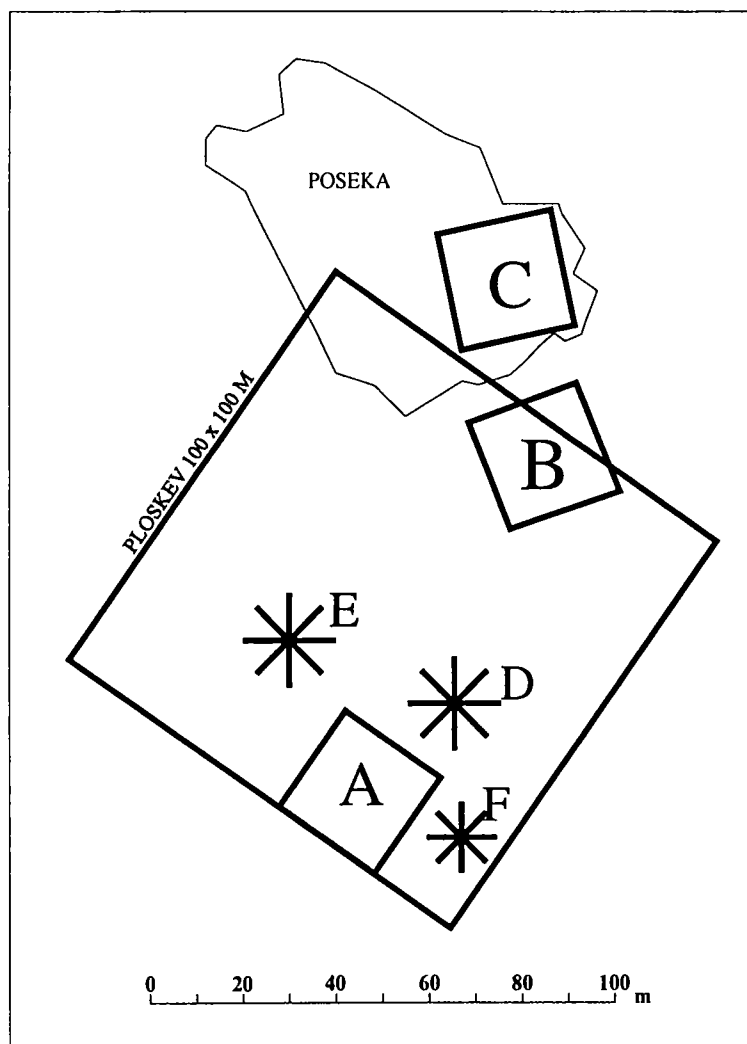
STROKOVNA IN ZNANSTVENA DOMAČA IN MEDNARODNA DEJAVNOST

- člani Task Force v Mednarodnem programu sodelovanja Celostni monitoring ekosistemov (ICP Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems)
- javna predstavitev projektov s področja procesnih študij gozdnih ekosistemov
- recenzije več člankov za Zbornik gozdarstva in lesarstva
- sodelovanje v uredniškem odboru revije Zbornik gozdarstva in lesarstva in v Komisiji za tisk GIS
- sodelovanje/vodstvo v Znanstvenem svetu GIS in komisijah ZS GIS
- člani več komisij MKGP in MOP, eksperti za analize rastlinskih tkiv in talnih vzorcev MOP
- mentorstva pri diplomskih nalogah (2 v teku) in magisterijih (2 zaključena v l. 1997)
- predavanja za visokošolce gozdarstva, predavanja in konzultacije na podiplomskih študijih BF
- organizacija tečaja iz taksonomije gliv na Pokljuki za študente LMU, München in BF, Ljubljana

Seznam prilog

- Raziskovalne ploskve pri Šijcu na Pokljuki
- Projekcije krošenj na raziskovalnih ploskvah (25 x 25 m)
- Oprema raziskovalne ploskve – ploskev C na Pokljuki
- Horizontoskopske slike prostega neba v sredini posameznih stratumov

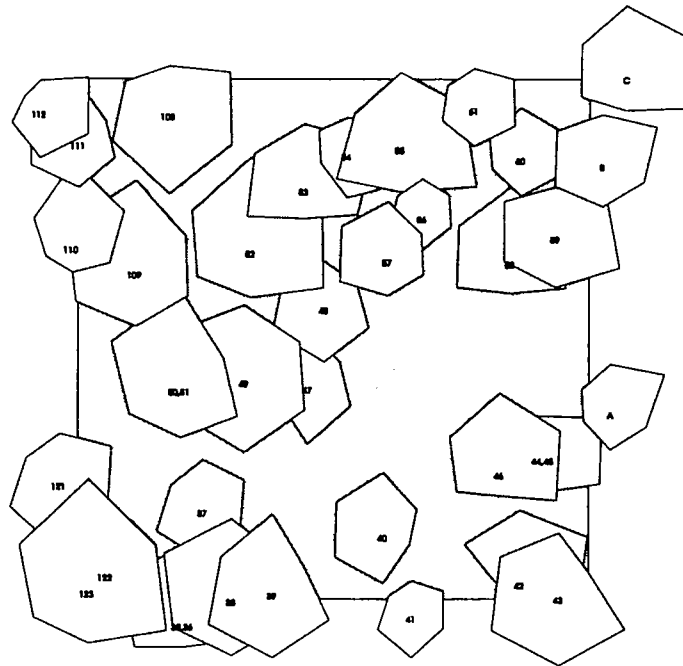
Raziskovalne ploskve pri Šijcu na Pokljuki



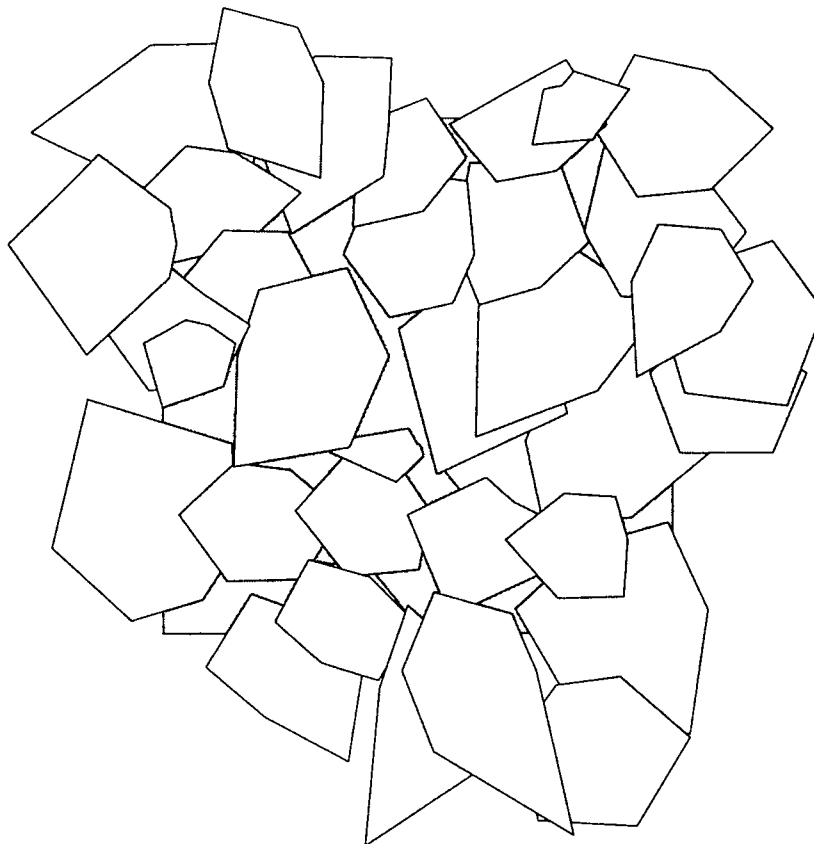
LEGENDA:

- A - ploskev 25 x 25 m v sklenjenem sestoju
- B - ploskev 25 x 25 m s pomladitvenim jedrom (gošča)
- C - ploskev na poseki
- D - mala sestojna vrzel
- E - srednja sestojna vrzel
- F - sklenjeni sestoj

Projekcije krošenj na raziskovalnih ploskvah (25 x 25 m)

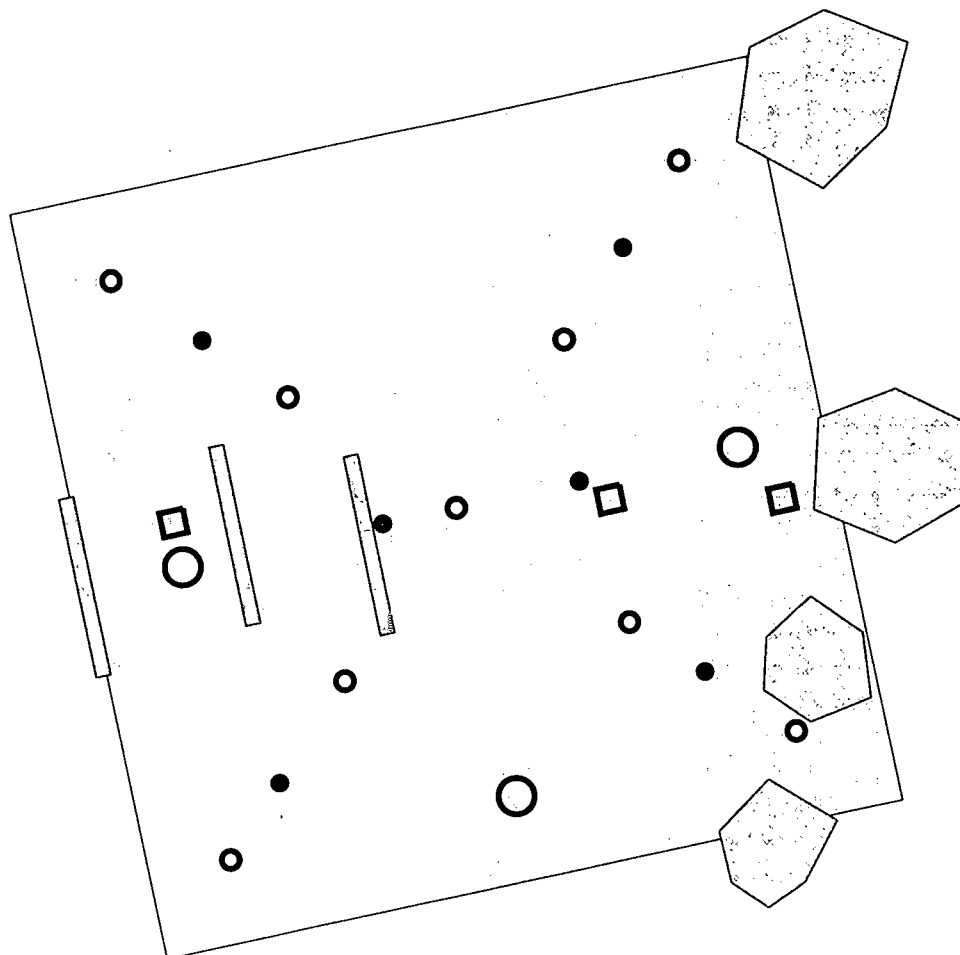


Pokljuka - ploskev A



Kočevska Reka - ploskev Preža

Oprema raziskovalne ploskve - ploskev C na Pokljuki



LEGENDA

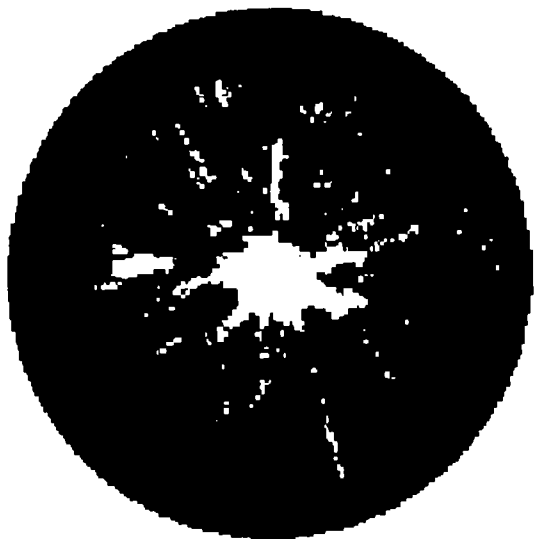
- vzorčnik za dež
- vzorčnik za sneg

○ koš za opad

□ lizimeter

▬ posajene sadike za proučevanje mikorize

Horizontoskopske slike prostega neba v sredini posameznih stratumov



Mala sestojna vrzel (stratum D)



Srednja sestojna vrzel (stratum E)



Sklenjeni sestoj (stratum F)



Poseka (stratum G)