

GDK m K. b. gley # delin

nyul

Q-375/1



e 375/1/1989

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani

Hojka KRAIGHEF

RAZISKAVE MINERALNE PREHRANE PRI SMREKI S POSEBNIM  
OZIROM NA MIKORIZO IN VPLIVE ONESNAŽENIH PADAVIN

Raziskovalna naloga

Ljubljana, 1989

Nosilec naloge: Dr.Janez Božič, dipl.inž.goz., zn.svetnik,  
Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri  
BF v Ljubljani

Nalogo izdelala: Hojka Kraigher, dipl.biol.,dipl.inž.goz.,  
asistentka, Inštitut za gozdno in lesno  
gospodarstvo pri BF v Ljubljani

Sodelavci: Doc.dr.Franc Batič, IGLG  
Mag.Dušan Jurc, IGLG  
Mag.Aleksander Golob, IGLG  
Janko Kalan, dipl.inž., IGLG  
Vid Mikulič, dipl.inž., IGLG  
Ivan Smole, dipl.inž., IGLG  
Mihej Urbančič, dipl.inž., IGLG  
Dr.Marjan Zupančič, IGLG

Dr.Marko Accetto, SAZU  
Mirko Cehner, dipl.inž., Gozd. Dravograd  
Prof.dr.Kazimir Drašlar, Biološki odd. BF  
Prof.dr.Nada Gogala, Biološki odd. BF  
Stana Hočevar, prof., Bičevje 7, Lj.  
Prof.dr.Franc Lcbnik, Agronomski odd. BF  
Andrej Piltaver, dipl.inž., Iskra Avt.  
Doc.dr.Franci Pchleven, Lesarski odd. BF  
Tone Pridigar, dipl.inž., Gozd. Radlje  
Prof.dr.Janez Titovšek, Gozdarski oddelek BF

Tehnični in drugi sodelavci: Marija Klemenc, Hudi kot 89, Ribnica  
na Pohorju;  
Breda Kregar, Jolanda Jakončič, Jana Janša,  
IGLG  
Vera Omerza, Janez Rus, Agronomski odd. BF  
Mojca Godek, Biološki odd. BF  
Sodelavci TOZD Gozdarstvo Radlje



## Zahvala

Naloga Raziskave mineralne prehrane pri smreki s posebnim ozirom na mikorizo in vplive onesnaženih padavin, sestavni del rednega raziskovalnega dela na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo pri BF, je nastala pod idejnim vodstvom in mentorstvom prof.dr. Nade Gogala. Z njeno pomočjo smo načeli obširno področje raziskav mikorize in vnesli delček znanja v gozdarske biološke raziskave. Za vso pomoč in nasvete se ji toplo zahvaljujemo.

Za nasvete in pomoč pri analizah rastlinskega tkiva se zahvaljujem prof.dr. Francu Lobniku in njegovi skupini, predvsem Veri Omerza in Janezu Rusu, ki so me prijazno sprejeli v svoj laboratorij.

Terensko delo, izbiro ploskev in vzorčenje je omogočilo zanimanje za raziskovalno delo v gozdarskih vrstah na TOZD Gozdarstvo Radlje, za kar gre zahvala predvsem direktorju, Maksu Sušku. Tonetu Pridigarju se zahvaljujem za prijazno, vsestransko, prijateljsko in strokovno pomoč. Prav tako se prisrčno zahvaljujem Mirku Cehnerju za pomoč pri izbiri in opisu ploskev. Domačinki sredi poskusnih ploskev, Mariji Klemenc, se zahvaljujem za vestno mokro delo - zbiranje padavin in beleženje poti vetra.

Prof.dr.Kazimirju Drašlarju se zahvaljujem za vse nasvete in posnetke z vrstičnim elektronskim mikroskopom, Mojci Godek pa za uvajanje v histološke tehnike.

Sodelavcem na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo, Janku Kalanu, Miheju Urbančiču in sodelavkama v pedološkem laboratoriju, Bredi Kregar in Jolandi Jakončič, se zahvaljujem za pedološke analize in nasvete, doc.dr.Francu Batiču, Ivanu Smoletu in dr.Marku Accettu za lihenološke in fitocenološke analize, mag.Sašu Golobu za prijazno skrb za anemometer, Jani Janša pa za pomoč pri pripravi vzorcev.

Za okvirni entomološki in fitopatološki pregled ploskev se zahvaljujem prof.dr. Janezu Titovšku in Stani Hočevnar, ki je prispevala tudi nekaj determinacij gliv, prav tako kot mag. Dušan Jurc. Vsa obsežna determinacija gliv pa ne bi bila mogoča brez sodelovanja Andreja Piltaverja, ki je prijazno predsedel dolge večere ob mikroskopu, determiniral in še poučeval zraven.

Zahvaljujem se tudi vsem kolegom, ki so mi kakorkoli pomagali, predvsem Jani Lebez-Lozej in dr.Miru Lozeju za računalnik in nasvete.

Nalogo sta omogočila Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo in Splošno združenje gozdarstva, za kar se vodstvu iskreno zahvaljujem.

GDK 160.2 : 174.7 Picea abies : 181.351 : 425.3 : (497.12 X 11)

### Izvleček

Hojka Kraigher (1989) Raziskave mineralne prehrane pri smreki s posebnim ozirom na mikorizo in vplive onesnaženih padavin. IGLG pri BF, Ljubljana. 86 str., 33 slik, 14 tabel, 4 priloge, 118 ref., sn, en (Raziskovalna naloga)

Na Radeljskem Pohorju (620-1380m visoko) smo pri 20 smrekah 1.-3. stopnje poškodovanosti v letih 1986/87 spomladi in jeseni analizirali vsebnost mineralnih elementov v koreninicah, pozimi v iglicah, ocenili mikoriznost, analizirali organske horizonte tal. Meritve Al, Fe (poprečno 5500ppm) in visoko Al/Ca razmerje (2.5) v koreninah, pomanjkanje Ca, v posameznih primerih K in Mn, visoke vrednosti S v iglicah, nizek pH (v Al puferskem območju) in meritve S v deževnici nakazujejo negativne vplive kislh padavin in suhah depositov na fiziološko stanje dreves in na mikorizo (na to le na nižjih grebenskih legah).

Ključne besede: mineralna prehrana, mikoriza, kisle padavine, smreka (Picea abies (L.) Karst.), Pohorje, Slovenija

## Abstract

Hojka Kraigher (1989) Mineral nutrition of spruce (Picea abies (L.)Karst.) with special regards on mycorrhizas and air pollution impacts. Inst. for Forest and Wood Economy, Ljubljana. 86 p., 33 graphs, 14 tab., 4 append., 118 ref., sn, en (Research theme)

Twenty spruce trees at Pohorje (Slovenia), 650-1380m high, were analysed in 1986/87 for mineral element contents of fine roots (spring and autumn) and needles (winter sampling), the mycorrhizal infection was estimated and upper humus layers analysed. High Al and Fe contents (over 5500ppm on average), Al/Ca ratio (2.5) in roots, low Ca, occasionally K, Mn, high S contents of needles, low pH (in Al buffer range), high S contents of rain water, showed that the acid rain and dry deposits may play a primary role in spruce decay. The mycorrhizae was affected primarily on the lower altitudes located on ridges.

Key words: mineral nutrition, mycorrhizae, acid rain, spruce (Picea abies (L.) Karst.), Pohorje, Slovenia

## Okrajšave

Veter: N,s=sever, NE,sv=severovzhod, E,v=vzhod, SE,jv=jugovzhod,  
S,j=jug, SW,jz=jugozahod, W,z=zahod, NW,sz=severozahod

Elementi: Al=aluminij, C=ogljik, Ca=kalcij, Fe=železo, K=kalij,  
Mg=magnezij, Mn=mangan, N=dušik, Na=natrij, P=fosfor,  
S=žveplo, Zn=cink

Organski horizonti tal: Ol=opad, Of=fermentirajoči sloj,  
Oh (0-2)=humusni sloj, prva 2cm,  
OhAh (2-20)=organsko-mineralni sloj, od 2 do 20cm

Enote: vsebnost elementov v talnih vzorcih izražena v  
meq=miliekvivalentih na 100g tal;  
vsebnost elementov v rastlinskih vzorcih izražena v  
utežnih % in v ppm= $\mu\text{m/g}$  suhe teže (v nalogi)

Čas vzorčenja: S=spomladi, J=jeseni, 6=1986, 7=1987

Ostale okrajšave so razložene ob tabelah in prilogah.

## Seznam slik

- Slika 1: Pregledna karta položaja raziskovalnih ploskev  
M = 1 : 25 000
- Slika 2: Roža vetrov pri kmetiji Repišnik  
(% skupne letne hitrosti)
- Slika 3: Grmičasto razrasla mikorizna korenina (s smreke 20/1)
- Slika 4: Mikorizna korenina (s smreke 20/2)
- Slika 5: Mikorizna korenina vitalnostnega razreda 1 do 2  
(SEM posnetek; s smreke 10)
- Slika 6: Bližnji posnetek mikoriznega plašča, debeline ca. 100 $\mu$ m  
(SEM posnetek; s smreke 10)
- Slika 7: Mikorizna korenina 5 vitalnostnega razreda  
(SEM posnetek; s smreke 8)
- Slika 8: Prečni pogled v mikorizno korenino v propadanju  
(SEM posnetek; s smreke 8)
- Slika 9: Prečni prerez korenine s slabo razvito mikorizo  
(OM posnetek, debel. 20 $\mu$ m, poveč. 640X; s smreke 8)
- Slika 10: Prečni prerez korenine z dobro razvito mikorizo  
(OM posnetek, debel. 15 $\mu$ m, poveč. 160X; s smreke 5)
- Slika 11: Ocena mikorize posameznih korenin v zaporednih sezonah
- Slika 12: Vsebnost Al v koreninah (poprečja vseh vzorčenj)
- Slika 13: Ca/Al razmerje v koreninah (poprečja vseh vzorčenj)
- Slika 14: Vsebnost Mn v koreninah (poprečja vseh vzorčenj)
- Slika 15: Vsebnost Fe v koreninah (poprečja vseh vzorčenj)
- Slika 16: Vsebnost Fe v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah
- Slika 17: Vsebnost Al v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah
- Slika 18: Vsebnost K v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah
- Slika 19: Vsebnost Ca v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah
- Slika 20: Vsebnost S v eno- in dvezelnih iglicah  
(Oznake smrek kot v tabelah 10 in 11; 1.=1986, 2.=1988)

- Slika 21: Vsebnost N v eno- in dveletnih iglicah  
(Oznake smrek kot v tabelah 10 in 11; 1.=1986,2.=1988)
- Slika 22: Vsebnost K v eno- in dveletnih iglicah  
(Oznake smrek kot v tabelah 10 in 11; 1.=1986,2.=1988)
- Slika 23: Vsebnost Mn v eno- in dveletnih iglicah  
(Oznake smrek kot v tabelah 10 in 11; 1.=1986,2.=1988)
- Slika 24: Poprečja analiz tal v letu 1987  
(glej prilogo 2a,b,c,d)
- Slika 25: Poprečja analiz tal spomladi 1986  
(glej prilogo 1a,b,c,d)
- Slika 26: Kislost Ol horizonta leta 1987  
(glej prilogo 2a,b,c,d)
- Slika 27: Kislost Oh horizonta leta 1987  
(glej prilogo 2a,b,c,d)
- Slika 28: Kislost OhAh(2-20) horizonta leta 1987  
(glej prilogo 2a,b,c,d)
- Slika 29: Kislost organskih horizontov tal spomladi 1986  
(glej prilogo 1a,b,c,d)
- Slika 30: Vsebnost S v Ol in Oh horizontu jeseni 1986  
(glej tabelo 13)
- Slika 31: Vsebnost S v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah  
(S=spomladi,J=jeseni,6=1986,7=1987)
- Slika 32: Skupno število in pogostost pojavljanja vseh vrst gliv  
v zaporednih sezonah (prva oznaka = jeseni 1986,  
2.oznaka=spomladi 1987, če manjka = 2.oznaka (sicer  
3.oznaka) jeseni 1987)
- Slika 33: Skupno število in pogostost pojavljanja mikoriznih gliv  
v zaporednih sezonah (prva oznaka = jeseni 1986,  
2.oznaka=spomladi 1987, če manjka = 2.oznaka (sicer  
3.oznaka) jeseni 1987)

## Seznam tabel

- Tabela 1a: Talni profil s ploskve 7
- Tabela 1b: Talni profil s ploskve 7
- Tabela 1c: Talni profil s ploskve 7
- Tabela 2 : Poprečna letna hitrost vetra v osmih smereh neba
- Tabela 3 : Analiza padavin na Repiškem
- Tabela 4 : Opisi smrek, prirejani po obrazcu 2. Popisa poškodovanosti gozdov v Sloveniji
- Tabela 5a: Ocena in opis mikorize
- Tabela 5b: Ocena in opis mikorize
- Tabela 6a: Vsebnost elementov v koreninah in ocena mikoriznosti spomladi 1986
- Tabela 6b: Vsebnost elementov v koreninah in ocena mikoriznosti jeseni 1986
- Tabela 6c: Vsebnost elementov v koreninah in ocena mikoriznosti spomladi 1987
- Tabela 6d: Vsebnost elementov v koreninah in ocena mikoriznosti jeseni 1987
- Tabela 7a: Poprečne vrednosti analiz elementov v koreninah
- Tabela 7b: Razmerja med elementi v koreninadah smrek
- Tabela 8 : Standardne vrednosti elementov v rastlinskem tkivu (Rothe et al., 1988)
- Tabela 9 : Poprečja vsebnosti elementov v vseh vzorčenih iglicah in koreninah
- Tabela 10: Vsebnost elementov v 1. letniku iglic (1986/87 in 1988/89)
- Tabela 11: Vsebnost elementov v 2. letniku iglic (1986/87 in 1988/89)
- Tabela 12: Vsebnost elementov v treh serijah letnikov iglic
- Tabela 13: Analize S in N v organskih horizontih tal jeseni 1986
- Tabela 14: Skupno število gliv na posameznih ploskvah

## KAZALO

Zahvala

Izvleček - Abstract

Okrajšave

Seznam slik

Seznam tabel

1.	UVOD	1
1.1	Uvod v problematiko in razlaga nekaterih pojmov	1
1.2	Mineralni elementi v tleh in mikoriza	1
1.3	Fiziologija mineralne prehrane in mikoriza pri smreki	2
1.4	Onesnaževanje, mineralni elementi pri smreki in mikoriza	4
1.5	Namen in omejitve naloge	6
2.	METODE	7
2.1	Opis terenskega dela raziskav	7
2.11	Prostorska opredelitev poskusnih ploskev	7
2.12	Klimatske razmere v širši okolici poskusnih ploskev	7
2.13	Izbira smrek za raziskavo	7
2.14	Osnovno vzorčenje na terenu	9
2.15	Dodatni del raziskav na terenu	10
2.2	Analiza vzorcev	10
2.21	Analize korenin in iglic	10
2.22	Analize organskih horizontov tal	11
2.23	Ostale analize	11
3.	REZULTATI	12
3.1	Opis ploskev	12
3.2	Roža vetrov in analiza padavin na Repiškem	17
3.3	Opis smrek	20
3.4	Morfološke in histološke ocene mikoriznih korenin	20
3.5	Vsebnost mineralnih elementov v koreninicah	29
3.6	Vsebnost mineralnih elementov v iglicah	43
3.7	Rezultati analiz organskih horizontov tal	52
3.8	Pojavljanje gliv	62
4.	DISKUSIJA	67
4.1	Analize mineralne sestave rastlinskega tkiva in analize organskih horizontov tal	67
4.2	Mikoriznost korenin	69
4.3	Sklepno razmišljanje	71
5.	ZAKLJUČEK	73
6.	POVZETEK - SUMMARY	74
7.	LITERATURA	78

Seznam prilog



## 1. UVOD

### 1.1 Uvod v problematiko in razlaga nekaterih pojmov

Propadanje gozdov v lokalnih in širših okvirih je v zadnjih letih poudarilo potrebo po poglobljenem poznavanju in proučevanju fiziologije gozdnih drevesnih vrst oziroma njihovih simbiotov. Mikoriza, t.j. simbioza med korenino višje rastline in glivo, je v naravnih, neonesnaženih pogojih prisotna in poznana pri večini taksonov višjih rastlin (Tester *et al.*, 1987). Le nekaj rodov semenovk iz doslej še nepojasnjenih vzrokov nima razvite ene od oblik mikorize.

Pri gozdnih drevesnih vrstah prevladuje ektomikoriza, ki je tudi edina oblika mikorize pri smreki (Nylund, Unestam, 1982). Pri tej mikorizi rastejo glivne hife po površini korenine kot plašč in med celicami primarne skorje, kjer tvorijo t.i. Hartigovo mrežo. Razvoj in oblika plašča in mreže pri koreninah smreke sta odvisna od vrste simbiotske glive in zunanjih pogojev rastišča (Kottke, Oberwinkler, 1986).

V simbiozi gliva pridobi od višje rastline nekatere asimilate, višji rastlini pa se predvsem poveča dostopnost mineralnih elementov, izboljšajo se ji vodni status, dolgoživost in odpornost korenin pred vdorom nekaterih škodljivih mikroorganizmov; posamezne vrste gliv so sposobne kopičenja ionov toksičnih težkih kovin (Harley, Smith, 1983). Vse te značilnosti omogočajo višji rastlini rast in razvoj v različno ugodnih rastiščnih pogojih ali v pogojih onesnaženega okolja.

Vendar veliko število v naravi prisotnih mikoriznih gliv ni sposobno preživeti v posameznih pogojih onesnaženja. Propad mikorizne glive pa za višjo rastlino ne pomeni le izgube vseh naštetih ugodnosti. Korenine višje rastline se v simbiotskem organu, mikorizi, morfološko in fiziološko spremenijo. Ob propadu simbionta zato taka rastlina izgubi večino aktivnih površin za sprejem vode in mineralnih elementov, te površine pa postanejo vaba za razne saprofitske in parazitske organizme (Haug *et al.*, 1988). Posledice prekomernega onesnaževanja gozdov se kažejo med drugim v motenem fiziološkem stanju višje rastline - drevesa, v propadanju nekaterih mikoriznih gliv in simbiotskega organa, mikoriznih korenin (npr. v Kottke, Oberwinkler, 1986).

### 1.2 Mineralni elementi v tleh in mikoriza

Mineralni hranilni elementi se pojavljajo v tleh predvsem v vezani obliki, v mineralih, težko topnih spojinah, humusu in drugem organskem materialu. Nekaj desetin odstotka jih je v prosti raztopini (koreninam dostopni elementi), nekaj odstotkov pa je adsorptivno vezanih na koloidne delce (izmenljivi elementi) (Denfer, Ziegler, 1982). Kapaciteta izmenjave je odvisna od gostote naboja in aktivne površine nosilcev - glinastih mineralov in humusa. Adsorbpcija ionov v tleh onemogoča njihovo spiranje in je stalni vir dostopnih ionov v talni raztopini. Na

to dostopnost bistveno vpliva kislost tal (pH). V zakisanih tleh (pH pod 5.5) je glavni izmenljivi kation aluminij, ki pri hidrolizi sprošča proton in tako dodatno zakisuje tla (Sušin, 1975). V zelo nenasičenih tleh so količine izmenljivega aluminija večje od vsote vseh drugih izmenljivih kationov.

Dostopne elemente sprejemajo korenine iz svoje okolne raztopine. Koncentracija vsakega slabo gibljivega hranilnega elementa v tleh logično pada z bližino absorpcijske površine, korenine, če je hitrost absorpcije večja od difuzije elementa v raztopini proti tej površini. V ekstremni obliki nastopi v bližini korenine zona brez hranil, "zona pomanjkanja", kjer je hitrost sprejema mineralnih elementov povsem odvisna od hitrosti premikanja posameznega elementa v talni raztopini (Nye, Tinker, 1977).

Hife mikoriznih gliv omogočajo izkoriščanje večje prostornine tal, segajo preko "zone pomanjkanja" in posredujejo (translocirajo) koreninam višje rastline absorbirane elemente. Zaradi manjhnosti hif glede na korenine (razlika v premeru je ca 100-kratna: poprečni premer hife je 2 $\mu$ m, korenine pa 200 $\mu$ m) je rast hif preko takih zon racionalnejša in hitrejša od rasti korenin (Harley, 1989). Pomembne so predvsem pri sprejemu slabo mobilnih elementov v tleh, predvsem fosforja, in pri sprejemu amonija, ki je sicer dosti bolj mobilen, vendar je rastlini potreben v dosti večjih količinah. Značilna je večja sposobnost absorpcije nekaterih mikroelementov (Harley, 1989). Diferencialna sposobnost korenin in hif za sprejem posameznih ionov vpliva na sestavo talne raztopine ter povratno na spremembe v sami mikorizosferi (Curl, Truelove, 1986) oziroma, mikoriza deluje kot puferski sistem v rizosferi (Rygiewicz, Bledsoe, Zasoski, 1984). Na različen sprejem ionov pa vplivajo regulacijski procesi med glivo in višjo rastlino, zlasti hormonalni odnosi (Harley, Smith, 1983).

V gozdnih ekosistemih se večina biogenih hranilnih elementov vrača v tla z razgradnjo opada (Lindeberg, 1981), del elementov se vrača s spiranjem iz krošenj, izločanjem iz korenin, del jih vnašajo vodni tokovi in dež (poleg fiksacije dušika ipd.). V severnih smrekovih gozdovih je zato večina kratkih in mikoriznih korenin razvita v zgornjih, organskih horizontih tal (Mikola, Laiho, 1962). Značilen je oster prehod od velikega števila mikoriznih korenin v humusnem sloju (90% mikoriznih korenin) na manjšo gostoto tik pod mejo humusnega sloja, ter zelo površinska razporeditev nove razrasti korenin in mikorize (predvsem v zgornjem 1cm humusa). Taka razporeditev je lahko povezana tudi s sestavo in aktivnostjo razgrajevalne mikroflora, sestavo organske komponente tal, z dostopnostjo kisika in višanjem koncentracije ogljikovega dioksida (Marks, Kozlowski, 1973).

### 1.3 Fiziologija mineralne prehrane in mikoriza pri smreki

Mineralni elementi so rastlini potrebni za vzdrževanje ozmotskega potenciala, električnega naboja celice, za hidratacijo protoplazme, npr. antagonizem Ca in K, kjer K pospešuje hidratacijo proteinov s Ca. Na hidrationskem plašču posameznega

iona je zasnovan tudi del ionskega delovanja na aktivnost encimov: K, Ca, Mg, Mn, Zn lahko delujejo kot kofaktorji, ki spremenijo konformacijo encima.

Pomen posameznih elementov povzemamo predvsem po Denfer, Ziegler, 1982 in po Devlin, 1966: Dušik sprejema rastlina kot nitrat, redkeje kot amonijev ion. V aminokislinah, proteinih, nukleinskih kislinah, koencimih itd. je prisoten v reducirani obliki. Fosfor rastlina najpogosteje sprejema kot anorganski fosfat in kot tak je navadno prisoten tudi v celicah kot sestavni del nukleotidov in njihovih derivatov, nukleinskih kislin, fosfatov sladkorjev, fosfolipidov, koencimov ipd. Je sestavni del teh strukturnih komponent in sodeluje v energetskih odnosih v rastlini. Žveplo sprejemajo rastline večinoma kot sulfatni anion in ga pred vgradnjo v organske spojine reducirajo. Je sestavni del nekaterih aminokislin (cisteina, cistina, metionina), biotina, koencima A, sulfolipidov, feredoksina ipd. Rastlina potrebuje približno 36-krat manj žvepla kot dušika. Kalij je nujen predvsem pri osmoregulaciji in kot kofaktor pri encimskih reakcijah. Magnezij je sestavni del klorofila in protopektina, večinoma je lociran v kloroplastih. Sodeluje pri nekaterih encimskih reakcijah kot kofaktor. V čistih raztopinah deluje toksično in v visokih koncentracijah zavira sprejem K iz medija. Kalcij je sestavni del kisljih sestavin celične stene (npr. protopektina), sodeluje pri vzdrževanju strukture in funkcije celične stene, pri vzpostavljanju ravnotežja z ostalimi ioni in kot kofaktor nekaterih encimov. V celicah je prisoten tudi v netopni obliki kot oksalat, karbonat, sulfat ali fosfat. Pomanjkanje Ca povzroča poškodbe predvsem koreninskih meristemov. Železo je sestavni del raznih porfirinskih spojin, npr. citokromov in prostetičnih skupin nekaterih drugih encimov, nekaterih nehemskih spojin, npr. feredoksina, potrebno je za sintezo klorofila. Do pomanjkanja železa lahko prihaja predvsem na karbonatnih tleh ali v primeru viška mangana in drugih težkih kovin. Mangan je pomemben kofaktor raznih encimov in pri fotosintetskem razvoju kisika. Ostali mikroelementi so predvsem kofaktorji ali sestavni deli raznih encimov. Aluminiij večini rastlin ni potreben za rast, znano pa je njegovo toksično delovanje na nekatere rastline.

Optimalna razmerja med mineralnimi elementi pri smreki je raziskoval Ingestad, 1979, na Švedskem. Semenke smreke so najboljše uspevale pri naslednjem razmerju elementov: 100N : 50K : 16P : 5Ca : 5Mg. Višanje razmerja med amonijakalnim in nitratnim dušikom (NH-N/NO-N) je vplivalo na zmanjšan sprejem kationov, povečan sprejem fosforja, večjo vsebnost N v sadikah, hitrejši sprejem amonija in počasnejšo nitrata, do določene maksimalne koncentracije obeh pa ni bistveno vplivalo na hitrost rasti smreke. Na splošno je rast smreke boljša pri amonijakalnem viru dušika ali pri kombinaciji obeh virov, kot pri nitratnem dušiku. Višanje skupne koncentracije hranil v raztopini je vplivalo na višjo vsebnost N, K in P v iglicah, manj na višjo vsebnost Ca in ni vplivalo na Mg. Na slednje verjetno vpliva večji antagonizem med ioni. Optimalna koncentracija N je 60-100mg (4.5-7mmol) na liter, glavni limitirajoči faktor pa verjetno razmerje med dušikom in drugimi elementi.

Sprejem posameznih ionov (in vode) pri smreki je odvisen od razvoja endodermisa in lateralnih korenin (Hausling et al., 1988). Sprejem K je največji v subapikalnih conah, verjetno zaradi potreb po tem ionu pri ekstenziji celic. Sprejem poteka selektivno, transport pa po simplastu. Radialni transport Mg in Ca pa poteka po apoplastu. Zavre ga tvorba Kasparijevih trakov v endodermu. Zato je sprejem teh ionov največji v apikalni coni, kjer ti trakovi še niso razviti in povsod, kjer so prekinjeni z izražanjem lateralnih korenin. To je v rastnih conah korenin. Zato faktorji, ki zavirajo rast korenin, npr. toksičnost aluminija, zavirajo sprejem teh dveh ionov (in vode).

Količina mineralnih elementov v iglicah je odvisna od raste sezone, lege drevesa v sestoji, starosti iglic in pozicije v krošnji, starosti sestoja, faktorjev okolja, kjer poleg rastišča vpliva npr. pozno poletno in jesensko deževje (Lambert, Turner, 1988). Med posameznimi elementi variirajo predvsem vsebnosti Na in Zn, zaradi relativno majhnih vrednosti je pri teh večja tudi napaka meritve (Comerford, Leaf, 1982).

Mikorizne sadike vsebujejo več mineralnih elementov in hitreje rastejo, predvsem zaradi že omenjenega doseganja nenaseljenih tal s hifami, mobilizacije ali solubilizacije slabše topnih elementov, predvsem fosforja, daljšega funkcionalnega življenja mikorize, povečanega premera korenine s plaščem (Thomas et al., 1982). Poglavitni vir dušika za mikorizne korenine je amonijakalni dušik, zato so ektomikorizne rastline odvisne od tega iona, glive pa sposobne sprejemanja aminokislin (Abuzinadah, Read, 1986). Ker mikorizne glive niso sposobne uporabljati velikih zalog dušika v humusu, je nujna tudi povezava z razgrajevalci opada (Lundeberg, 1970). Mikroorganizmi v tleh ob neugodnem C/N razmerju (nad 20) imobilizirajo dušik, fosfor in druge elemente. Mikoriza pripomore višji rastleini v kompeticiji za te elemente v opadu (St John, Coleman, 1982).

Fosfor se shranjuje v obliki polifosfatov v vakuolah hifnih vlaken in v plašču in se ob potrebi ponovno mobilizira (Kottke, Oberwinkler, 1986). Kalij sprejemajo glive stalno in ga kopičijo v glivnih vakuolah. Kalcij se shranjuje v polifosfatnih granulah. Mikorizne sadike imajo več kationskih-karboksilatnih kompleksov kot nemikorizne, na ravnotežje ionov pa vplivata amonijev ion in pH vrednost (Bledsoe, Rygielwicz, 1985). Pri višjem pH so v mikoriznih sadikah ugotovili večjo vsebnost fosforja in cinka, pri nižjih pH vrednostih pa višje vsebnosti mangana (Hart et al., 1980).

#### 1.4 Onesnaževanje, mineralni elementi pri smreki in mikoriza

V svetu je razširjenih pet glavnih hipotez o vzrokih propadanja gozdov: hipoteza stresa, hipoteza zakisovanja tal in toksičnosti aluminija, interakcij med ozonom in kislo meglo ali hipoteza fotokemičnega smoga, pomanjkanje magnezija, povišano odlaganje dušika (Blank et al., 1988). Danes prevladuje mnenje o

regionalnih vzrokih propadanja.

Zbirna hipoteza stresa vključuje onesnaževanje zraka, spremembe v atmosferskih depozitih, toksične substance; vsi ti faktorji oslabijo fiziološko stanje drevja, ki postane zato neodporno na druge faktorje okolja, na klimo, pomanjkanje hranilnih elementov, patogene organizme. Ta hipoteza je zaradi kompleksnosti in nedorečenosti primerna vsem okoljem.

Hipoteza o zakisovanju tal in toksičnosti aluminija se je razvila v dolgoletnih raziskavah kroženja elementov v predelu Solling v Nemčiji (Ulrich, 1986). Mokri in suhi antropogeni depoziti žveplovih in dušikovih kislin povzročajo prekomerno zakisovanje tal, porušenje puferskega sistema tal, sproščanje aluminija v toksičnih koncentracijah, poškodovanje koreninskega sistema in mikorize. Zakisovanje tal je gotovo soudeleženo pri propadanju gozdov na kislih rastiščih. V Sloveniji pa so znani neposredni vplivi suhih depozitov (Batič, 1986).

Hipoteza o interakcijah ozona in kisle megle (Bosch *et al.*, 1986) se navezuje na spiranje hranilnih elementov iz poškodovanih iglic. To povezujejo predvsem s propadanjem drevja na srednje do višje ležečih rastiščih.

Četrta, hipoteza pomanjkanja magnezija, se prav tako navezuje na višinske gozdove. V teh je bil verjetno magnezij vedno faktor minimuma, zakisovanje tal, spiranje in večletna ponavljanja sušnih obdobj pa so verjetno poudarila in razširila pojavljanje simptomov pomanjkanja tega elementa (Blank *et al.*, 1988).

Hipoteza prekomernega odlaganja dušika se navezuje predvsem na razmere na Nizozemskem in Švedskem (Roelofs *et al.*, 1985; Nihlgård, 1985). Prezasičenje rastišč z dušikovimi spojinami zmanjšajo odpornost rastlin na biotske in klimatske stresne faktorje, povečajo spiranje iz tal in povzročajo propadanje mikorize.

Količina in sestava zračnih onesnaževalcev se v Evropi spreminja z geografsko lego, zato je vsak posamezen polutant v različnih področjih ocenjevan različno (Rothe *et al.*, 1988). Znaki propadanja se normalno kažejo na odraslem drevju. Zato so lončni in laboratorijski poskusi vedno le približek stanja, katerega je zaradi kompleksnosti dejavnikov v odraslih sestojih težko ocenjevati (Klein, Perkins, 1987).

Kreutzer in Bittersohl (1986) poročata o 6-7 kratnem povečanju spiranja Mg in Ca iz iglic ob škropljenju s kislom raztopino (pH 2.7) glede na normalno raztopino (pH 5.2), izguba K in NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pa je bila 2-kratna. Kisle raztopine vplivajo različno na vsebnost elementov v iglicah različnih klonov smreke (Ogner, Tiegen, 1980). V drobnih koreninah smreke kislom namakanje povzroča znižanje vsebnosti Mg in višjo vrednost Fe, ostali elementi pa so bolj ali manj indiferentni (Stienen, 1986). Z zakisovanjem gozdnih tal je prešel v talno raztopino ves izmenljivi Mn, prišlo je do nasičenosti tal s trivalentnimi kationi in pomanjkanja Mg

in Ca (Hildebrand, 1986). Aluminijski ioni in nizek pH povzročajo "meristematski abortus", omejitev in prekinitev rasti korenine v določeni smeri (Metzler, Oberwinkler, 1986). Večja količina aluminija v raztopini vpliva zaviralno na tvorbo ektomikorize, suho težo korenin in poganjkov, na manjše razmerje korenina:poganjek, na povečanje vsebnosti Fe, Mn, P in Zn (Entry et al., 1987).

Pri študiju interakcije med ozonom in kislim dežjem se je pokazalo, da se z nižanjem pH niža  $\%$ mikoriznosti, predvsem zato, ker zraste manjše število kratkih korenin, primernih za inokulacijo (Stroo et al., 1987).  $\%$ mikoriznosti je v tesni povezavi z vsebnostjo dušika v rastlini, ozon oziroma povezuje ozona s kislim dežjem pa ni pokazala večjega vpliva. Kisli dež je vplival na spiranje mineralnih elementov iz opada (Ca, Mg, K, Mn, Cu, Cd) in tal (Mg, K), na povečano vsebnost v iglicah (N, P, K, Ca, Mn, Cu, Cr) in koreninah (N, Mn, Cd, Cr); razmerje K/N, P/N, Ca/N, Mg/N pa je padlo (Reich et al., 1987).

Depoziti amonijevega sulfata povzročajo sprejemanje amonijevega iona in spiranje K, Mg, Ca iz iglic, povišana vsebnost dušika v iglicah poveča dovzetnost le-teh za bolezn; amonijev ion povzroča spiranje K, Ca, Mg iz tal; rast  $\text{NH}_4^+/\text{K}$  in  $\text{NH}_4^+/\text{Mg}$  razmerja vpliva na spremembe v pojavljanju mikoriznih gliv in upadanje mikoriznosti korenin (Roelofs, 1986). Na Nizozemskem je zaradi vpliva onesnaževanja izginilo vsaj 15 vrst gliv, vsaj 55 pa upada številčnost (Arnolds, 1988). Podobno poročajo Schlechte (1986) in Guillitte (1987), ki hipotetizira tudi o spremembi mikoriznega simbionta v parazita ter Kowalski (1987), ki ugotavlja, da je mikoriza z debelejšim plaščem odpornejša na onesnaževanje kot tista brez plašča. Goebel (1988) razvija 6 morfoloških vitalnostnih razredov mikoriznih korenin glede na poškodovanost zaradi onesnaževanja. Mikorizo predlaga za "odličen indikator splošnega stanja in poškodb v gozdnih tleh" (Goebel, 1986)

### 1.5 Namen in omejitev naloge

Nalogo smo prostorsko omejili na Radeljsko Pohorje. Z izbiro 20 dreves smreke smo skušali zajeti v raziskavo vplive makro in mikrorastiščne lege na vzpetini oziroma v vdolbini na terenu. S tako izbiro smo skušali odgovoriti na vprašanje o morebitnem vplivu onesnaževanja na fiziološko stanje dreves in njihovih simbiontov. Mikrorastiščna lega naj bi pare podobnih dreves razlikovala predvsem po spiranju in kopičenju dušikovih spojin v tleh. Le-te naj bi v mikrovdolbinah zaradi kopičenja negativno vplivale na drevo in na mikorizo. Makrorastiščna lega na izpostavljenih legah - grebenih pa bi vplivala na drevo predvsem zaradi suhih depozitov in zakisovanja tal.

Zasledovanje fiziološkega stanja posameznih smrek smo omejili na raziskave mineralne prehrane, mineralnih elementov v iglicah smrek in v mikoriznih koreninah. Fiziološko stanje posameznih dreves smo skušali povezati s stanjem mikorize in prisotnostjo mikoriznih gliv v ožji okolici dreves.

## 2. MATERIAL IN METODE

### 2.1 Opis terenskega dela raziskav

#### 2.11 Prostorska opredelitev poskusnih ploskev

Raziskave smo izvajali na 14 ploskvah na Pohorju, s katerimi gospodari TOZD Gozdarstvo Radlje (Slika 1). Sedem ploskev leži v nadmorski višini 750-800m med kmetijama Repišnik in Vidman, pod cesto. Oznake si sledijo od zahoda (št.1) proti vzhodu (št.7). Osmo ploskev je na grebenu pri kmetiji Repišnik na višini 820m, nad vlako, deveta na 1050m v kraju Spodnje drče, nad cesto, deseta na 1380m pri Paherskem križu, nad cesto, levo od vlake, ki gre mimo znamenja, zadnje štiri pa ležijo na raziskovalni liniji Črni vrh-Kapunarjev vrh (Gregorič, 1979 in Kalan, 1980): 11. v kraju Pečeniček, 1050m visoko, 12. na Kraljevem vrhu, 1120m visoko, 13. pri kmetiji Vitrih, 620m visoko in 14. pri Jarnu, 670m visoko. Pri kmetiji Repišnik, Hudi kot 89, Ribnica na Pohorju, smo s pomočjo domačinke, Marije Klemenc, lovili padavine in merili veter.

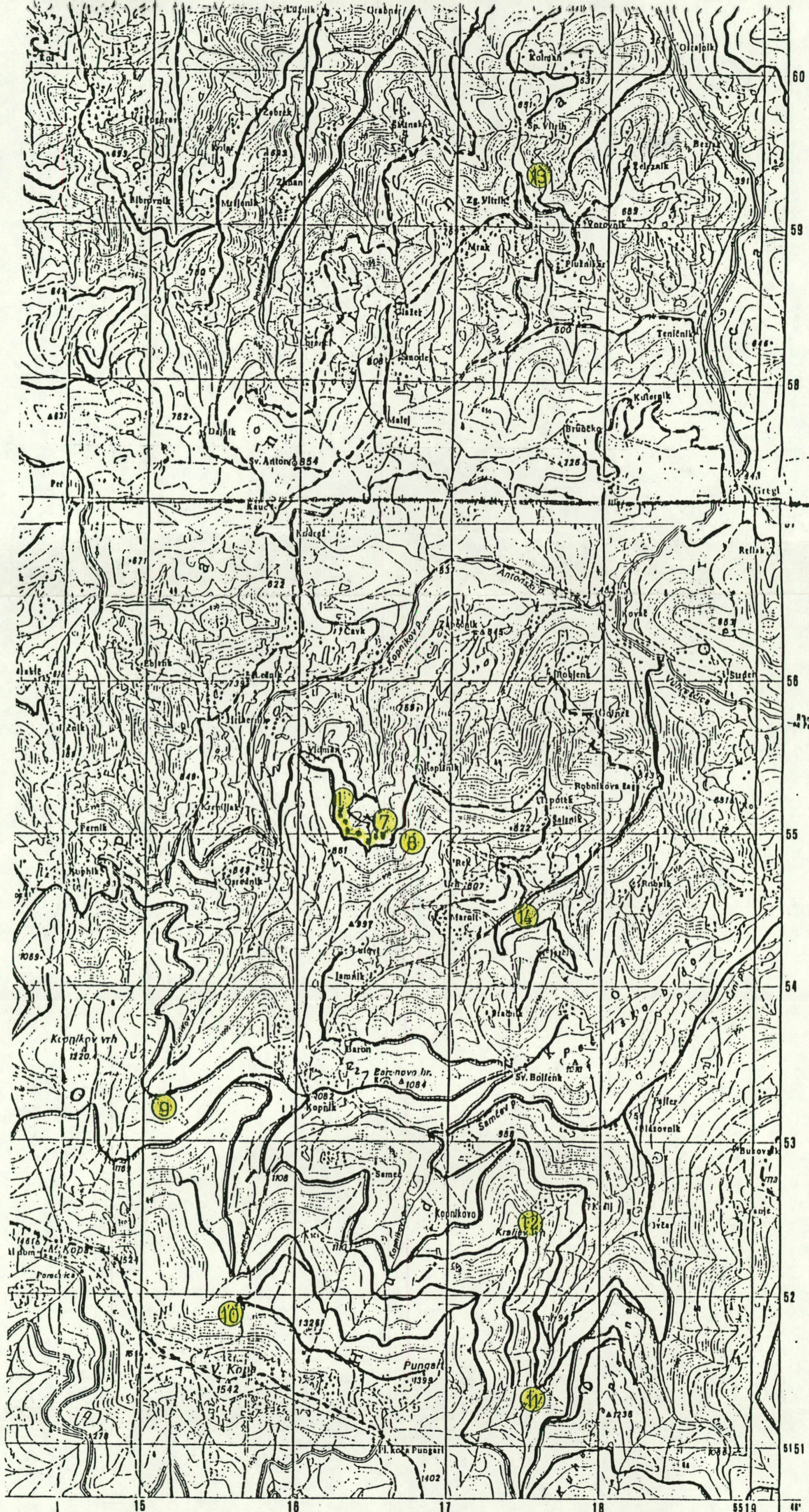
#### 2.12 Klimatske razmere v širši okolici poskusnih ploskev

Raziskave smo izvajali na Radeljskem Pohorju. Klimatske razmere v občini Radlje ob Dravi na kratko povzemamo po Hočevar, Kajfež, 1986. Dolgoletna poprečna temperatura v Radljah je 8.5C, januarska -2.9C in julijska 18.2C. Pri Ribniški koči, 1530m visoko, je srednja dolgoletna temperatura zraka 3.7C, januarska -5.6C in julijska 13.9C. Pri Ribniški koči so temperature v poprečju pod ničlo od srede novembra do konec marca. Padavin je na območju Radelj med 1050mm in 1450mm. Na pobočja Pohorja pade največ padavin, pri Ribnici na Pohorju 1351mm padavin letno, predvsem poleti in jeseni. Snežna odeja na 1000m nadmorske višine traja poprečno 110dni, na 1500m 150 dni. Neviht je največ junija in julija. Največ meglenih dni je v jesenskih mesecih. Vegetacijska doba traja v dolini 260dni, nad 1000metri pa se skrajša do 200dni v letu.

#### 2.13 Izbira smrek za raziskavo

Na 14-tih točkah smo označili 20 smrek glede na mikrorastiščne pogoje. Osem parov smrek se mikrorastiščno razlikuje le po legi na mikro-grebenu oziroma grapi. Štiri smreke smo vključili v raziskavo dodatno zaradi makrorastiščnih pogojev: smreka št.7 raste na za pohorske razmere tipičnem rastišču, neizraziti grebenski legi; ploskev 8 predstavlja sušno, izpostavljeno grebensko lego; ploskev št. 9 (Spodnje drče) porašča lepo ohranjen smrekov sestoje na pobočju brez vidnih znakov propadanja; na ploskvi št. 10 (Paherski križ), kjer se pobočja Pohorja začenjajo izravnovati, so opazni vplivi onesnaženja. V prvem letu raziskav smo opustili smreko na točki 6, ki je bila zasuta v





Slika 1: Pregledna karta položaja raziskovalnih ploskev M = 1 : 25 000

Slika 1: Pregledna karta položaja raziskovalnih ploskev  
M = 1 : 25 000



neurju.

Pari smrek: 1(greben, v nadaljevanju g), 2(jarek, v nadaljevanju j); 3/1(g), 3/2(j); 4/1(g), 4/2(j); 5(g), (6j) (vse na ploskvah 1 do 6); 20/1(j), 20/2(g) (na ploskvi 11); 21/1(j), 21/2(g) (na ploskvi 12); 22/1(g), 22/2(j) (na ploskvi 13); 23/1(j), 23/2(g) (na ploskvi 14). Dodatne smreke: 7(g), 8(g), 9(pobočje), 10(izravnano pobočje) (na enako označenih ploskvah). S pomočjo strokovnjaka za gojenje na TOZD Gozdarstvo Radlje, Toneta Pridigarja, smo poleti 1987 opisali zdravstveno stanje vseh smrek po obrazcu št. 2 Popisa poškodovanosti gozdnih sestojev v SFRJ ter izmerili obseg v prsni višini, višino dreves in ocenili starost dreves.

#### 2.14 Osnovno vzorčenje na terenu

V raziskavo smo zajeli analize koreninic in iglic posameznih smrek, organskih horizontov tal (vzorčeno do globine 20cm ob vsaki smreki) ter popise gliv.

Koreninice in organske vzorce tal smo vzorčili v spomladanskem in jesenskem času v letih 1986-87, ko smo popisovali tudi pojavljanje gliv.

Koreninice smo nabirali v bližini glavnih korenin posamezne smreke do globine 20cm. Hkrati smo ocenili prisotnost, barvo in trend zdravstvenega stanja mikorize. Prisotnost mikorize smo ocenjevali z odstotki mikoriznih kratkih korenin v vzorcu. Zdravstveno stanje mikorize smo ocenili na: 'bp' - zdrava, 'pr' - v propadanju. Oceno mikorize smo naknadno preverjali v laboratoriju, kjer smo odstotke spremenili v tri range (++, +, -). Vzorce korenin smo do analiz shranjevali v izvorni zemlji v hladilniku pri 2-4 st. C.

Organske horizonte smo ločili na O1 horizont (sestavljeno predvsem iz opada smreke - iglice, vejice, posamezno listje sosednjih listavcev ali zelnatih rastlin), na točkah 8 in 9 tudi Of horizont (delno razpadle in sprijete iglice), Oh horizont (0-2cm globoko, označen z Oh2) ter Oh/Ah horizont (2-20cm globoko, označen z Ah20).

Istočasno z zgoraj opisanim vzorčenjem smo popisali tudi prisotnost gliv v radiju do 30m okoli posameznih smrek. Pojavljanje gliv smo opisali s 4 rangi pogostnosti: 1 - redke (najden po 1 primerku), 2 - najdeni 2 do 3 primerki, 3 - pogoste (več kot 3 primerki), 4 - masovno pojavljanje.

Po zaključku vegetacijske dobe v letu 1986 smo nabrali vzorce iglic (načeloma iz 7. vretena), delno s plezalcem (smreke št. 1, 4-1, 4-2, 5 in 23), vse ostale pa s strelcem (Tone Pridigar, trap naboji, puška 12 kal). Vzorčenje (s strelcem) smo ponovili decembra 1988 pri smrekah št. 3/1, 4/2, 5, 7, 8, 9, 10, 20/1, 20/2, 21/1, 21/2.

## 2.15 Dodatni del raziskav na terenu

Pri kmetiji Repišnik smo s pomočjo Marije Klemenc zbirali padavine in merili veter z anemometrom. Padavine smo zbirali v plastične posode po daljših sušnih obdobjih (od 12.5.1986 do 9.11.1988). Hkrati je bila zabeležena smer vetra (8 glavnih smeri) in oblika padavin (neurje, naliv, deževje, rosenje, toča, sneg). Hitrost vetra, izmerjena z anemometrom v 16 smereh, je bila zabeležena praviloma v tridnevnih intervalih od 21.1.1988 do 9.11.1988.

Jeseni 1986 in spomladi 1987 je bil s pregledom lišajske flore ocenjen indeks čistosti zraka (index of atmospheric purity, IAP; Batič, 1986). Fitocenološko so točke v Opisih sestojev Gozdnogospodarskih načrtov TOZD Gozdarstvo Radlje opredeljene po Piskernikovi klasifikaciji. Okvirno so bile opredeljene po Braun-Blanquetovi klasifikaciji v letih 1986/87. Entomološko in fitopatološko so bile izbrane točke okvirno pregledane leta 1987. Tipični profil tal je bil opisan na ploskvi 7.

V času rasti leta 1987 (25.6. in 9.9.) smo odvzeli tudi vzorce vseh prisotnih letnikov iglic na 7.vretenu s treh podrtih smrek (na točkah 7 in 8 ter v bližini točke 14).

## 2.2 Analiza vzorcev

### 2.21 Analize korenin in iglic

Vzorce koreninic smo spirali v demineralizirani vodi. Nekaj spranih koreninic smo shranili v fiksirni mešanici FAA (sestava: 70% etanol, 36% formalin in ledocetna kislina v razmerju 90:5:5) (Gerlach, 1977) za histološke analize. Izbrane vzorce fiksiranih koreninic smo v histološkem laboratoriju VTOZD za biologijo obarvali z barvilom tripan-modro v laktofenolu (prirejeno po Phillips, Hayman, 1971), dehidrirali, vključili v Paraplast in pripravili trajne mikroskopske preparate debeline 6 - 50 mikronov (z mikrotomom Reichert). Nekaj preparatov smo pripravili neobarvanih.

Posamezne vzorce koreninic smo po dehidracijski seriji shranili za pregled z vrstičnim elektronskim mikroskopom (mikroskop znamke JEOL JSM - 840 A). Trajne mikroskopske preparate smo pregledali s svetlobnim mikroskopom znamke Olympus BDH na IGLG.

Večji del zračno suhih vzorcev koreninic in vzorce iglic, posušenih pri 60-70st.C, smo uporabili za analize mineralne sestave. Analizirali smo jih pedološkem laboratoriju VTOZD za agronomijo po suhem sežigu po naslednjem postopku: vzorce smo natehtali v žarilne lončke, grobo počrnili, žgali pri 550 C preko noči; drugi dan smo dodali 2ml H<sub>2</sub>O in 3ml HCl (1+1), izparili do suhega in dobljene kloride pustili čez noč; tretji dan smo dodali 5ml HNO<sub>3</sub>(1+1), segrevali 15-20min. do 90 C, ohladili in prefiltrirali v bučke ter dopolnili do 100ml z demineralizirano

vodo. V kisli raztopini smo določali fosfor po rumeni vanadomolibdatni metodi spektrofotometrično, Na in K s plamenskim fotometrom, Ca, Mg, Fe, Mn in Al z atomskim absorpcijskim spektrometrom (tipov Varian -večina meritev- in Perkin-Elmer -analize iglic iz leta 1988 in Al) (gorilna mešanica zrak-acetilen, za Al N2O-acetilen)(vse po: Standard methods for the examination of water and waste water, 1975). Analize ogljika (z aparaturo Carmhomat), žvepla (Sulmhomat 12 ADG) in dušika (po modificirani Kjeldahlovi metodi) so bile opravljene v Pedološkem laboratoriju na IGLG.

Posamezna razmerja med elementi smo določili računsko. Razrede iglic glede na vsebnost žvepla smo določili po kot v Šolar, 1986.

## 2.22 Analize organskih horizontov tal

Analize organskih horizontov tal so bile opravljene v pedološkem laboratoriju na IGLG na zračno suhih vzorcih (01 horizont je bil predhodno zmlat na 2mm). Vzorcem so bile določene naslednje lastnosti:

- pH v n KCl in v H2O elektrometrično;
- %C (Carmhomat), žarizguba, žhumusa;
- %N tal (modificirana Kjeldhalova metoda); %N org. snovi in C/N računsko;
- rastlinam dostopna K2O in P2O5 (po Al-metodi, izraženo v meq/100g tal);
- izmenjlive katione z izmenjalno raztopino N amonijevega acetata (Ca, Mg, K, Na v meq/100g tal);
- računsko so bili določeni deleži izmenljivih kationov Ca, Mg, K, Na (%).

## 2.23 Ostale analize

Glive so bile laboratorijsko determinirane po ključu Moser, 1985 in dodatnem slikovnem gradivu (determinator A.Piltaver, vzorce z dni 2.9. in 14.11.1986 mag.D.Šurc in z dne 6.5.1987 S.Hočevar). V padavinah sta bila na VTOZD za geografijo izmerjena pH vrednost in vsebnost žvepla (izražena v mg SO4/l). Računsko smo določili tridnevna letna poprečja hitrosti vetra za 8 glavnih smeri in vsa razmerja med elementi (programa Dbase in Lotus 123).

### 3. REZULTATI

#### 3.1 Opis ploskev

Vse ploskve so locirane na distričnih rjavih tleh (distrični kambisol). Tipični profil je opisan na točki 7 (Tabela 1a,b,c). Tla so globoka, drobljiva, agregatne strukture, sveža do vlažna, ilovnata do meljastoilovnata, s prhlino in sprstenino v A horizontu. So dobro prekoreninjena, zmerno odcedna, zmerno do zelo kisla. Z rastlinam dostopnimi fosforjevimi spojinami so slabo, s kalijevimi pa srednje dobro oskrbljena. V zgornjem delu so močno humozna. Stopnja nasičenosti z izmenljivimi bazami je nizka. Pri kationskih izmenjavah imajo največji delež protoni.

Na ploskvah 1 do 8, na Repiškem vrhu, raste mešan skupinsko prebiralni sestoj jelke in smreke s primesjo bukve, star do 120 let. Ekspozicija je severozahodna, nagib 30st., točke so na valovitem pobočju na krušljivem črnem filotoidnem skrilavcu. Po Opisu sestojev (GG načrt TOZD Gozd. Radlje) je prevladujoča združba z žlezasto robido (Ribus hirtus), lesna zaloga je 314m<sup>3</sup>, prirastek 6.5m<sup>3</sup>.

Primerjalno so ploskve 1 do 3 nadpovprečne za pohorske razmere. Kvaliteta organskega horizonta je sprstenina/prhlina, poudarjeni so koluvijalni procesi. Po Braun-Blanquetovi klasifikaciji sodi združba na točkah 1 in 2 v združbo bukovega gozda z deveterolistno mlajo, osrednjo obliko (Enneaphyllo = Fagetum Košir 1962 var. geogr. pohoricum typicum), na točki 3 pa v obliko z belkasto bekico (var. geogr. pohoricum luzuletosum albidae).

Ploskve 4 do 6 so podobne nadpovprečne za pohorske razmere zaradi poudarjenih koluvijalnih procesov. Bukev raste le v podstojnem sloju. Po Braun-Blanquetovi klasifikaciji gre za rastišče združbe jelovega gozda s praprotmi (združba jelke in Borerjeve glistovnice), osrednja oblika (Dryopterido = Abietetum Košir 1965 mscr. typicum).

Ploskev 7 je tipična za pohorske razmere. Kvaliteta organskega horizonta je sprstenina/prhlina, gozdna združba je jelov gozd s praprotmi, oblika z okrogliolistno škržolico (Dryopterido = Abietetum Košir 1965 mscr. hieracietosum).

Na teh točkah je zrak po stanju lišajske flore še dokaj čist, prisotni so še vsi tipi lišajev. Na iglavcih je IAP = 20. Na točki 1 se pojavlja masovno za onesnaženje z SO<sub>2</sub> značilna vrsta Scoliciosporum chlorococcum. Vpliv onesnaženega zraka in kislih padavin je opazen na bukvi, ki ima revnejšo lišajsko vegetacijo (IAP = 11); močno zakisovanje nakazuje vrsta Parmeliopsis ambigua.

Ploskev št.8 leži na grebenu nad kmetijo Repišnik, je najslabša, slabša od povprečja na Pohorju, tla prehajajo v brunipodzol. Predstavlja rastišče združbe jelke in trikrpega maha, osrednjo obliko (Bazzanio = Abietetum M.Wraber (1953) 1958 typicum

<b>Talni tip:</b> distrični kambisol, tipični, dvoslojni, globok		K.H.151
<b>Vegef. tip:</b> Luzulo - Abieti - Fagetum praealpinum var. geogr. Dentaria trifolia + Dryopterido - Abietetum hieracietosum		<b>Datum:</b> 2.12.86
<b>Lokaliteta:</b> Pohorje - Repiško (območje Radelj)		pl. 1
<p><b>Opis objekta:</b> Raznodoben, mešan starejši debeľjak sm in je s posamezno prinesjo bu in pl. listavev. Sklep 0.8. Dobro se pomlaja sm, je...Skupinski prebiralno gospodarjenje.</p>		
<b>n.v.</b> 780 m	<b>nagib:</b> 30 °	<b>lega:</b> MNM
<b>Matična podlaga</b> amfiboliti		
<b>Kamenitost:</b> 5 %		
<b>Relief:</b> hrbet pobočja		
<b>Vegetacija na profilu:</b>		
<p>Deshampsia flexuosa  Vaccinium myrtillus  Luzula albida  Oxalis acetosella  Hieracium sylvaticum</p>		
		<b>Pokrovnost:</b> 70 %

**Splošne značilnosti tal:** so globoka, drobľjiva, agregatne strukture, sveža do vlažna, ilovnata do melastolovnata, zmerno gosta, v zgornji polovici skeletoidna, v spodnjem delu skeletna, s prhlino in sprstenino v A hor., do globine 30/35 cm nanešena, v prekritem Ab hor. so drobci oglja (požar, oglarjenje?). So dobro prekoreninjena, zmerno odoedna, zmerno do (v A hor.) zelo kisla. Z rastlinam dostopnimi fosforjevimi spojinami so zelo slabo, s kalijevimi pa srednje dobro oskrbljena. V zg. delu so močno humozna, v sp. delu le srednje do malo. Stopnja nasičenosti z izmenljivimi bazami je nizka (pod 11%). Pri kationskih izmenjavah imajo največji delež protoni (nad 89%).

Tabela 1a: Talni profil s ploskve 7

Pohorje - Repiško

profil	horl-zont	glob. cm	mehanski sestav v %				tekst. raz.	pH		CaCO <sub>3</sub> %	N %	C %	org. snov %	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O Mg		
			pešek	grob melj	droben melj	glina		H <sub>2</sub> O	KCl						mg/100 g tal		
pl. I	O <sub>1</sub> /Of	1-0						4.03	3.42		1.16		53.4		6	66	
		A <sub>h</sub> /Oh	0-10/12					3.92	3.35		0.70		24.1		3	20	
	I	A <sub>h</sub> Bu	10/12-20	35.1	20.7	30.2	14.0	1	4.59	4.06		0.18		6.0	sl	9	
		Bu	20-30/35	36.8	19.0	27.9	16.3	1	4.64	4.09		0.17		4.7	sl	9	
II	Ab	30/35-35/38	32.5	16.8	39.9	10.8	ml		4.39	3.93		0.13		7.4	sl	14	
		(B)v	35/38-50	38.6	14.8	26.8	19.8	1		4.53	4.08		0.13		5.5	sl	10
	C(B)v	(B)v/C	50-70	48.7	9.2	24.8	17.3	1		5.00	4.28		0.10		2.6	sl	10
		C(B)v	70+100	49.1	11.3	25.9	13.7	1		4.97	4.22		0.09		1.4	sl	5

profil	horl-zont	izmenljivi kationi										deleži izmenljivih kationov %					
		Ca	Mg	K	Na	H	S	KIK	V	Ca	Mg	K	Na	H			
pl. I	O <sub>1</sub> /Of	2.97	0.98	1.25	0.39	-	5.59										
		1.15	0.36	0.28	0.38	-	2.17										
	I	A <sub>h</sub> Bu	0.30	0.10	0.18	0.38	19.0	0.96	19.96	4.81	1.5	0.50	0.9	1.9	95.2		
		Bu	0.19	0.08	0.23	0.39	16.5	0.89	17.39	5.12	1.1	0.46	1.3	2.2	94.9		
II	Ab	0.20	0.08	0.31	0.35	20.5	0.94	21.44	4.38	0.9	0.27	1.4	1.6	95.6			
		(B)v	0.18	0.07	0.26	0.22	17.5	0.73	18.23	4.00	1.0	0.38	1.4	1.2	96.0		
	C(B)v	(B)v/C	0.38	0.20	0.26	0.43	11.5	1.27	12.77	9.95	3.0	1.57	2.0	3.4	90.1		
		C(B)v	0.35	0.20	0.15	0.52	10.0	1.22	11.22	10.87	3.1	1.78	1.3	4.6	89.1		

Tabela 1b: Talni profil s ploskve 7

Opis profila: Pohorje - Répiško, pl. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Hor.	Globina izražen.	Kons.	Struktura	Tekst.	Vlaga	Skelet	Organska snov	Novotvor.	Koren.	Favna	Drenaža	Karb. pH		Barva
O1/Of	1 cm -0 zelo oster prehod	Stisnjena plast iz smrekovih in jelovih iglic, posameznih bukovih listov vejic, delu je od opada težko ločljiva, tanka plast fermentiranih rastlinskih ostankov. Ob izkopu je bil O horizon zmrznjen.									v spodnjem			
Ah/Oh	0-10/12 jasen p.	rahla	prašnata	vlažen 7%, premer do 20 cm			prhlina		zelo močno prekor.		prosta	-		2.5Y 3/2 zelo temno sivkasto rjava
A <sub>h</sub> Bu	10/12-20 neizrazit	lahko drobljiv	zmasta	ilovnata	"-	10%	sprstenina	nanešen	"-		"-			10YR5/5 rumenka-storjava
Bu	20-30/35 oster p.	drobljiva	debelozmasta do oreškasta	"-	svež	15%	"-	"-	močno prekor.		"-			10YR5/6 rumenkasto-rjava
B <sub>b</sub>	30/35-35/38 jasen p.	"-	"-	melasto ilovnata	"-	15%	prhlina + delci oglja	prekrit, lisast	srednje močno p.		"-			10 YR4/3-2/2 rjav do zelo temno rjav
B <sub>b</sub> v	35/38-50 neizrazit	"-	"-	ilovnat	vlažen	20%	oglato kam.	avtohton	"-		"-			10YR 5/6 rumenkasto-rjava
B <sub>b</sub> v/C	50-70 neizrazit p.	"-	zmasta do grahasta	"-	svež do vlažen	30-40%	premera do 7 cm	"-	malo korenin		"-			"-
C(B)v	70+100cm	"-	zmasta do oreškasta	"-	"-	50-60%			posamezno k.		"-			"-

Tabela 1c: Talni profil s ploskve 7

M. Wraber 1958). Kvaliteta organskega horizonta je prhlina. Lišajska flora je kljub sušnosti dokaj dobro razvita.

Točka št. 9 (Spodnje drče) leži na valovitem pobočju z nagibom 25st., na kompaktnem dacitu, ekspozicija je S. Po Opisu sestojev (GG načrt TOZD Gozdarstvo Radlje) gre za rastišče prakameninske šašulice (Calamagrostis arundinacea) (80%) in zajčice (Prenanthes purpurea) (20%). Porašča jo enodobni smrekov sestoj s posameznimi jelkami, macesni in bukvi, star 80 - 100 let, lesna zaloga je 513m<sup>3</sup>, tekoči prirastek 18.8m<sup>3</sup>. Po srednjeevropski klasifikaciji gre za rastišče Luzulo - Fagetum Wraber 1956 typicum. Kvaliteta organskega horizonta je prhlina. Lišajska vegetacija je dobro ohranjena, prisotne so občutljive vrste (Usnea), steljke so brez vidnih poškodb. Na iglavcih je IAP = 19. Na bukvi je lišajska vegetacija dosti slabša, IAP = 10. Ni grmičastih vrst, opazni so znaki zakisovanja (Parmeliopsis). Delno je vzrok za tako stanje še pretežno pionirski stadij lišajske vegetacije na mladih bukvah.

Ploskev št. 10 (Paherski križ) leži na valovitem zgornjem pobočju na kompaktnem dacitu. Nagib je 15st., ekspozicija SV. Po opisu sestojev gre za rastišče velike bekice (Luzula silvatica). Porašča jo enodoben mešan sestoj smreke in bukve, star 80 - 100let, lesna zaloga je 400m<sup>3</sup>, prirastek 6m<sup>3</sup>. Srednjeevropska klasifikacija jo uvršča v Pohorski gozd bukve in gorskega javorja (Aceri - Fagetum pohoricum Zupančič 1969). Kvaliteta organskega horizonta je sprstenina/prhlina. Epifitska flora je za sestoj te starosti in nadmorsko višino revna, steljke so močno poškodovane, občutljive vrste so odsotne. Na smreki je IAP = 16, vrsta Platismatia glauca je močno poškodovana. Na bukvi je IAP = 16, mlajša debela pa so močno poraščena z vrsto Hypogymnia physodes, za katero je značilno, da se močno razširi v določeni fazi onesnaženja.

Ploskev št. 11 (Pečeniček) leži na valovitem pobočju na skalovitem aplitnem tonalitu. Nagib je 34st., ekspozicija V. Po podatkih TOZD Gozdarstvo Radlje gre za rastišče rumene mrtve koprive, poraščenega z mlajšim debeljakom smreke in bukve, starim do 80 let, z lesno zalogo 393m<sup>3</sup>. Po srednjeevropski klasifikaciji sodi v združbo Pohorskega visokogorskega bukovega gozda, obliko z gozdno šašulico (Savensi - Fagetum var. geogr. pohoricum Košir 1965 mscr. calamagrostidetosum Marinček 1966 n.nad.). Kvaliteta organskega horizonta je prhlina. IAP na smreki je 9, lišajska vegetacija je revna, vrstno ni pestra, ni grmičastih vrst. Na bukvi je IAP = 10, lišajska flora je revna, na zakisovanje kaže vrsta Parmeliopsis na koreničniku. Vzrok za slabo razvito lišajsko floro je lahko onesnaženje, sušnost ali slabe svetlobne razmere.

Ploskev št. 12 (Kraljev vrh) leži na zgornjem pobočju na aplitnem tonalitu. Nagib je 11st., ekspozicija SZ. Po podatkih TOZD Gozdarstvo Radlje gre za rastišče zajčice (Prenanthes purpurea), poraščenega s smrekovim drogovnjakom, starim 50 let, z lesno zalogo 411m<sup>3</sup>/ha in tekočim prirastkom 17.3m<sup>3</sup>. Po srednjeevropski klasifikaciji gre za rastišče bukve z belkasto bekico (Luzulo -



Fagetum Wraber 1956. Kvaliteta organskega horizonta je prhlina in surovi humus. Epifitska flora na iglavcih je revna, IAP = 13, vzrok so verjetno slabe svetlobne razmere. Na bukvi v bližini monokulture je IAP = 18, lišajska flora je relativno dobro ohranjena, vendar kažejo občutljive vrste močne ožige. Znak zakisovanja sta dve vrsti iz rodu Parmeliopsis (P. ambigua in P. hyperopta).

Ploskev št. 13 (Vitrih) leži na ogozdenem travniškem pobočju z naklonom 27st., VSV ekspozicijo. Matična podlaga je vijoličast do siv aleurolit, kremenov peščenjak in konglomerat (Gregorič, 1979). Tla so globoka, prisotni so koluvialni procesi. Po podatkih TOZD Gozdarstvo Radlje gre za rastišče žlezaste robide (Rubus hirtus), poraščene s smrekovim drogovnjakom, monokulturo, staro 40 let, z lesno zalogo 399m<sup>3</sup> in tekočim prirastkom 19.4m<sup>3</sup>. Po srednjeevropski klasifikaciji je tu rastišče jelovega gozda s praprotni (Dryopterido - Abietetum Košir 1965 mscr.). Kvaliteta organskega horizonta je prhlina. Na lišajski vegetaciji je jasen vpliv onesnaženega zraka, ki ga nakazuje med drugim vrsta Scoliciosporum chlorococcum. Na iglavcih je IAP=16, na bukvi je IAP = 12.

Ploskev št.14 (Jaren) leži na valovitem pobočju na diaftoritu, naklon je 33st., ekspozicija SZ. Tla so srednje globoka do globoka, koluvijalnega značaja, mestoma precej skeletna. Po podatkih TOZD Gozdarstvo Radlje gre za rastišče žlezaste robide (Rubus hirtus), poraščenem z mlajšim debeljakom smreke s posamezno primesjo listavcev, starim do 75 let, z lesno zalogo 521m<sup>3</sup> in tekočim prirastkom 12.6m<sup>3</sup>. Po srednjeevropski klasifikaciji sodi v združbo jelovega gozda s praprotni (Dryopterido - Abietetum Košir 1965 mscr.) Kvaliteta organskega horizonta je prhlina. Na iglavcih je lišajska flora še dokaj dobro razvita, IAP = 18, vendar je že opazno zakisovanje zaradi masovnega pojavljanja vrste Parmeliopsis ambigua na koreničnikih debel listavcev, ter zaradi povečane pokrovnosti vrste Hypogymnia physodes.

### 3.2 Roža vetrov in analiza padavin na Repiškem

Poprečne letne hitrosti vetra v posameznih smereh neba so prikazane v tabeli 2 in na sliki 2. Meritve z anemometrom so pokazale, da so prevladujoče zahodne smeri vetra, od severozahoda do jugozahoda, ki skupno predstavljajo 77% skupne letne hitrosti.

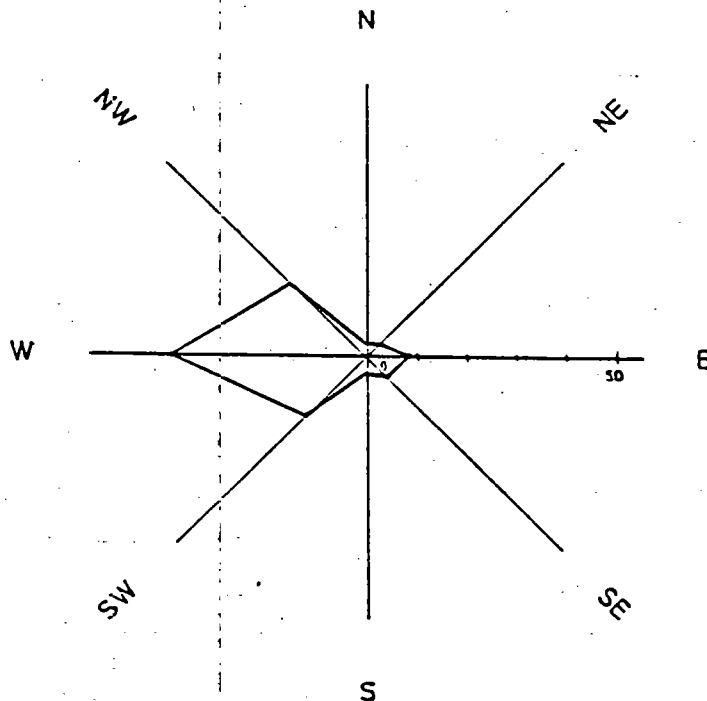
Tudi ob vsakokratnem zbiranju padavin je bila ročno zabeležena smer vetra s prirejenim vetrokazom. Analize padavin so prikazane v tabeli 3. Ob daljših deževjih je bila prevladujoča smer vetra iz jugovzhodne smeri, ob neurjih in nalivih iz različnih smeri, kislost padavin je bila relativno nizka (za dež relativno visok

pH, nad 5.6). Največja vsebnost žveplovih spojin (SO<sub>4</sub>) je bila zabeležena ob nalivu 16.6.1986 iz jugovzhodne smeri (21.1mg/l, pH 7.28); ob nalivu z zahoda dne 25.8.1987 (12.5mg/l, pH 5.57) in ob neurju s severa (11.5mg/l, pH 6.01). Pri teh zabeležbah vetra bi omenili možne pritalne deviacije vetra, nihanje smeri in

Tabela 2: Porečna letna hitrost vetra v osaih smerih neba

Smer vetra	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Poor.hitr.	0.04	0.06	0.17	0.11	0.05	0.31	0.72	0.33
Zoco.hitr.	2	3	9	6	3	17	39	21

ROŽA VETROV PRI KMETIJI REPIŠNIK  
(% skupne letne hitrosti)



Slika 2: Roža vetrov pri kmetiji Repišnik  
(% skupne letne hitrosti)

=====  
 Tabela 3: Analiza padavin na Rebiskem  
 =====

Datum zbiranja	Oblika padavin	Smer vetra	pH (H <sub>2</sub> O)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
19881023	neurje	z	6.31	1.92
19870615	neurje	j	6.49	0.01
19870426	rosenje	jv	6.71	0.01
19870511	naliv	jv	5.61	0
19870609	rosenje	j	6.19	2.88
19870825	naliv	z	5.57	12.48
19870614	neurje	s	6.01	11.52
19870713	neurje	v	5.48	0
19870924	neurje	v	5.56	0
19860107	dezevje	jv	6.13	0
19870731	dezevje	jv	6.37	0.96
19870725	naliv	jv	5.86	2.4
19860519	neurje	jv	4.11	2.88
19860524	rosenje	v	5.62	0
19860614	neurje	j	7.11	1.92
19860616	naliv	jv	7.28	21.12
19860618	neurje	j	5.16	0
19860629	neurje	z	4.43	0
19860724	neurje	z	5.83	0

=====

manjšo natančnost ročno izdelanega vetrokaza.

### 3.3 Opis smrek

Značilnosti vzorčnih smrek so prikazane v tabeli 4: Opisi smrek, ugotovljeni ob opisu zdravstvenega stanja po prirejenem popisnem obrazcu št.2 Popisa poškodovanosti gozdnih sestojev. Smreke so večinoma v sovladajočem položaju, tri so nadrasle (1, 10 in 23/2), tri pa podrasle (4/2, 5, 8). Krošnje so srednje dolge do dolge. Smreka št.6 ima sekundarni vrh, št.9 odlomljen vrh.

Ob delnem pregledu ploskev (septembra 1987) niso bili zabeleženi pomembnejši škodljivci ali bolezni gozdnega drevja. Pogoste so mehanske poškodbe debel, lameta sindrom je izrazit pri smrekah št. 2 in 6. Pogosti so sekundarni poganjki in rumena pegavost iglic. Krošnje so večinoma rahlo presvetljene (10-25%), smreki št. 3/2 in 8 srednje presvetljeni. Tip osutosti je notranji, redkejši so starejši letniki iglic, le pri smreki št. 21/2 je osutost kombinirana. Porumenelost je neizrazita in splošna ali neopazna. Iz popisnega obrazca izračunana stopnja poškodovanosti je večinoma 1., pri smreki št.21/2 je 3. (predvsem zaradi kombiniranega tipa odmiranja), rahlo presvetljene krošnje in neizrazito odmiranje pa kažejo smreke št. 3/2,4/2,8,22/2,10, kar jih uvršča v 2.stopnjo poškodovanosti.

### 3.4 Morfološke in histološke ocene mikoriznih korenin

Kratke korenine smreke z razvito mikorizo tvorijo značilne grmičaste oblike razrasti (Slika 3). Kratke korenine so odebeljene zaradi hifnega plašča in Hartigove mreže. Koreninice izraščajo v velikem številu na kratkih razdaljah. V prostor med grmički mikoriznih koreninic so tesno vpeti težko ločljivi koščki zemlje. Na slikah št.3 in 4 je mikoriza oker in sive barve pri smrekah št.20/1 in 20/2, ki sta bili najpogosteje opisani barvi vzorčenih mikoriznih koreninic.

Slike 5 do 11 kažejo dva ekstremna primera razvitosti mikorize, slike 5 do 9 posnetke z vrstičnim elektronskim mikroskopom, sliki 10 in 11 z optičnim mikroskopom.

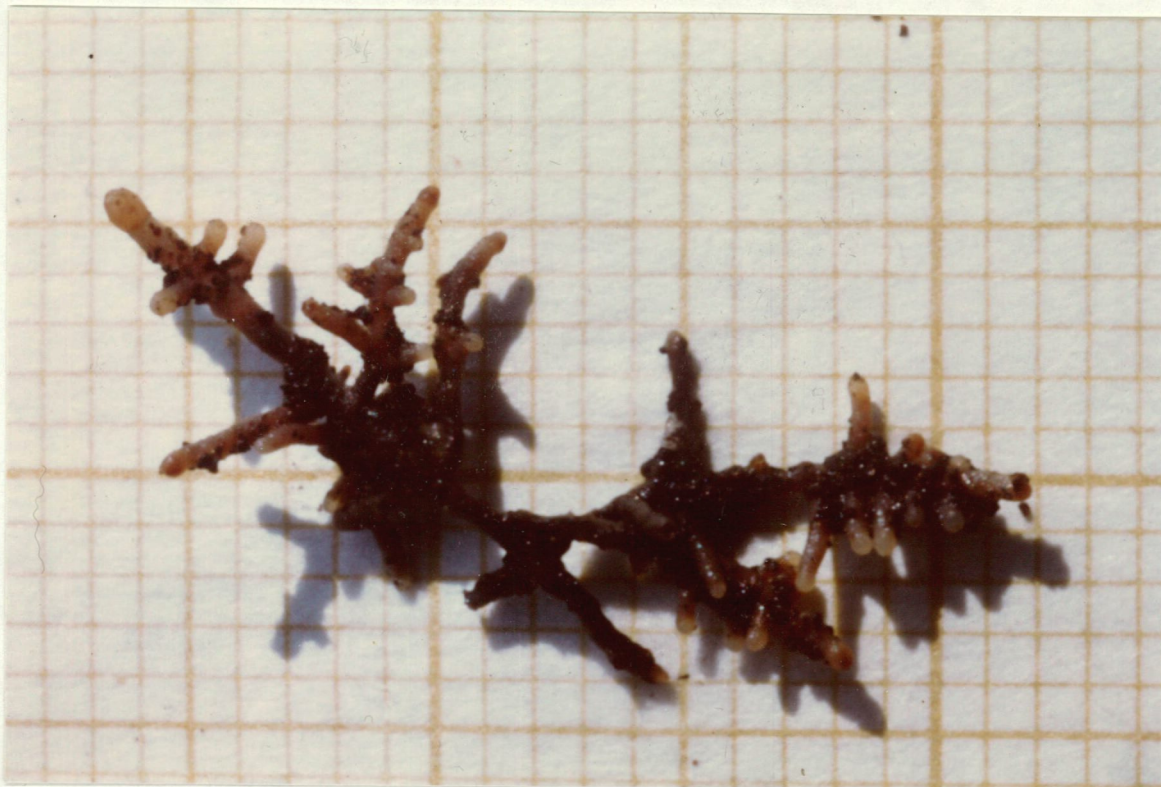
Slika št.5 prikazuje mikorizno kratko korenino s točke 10. Viden je stožčasto zaobljen koreninski vršiček, ki nakazuje aktivnost meristematskih celic, ter gost plašč hif, ki prekriva korenino. Na sliki št.7 je bolj vidna debelina plašča (ca 100um) pri dveh sveže odlomljenih odrastkih kratkih korenin.

Na sliki št.8 je vidna kratka korenina smreke št.8. Koreninski vršiček ja topo zaobljen, kar kaže, da se je meristematska aktivnost zmanjšala, korenina ne raste več. Opazne so sledi nekaj hif. Na sliki št.9 je odrastek te kratke korenine prelomljen. Celice skorje so nagubane, kar nakazuje poškodbe, vidne so posamezne hife gliv, ki segajo v centralni cilinder. Verjetno pripadajo parazitskim glivam. Hifni plašč ali Hartigova mreža

Tabela 4: Opisi smrek, prirejani po obrazcu 2. Popisa poskodovanosti gozdov v Sloveniji

Oznaka sm.	1	2	3	1	4	2	5	6	7	8	9	10	20_1	20_2	21_1	21_2	22_1	22_2	23_1	23_2	
Ploskev	1	2	3	4	4	5	6	7	8	8	9	10	11	11	12	12	13	13	14	14	
Starost/let/	100	100	70	80	60	20	30	70	80	80	80	120	70	60	60	60	40	40	70	80	
Obseg/cm/	176	183	110.5	193	105.5	43.5	60.5	126	126	74.5	135	136	93.5	78	91	74.5	80	81	130	134	
Visina/m/	38.5	39.5	26	34	24	9.5	14.5	27.5	23.5	16	27	24.5	22	20.5	18	18	22	24	30	34	
Soc.opl.	1	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1
D.kroenja	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2
vrh	1	0	1	1	0	0	1	7	1	1	6	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
Meh.posk.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
Lameta s.	1	2	1	1	1	0	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Osutost kr.	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Tip osut.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Porumen.	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1
Tip por.	3	3	1	1	1	0	0	1	0	1	1	3	3	0	3	3	0	0	0	0	3
Odm.-ozig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Tip odm.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0
Smoljenje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Sek.pog.	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Suhe s.veje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cvetenje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stop.posk.	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1

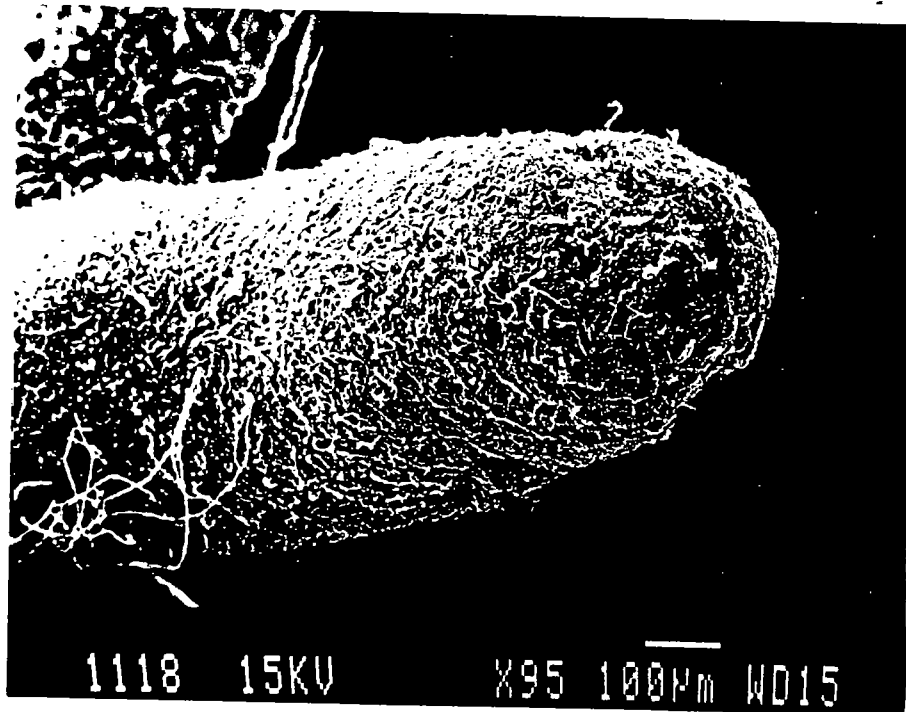




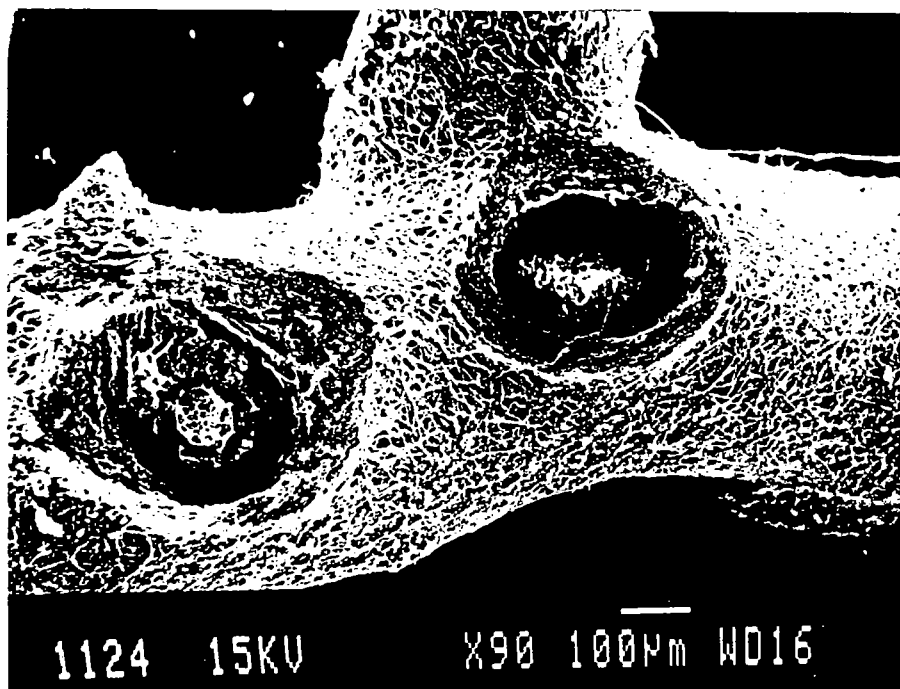
Slika 3: Grmičasto razrasla mikorizna korenina (s smreke 20/1)



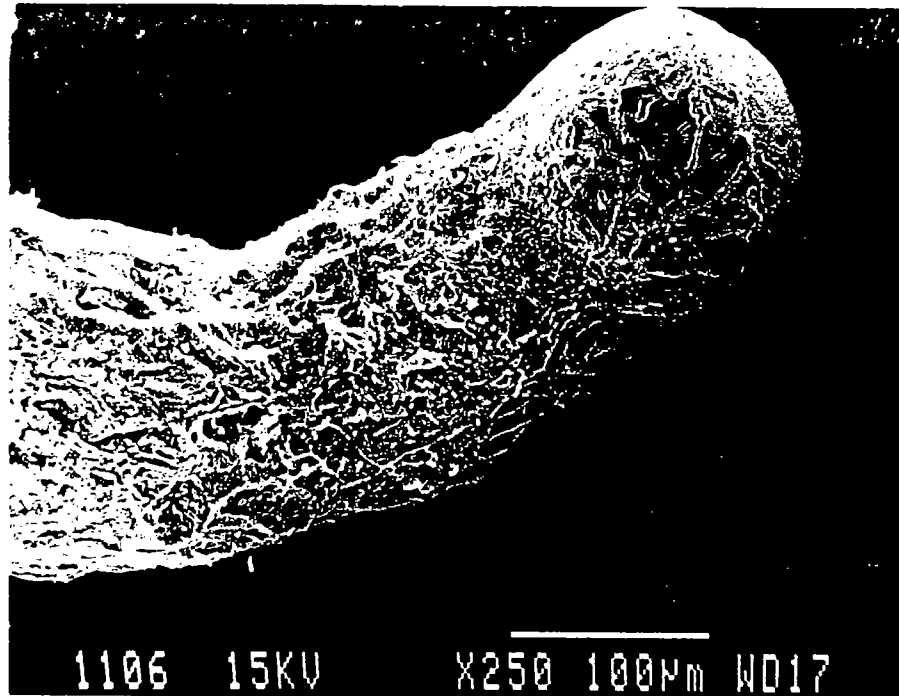
Slika 4: Mikorizna korenina (s smreke 20/2)



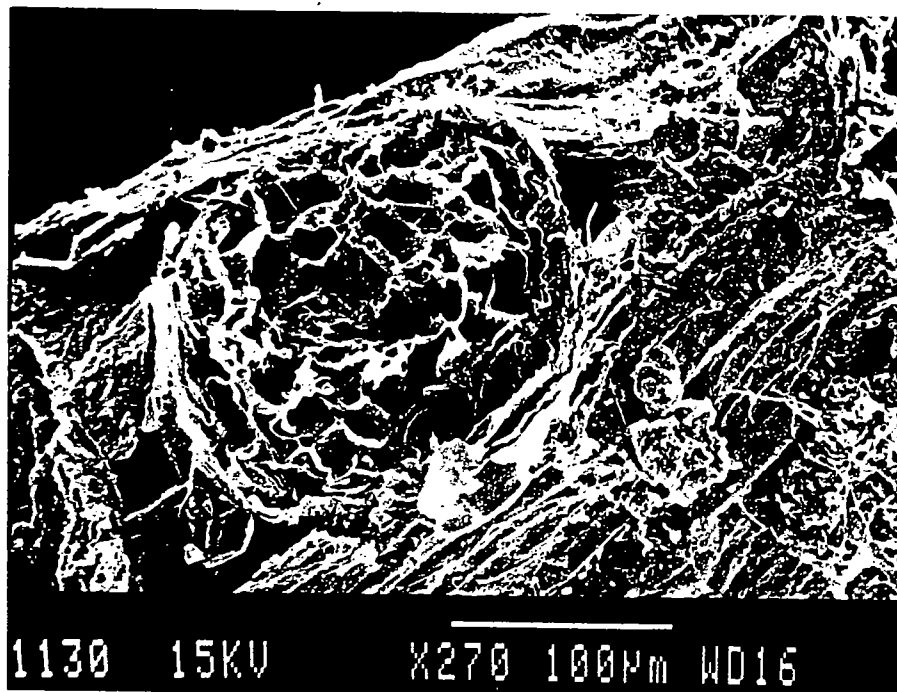
Slika 5: Mikorizna korenina vitalnostnega razreda 1 do 2  
(SEM posnetek; s smreke 10)



Slika 6: Bližnji posnetek mikoriznega plašča, debeline ca. 100µm  
(SEM posnetek; s smreke 10)

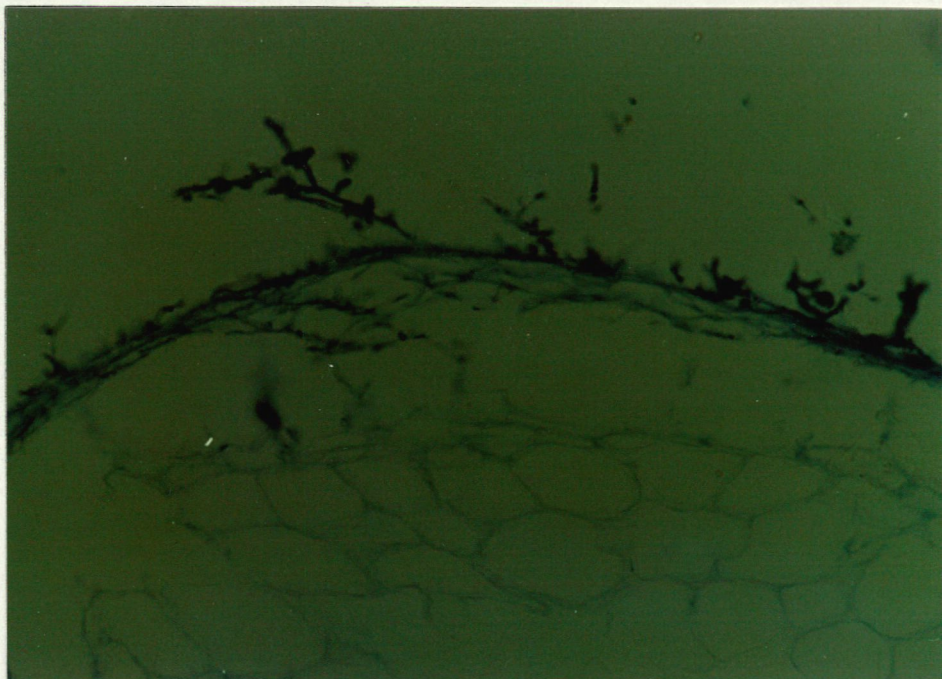


Slika 7: Mikorizna korenina 5 vitalnostnega razreda  
(SEM posnetek; s smreke 8)

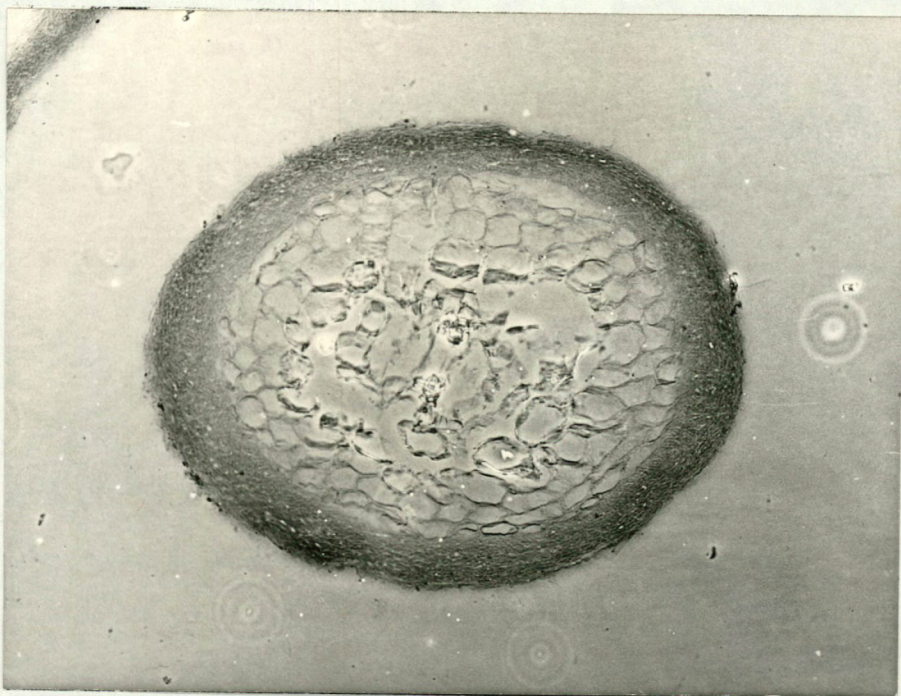


Slika 8: Prečni pogled v mikorizno korenino v propadanju  
(SEM posnetek; s smreke 8)





Slika 9: Prečni prerez korenine s slabo razvito mikorizo  
(OM posnetek, debel.20 $\mu$ m, poveč.640X; s smreke 8)



Slika 10: Prečni prerez korenine z dobro razvito mikorizo  
(OM posnetek, debel.15 $\mu$ m, poveč.160X; s smreke 5)

=====  
Tabela 5a: Ocena in opis mikorize  
=====

Oznaka	Opis	Trend	Ocena	Opomba	Sezona	Datum
1		+-	bp	30 sibe	S6	19860602
1		+-	bp	30 ru,cr,be	J6	19861027
1		-	pr	10 ok,size,momic	S7	19870618
1		+-	bp	30 be,ok,zeru	J7	19870910
2		-	bp	10 sibe	S6	19860602
2		-	bp	10 sibe,ruok	J6	19861103
2		++	bp	50 cr,sibe,okrj	S7	19870618
2		++	?	50 beru	J7	19870910
3/1		++	bp	70 sibe	S6	19860602
3/1		++	bp	60 sibe,ok,cr,zeru	J6	19861103
3/1		-	pr	10 cr,sibe,momic	S7	19870618
3/1		+-	pr	30 ok	J7	19870910
3/2		++	bp	80 sibe	S6	19860602
3/2		++	bp	90 sibe,cr,siru	J6	19861103
3/2		++	bp	60 siok,ruze,zebe	S7	19870618
3/2		++	bp	80 be,cr,bemic	J7	19870910
4/1		0	0	0 prisotna	S6	19860519
4/1		+-	bp	40 sibe,ruze,cr	J6	19861027
4/1		+-	bp	20 be,cr,sibe	S7	19870612
4/1		+-	bp	40 sibe,ok	J7	19870909
4/2		0	0	0 prisotna	S6	19860519
4/2		-	bp	40 sibe	J6	19861027
4/2		++	bp	60 beok,sibe	S7	19870612
4/2		++	bp	60 sibe,zeru	J7	19870909
5		0	0	0 prisotna	S6	19860602
5		++	bp	80 sibe,siru	J6	19861027
5		++	bp	80 zesibe	S7	19870612
5		++	bp	80 ruze,rd,oksi	J7	19870909
7		-	pr	20 sibe	S6	19860519
7		-	pr	20 sibe	J6	19861103
7		+-	bp	30 siok,kor.pr.	S7	19870612
7		++	bp	50 sibe,rd	J7	19870909
8		0	0	0 prisotna	S6	19860602
8		0	pr	0 si,cr	J6	19861001
8		-	pr	10 sibe	S7	19870618
8		-	pr	20 be,ok,rd	J7	19870909
9		0	0	0 prisotna	S6	19860602
9		0	0	0 si	J6	19861022
9		+-	bp	50 siok,cr,beok	S7	19870618
9		++	bp	90 be	J7	19870910
10		0	0	0 prisotna	S6	19860602
10		+-	bp	20 sibe	J6	19861022
10		++	bp	70 sibe,ok,zeokbe	S7	19870618
10		++	bp	70 ok	J7	19870910

=====

=====  
 Tabela 5b: Ocena in opis mikorize  
 =====

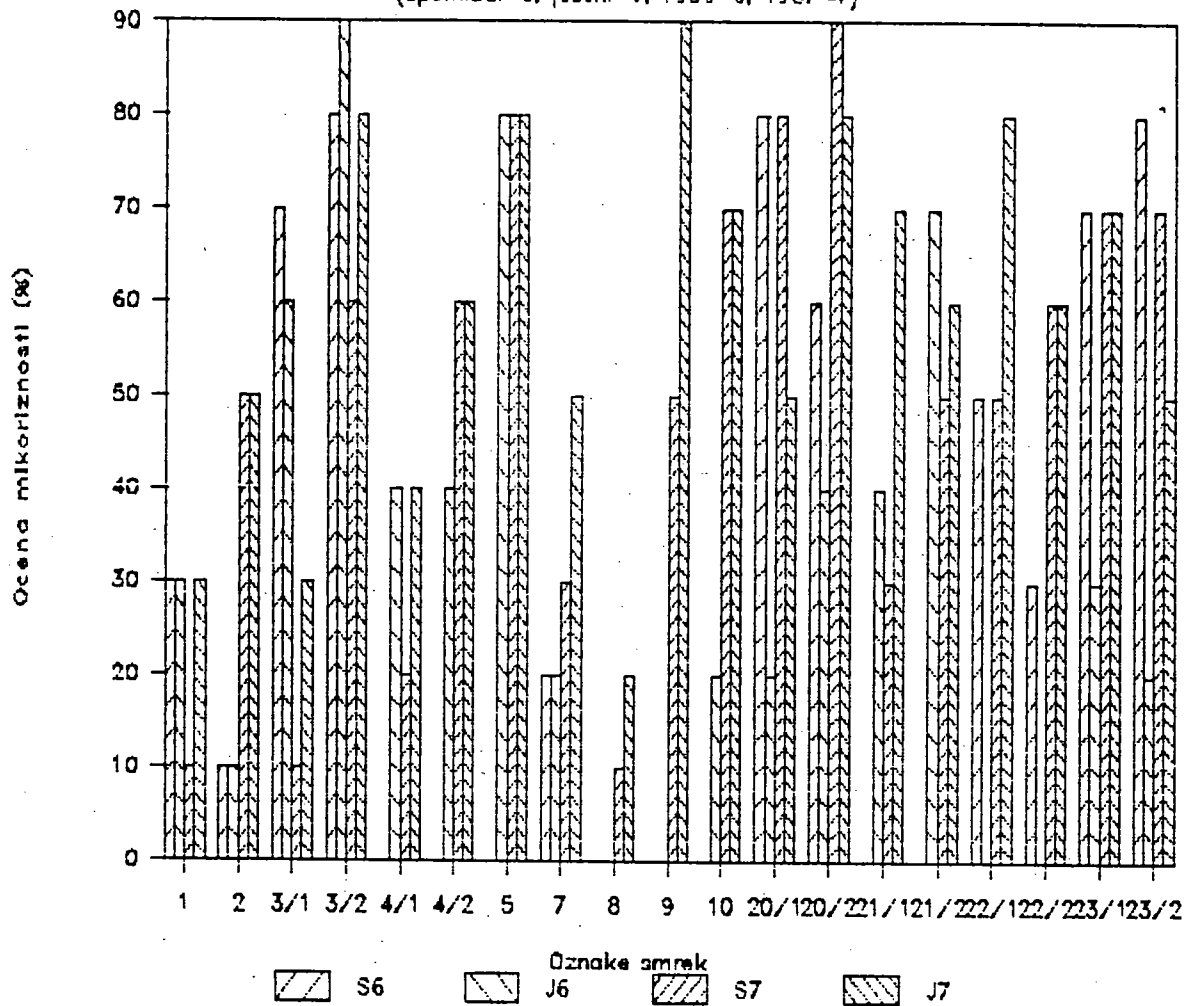
Oznaka	Opis	Trenc	Ocena	Opomba	Sezona	Datum
20/1	++	bp	80	sibe	S6	19860512
20/1	-	bp	20	be,sibe,kor.pr	J6	19861022
20/1	++	bp	80	size	S7	19870512
20/1	++	bp	50	beok,cr,rd,zemic	J7	19870914
20/2	++	bp	60	sibe	S6	19860512
20/2	+-	pr	40	sibe,ruok,citru	J6	19861022
20/2	++	bp	90	sibe,cr,si	S7	19870612
20/2	++	bp	80	ok,zeru,cr,be	J7	19870914
21/1	0	0	0	prisotna	S6	19860512
21/1	+-	pr	40	ok,sibe,cr,citru	J6	19861022
21/1	+-	bp	30	siok,kor.?	S7	19870612
21/1	++	bp	70	ruze,be	J7	19870914
21/2	0	0	0	prisotna	S6	19860512
21/2	+-	bp	70	ok,citru,cr	J6	19861022
21/2	+-	bp	50	zeok,kor.pr.	S7	19870612
21/2	++	bp	60	ruok,zeru	J7	19870914
22/1	+-	bp	50	sibe	S6	19860519
22/1	0	0	0	si	J6	19861022
22/1	++	bp	50	be	S7	19870612
22/1	++	bp	80	sibe,ruze	J7	19870914
22/2	+-	bp	30	sibe	S6	19860519
22/2	0	0	0	sibe	J6	19861022
22/2	+-	bp	60	cr,siok	S7	19870612
22/2	++	bp	60	sibe,ruze,cr	J7	19870914
23/1	+-	?	70	sibe,simo	S6	19860519
23/1	-	pr	30	sibe,okbe,simo	J6	19861022
23/1	++	bp	70	siok,crok,cr,siz	S7	19870618
23/1	++	bp	70	sibe,bemo	J7	19870910
23/2	+-	?	80	sibe,simo	S6	19860519
23/2	-	pr	20	sizemo	J6	19861022
23/2	++	?	70	siok,cr	S7	19870618
23/2	++	bp	50	sibe,mo	J7	19870910
6	0	0	0	prisotna	S6	19860602

=====  
 Opombe: si=sivo, be=belo, ru=rumeno, ze=zeleno, mo=mod  
 rj=rjavo, rd=rdeca, ok=oker, cr=crno, citr=citronasto,  
 in kombinacije, različne barve loci vejica: brez opisa  
 barve=prisotna; mic=micelij; kor=korenine; pr=v propada  
 bp=na videz zdrava mikoriza; 0=mikoriza ni bila ocenje  
 =====



# Ocena mikorize posameznih korenin

(spomladi=S, jeseni=J, 1986=6, 1987=7)



Slika 11: Ocena mikorize posameznih korenin v zaporednih sezonah

nista opazna. Poškodovano korenino s slabo razvitim, poškodovanim hifnim plaščem in brez Hartigove mreže prikazuje tudi slika št.10. Za primerjavo je na sliki št.11 prikazan posnetek mikroskopskega reza kratke korenine smreke št.5, kjer je viden debel plašč hif in Hartigova mreža, razvita med tremi sloji celic primarne skorje.

Goeblova (1988) bi zgornja primera uvrstila v prvi do drugi in v peti razred vitalnosti korenin. Prvi razred zajema korenine z gladko skorjo in nedotaknjenim koreninskim vršičkom, sposobne regeneracije vršička, v drugem razredu so opazne rahle poškodbe skorje, koreninski vršički počasneje rastejo, opazne so manjše spremembe pri mikorizi (kratka korenina s točke 10 (slika 4) že kaže znake zmanjšane hitrosti rasti). Peti razred zajema težko poškodovane korenine z močnimi poškodbami skorje, zelo poškodovanimi ali skrajšanimi koreninskimi vršički, prisotni so sekundarni škodljivci in glive, mikoriza ni sposobna regeneracije, opazne so degenerativne spremembe tkiva-skrčene celice nepravilnih oblik.

Ocene in opisi mikorize pri posameznih smrekah v zaporednih sezonah so prikazani v tabeli 5 a in b in na sliki 11. Mikoriza je dobro razvita, ocenjena na nad 70%, predvsem pri smrekah št. 3/2, 5, 9, 20/1, 20/2, 22/1 in 23/2. Dobro je razvita tudi pri smrekah 2, 3/1, 4/1, 4/2, 7, 10, 21/1, 21/2, 22/2 in 23/2, kjer je ocenjena na 30-70%. Vendar se pri posameznih smrekah iz te skupine pojavljajo poškodbe korenin in trend propadanja mikorize: pri smrekah 3/1 (v letu 1987), 7 (1986 in 1987), 21/1 (jeseni 1986) in 23/2 (jeseni 1986). Slabše je razvita mikoriza pri smreki št. 1, kjer je v letu 1987 opazen trend propadanja. Zelo slabo je razvita mikoriza pri smreki št. 8, kjer je izrazito propadanje korenin in mikorize.

V istem vzorcu so se pojavljale različne vrste glivnih simbiotov. Zasedovali smo le razlike v barvi mikorize in zabeležili prisotnost opaznejših rizomorfov. Ti so tvorili bel (3/2), zelen (20/1) ali moder micelij (1, 3/1, 23/1, 23/2). Najpogostejša je bila sivobela mikoriza, oker in črna (Tabela 5 a in b: Opombe).

V letu 1987 je pri večini ocenjenih mikoriznih korenin opazna večja rast, višje ocenjena mikoriznost v jesenski sezoni glede na spomladansko. Taka ocena izhaja iz večje rasti mikoriznih korenin in gliv v jesenskem obdobju, kar je tudi vzrok za priporočeno vzorčenje v dveh letnih sezonah, pozno spomladi in jeseni (Schenk, 1984). Poseben problem pri ocenjevanju stopnje mikoriznosti starejših osebkov smrek pa predstavlja različna mikoriznost posameznih lateralnih korenin iste smreke.

### 3.5 Vsebnost mineralnih elementov v korenincah

Analize vsebnosti elementov v koreninah v posameznih sezonah so prikazane v tabelah 6a,b,c,d, poprečne vrednosti za vsako smreko v tabeli 7 in skupna poprečja vseh meritev v tabeli 9. Primerjava

Tabela 6a: Vsebnost elementov v koreninah in ocena mikoriznosti spomladi 1986

Oznaka	Datum	Oc.m.	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
1	19860602	+-	252.03	5784.20	1194.61	2492.49	5365.58	11702.25	811.39
2	19860602	-	1207.38	8484.62	4761.54	2026.15	355.77	2420.38	4.10
3_1	19860602	++	390.56	7019.54	2545.60	766.12	1617.52	7508.11	416.72
3_2	19860602	++	526.97	3615.78	745.55	1725.45	3072.19	8136.68	453.02
4_1	19860519	0	323.76	4754.95	1423.27	1955.94	2843.91	8838.88	158.33
4_2	19860519	0	411.73	3729.62	829.03	2053.28	1703.46	6255.46	312.62
5	19860602	0	479.12	7020.60	1241.76	1137.09	3771.68	16544.63	155.23
7	19860519	-	397.17	3704.45	1313.77	884.35	988.26	3792.03	172.65
8	19860602	0	365.02	2454.65	681.40	2886.98	489.98	2178.21	64.46
9	19860602	0	624.48	7270.83	2320.31	1761.98	1528.96	6478.98	527.50
10	19860602	0	157.56	2088.70	455.32	1850.72	416.99	2298.12	72.85
20_1	19860512	++	415.87	4075.30	1361.45	1131.33	801.63	8786.79	171.26
20_2	19860512	++	168.69	2044.64	392.26	1453.10	741.86	5035.09	139.61
21_1	19860512	0	186.32	2421.65	1049.86	1313.11	212.28	1209.15	97.19
21_2	19860512	0	328.31	5228.92	1902.11	396.69	431.48	5554.19	38.53
22_1	19860519	+	411.32	5369.10	1264.15	1328.77	3398.70	11338.57	666.31
22_2	19860519	+	347.87	5210.11	1621.01	1720.21	5205.08	15393.85	425.31
23_1	19860519	+	243.31	3744.42	989.96	556.96	5172.70	14863.53	797.19
23_2	19860519	+	487.54	6083.07	1988.82	781.47	3919.62	11922.97	551.78
6	19860602	0	142.83	2548.97	372.76	2367.04	2377.13	11875.35	300.71
Poprecje			393.39	4632.71	1422.73	1529.46	2220.74	8106.66	316.84
St.dev.			225.55	1855.09	967.38	655.73	1719.30	4543.64	245.86
Popr. (++)			375.52	4188.82	1261.22	1269.00	1558.30	7366.67	295.15
Popr. (+)			348.41	5238.18	1411.71	1375.98	4612.34	13044.23	650.40
Popr. (-)			802.28	6094.54	3037.66	1455.25	672.02	3106.21	88.38

Tabela 6b: Vsebnost elementov v koreninah in ocena mikoriznosti jeseni 1986

Oznaka	Datum	Oc.m.	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Al (ppm)	Al/Ca	N (%)	S (%)
1	19861027	+-	678.36	3777.94	1420.09	3794.80	3159.95	11401.47	583.53	8429.99	2.221	1.29	0.000
2	19861103	-	384.32	5280.74	855.00	2366.56	4977.07	13473.05	654.79	14817.10	6.261	1.18	0.110
3_1	19861102	++	189.90	2366.29	344.51	2777.12	1410.60	4256.04	431.39	5596.69	2.015	1.18	0.099
3_2	19861103	++	200.83	3699.68	564.72	2645.04	3091.60	6707.85	798.40	9834.18	3.718	1.15	0.111
4_1	19861027	+	123.36	2801.13	390.06	2747.27	4649.29	13564.14	261.77	12853.68	4.679	1.33	0.137
4_2	19861027	-	280.39	3558.20	586.50	1462.75	4453.34	12568.31	245.12	13774.92	9.417	1.30	0.134
5	19861027	++	252.03	2416.18	497.69	1573.43	1995.27	8593.60	114.05	10843.93	6.892	1.32	0.131
7	19861103	-	270.64	3727.50	531.97	2777.52	1362.31	4413.57	236.60	5592.80	2.014	1.28	0.130
8	19861001	0	214.35	2926.43	599.08	3281.25	1725.00	5059.00	78.92	3752.20	1.144	0.97	0.087
9	19861001	0	186.05	2256.03	414.76	3834.62	2000.28	4104.87	341.37	5073.61	1.323	0.14	0.092
10	19861022	+-	182.05	2383.72	482.67	3861.15	2330.93	2143.25	242.57	1732.78	0.449	1.56	0.111
20_1	19861022	-	96.87	3269.32	420.89	3254.80	2468.57	5394.76	187.42	6103.79	1.875	1.25	0.118
20_2	19861022	+	92.86	2670.39	674.65	1727.41	1452.27	5952.45	113.42	4840.26	2.802	1.34	0.122
21_1	19861022	+-	88.31	1801.09	464.65	3036.22	1441.50	1894.59	285.50	1393.56	0.459	1.08	0.109
21_2	19861022	+	97.00	3074.53	526.81	2206.60	1706.50	3011.37	309.34	3083.43	1.397	1.28	0.132
22_1	19861022	++	167.79	3066.38	362.52	3659.22	2131.98	5779.88	996.91	7146.43	1.953	0.95	0.097
22_2	19861022	0	250.09	4002.55	779.48	3137.05	3503.72	10541.70	943.78	10401.53	3.316	0.21	0.109
23_1	19861022	-	225.71	2832.79	365.49	1981.84	2647.35	9026.35	447.02	12086.28	6.099	1.01	0.079
23_2	19861022	-	191.65	3013.63	430.77	2212.70	2903.44	8590.65	439.56	9745.06	4.404	1.40	0.133
Poprecje			219.63	3101.29	563.81	2754.60	2600.58	7182.99	405.87	7742.22	2.811	1.12	0.11
St.dev.			130.95	772.04	242.81	744.04	1099.17	3653.62	266.06	3965.96	5.330	0.36	0.03
Popr. (++)			202.64	2887.13	442.36	2663.70	2157.36	6334.34	585.19	8355.31	3.137	1.15	0.110
Popr. (+)			210.32	2751.47	659.82	2895.58	2456.74	6327.88	299.35	5388.95	1.861	1.31	0.102
Popr. (-)			241.60	3613.70	531.77	2342.70	3135.35	8911.12	368.42	10353.33	4.419	1.24	0.117

Tabela 6c: Vsebnost elementov v koreninah in ocena mikoriznosti spomladi 1987

Oznaka	Datum	Oc.m.	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Al (ppm)	Al/Ca	N (%)	S (%)	C (%)
1	19870618	-	0.02	1082.66	171.96	2460.03	1709.51	3522.57	742.62	3918.82	1.593	1.33	0.000	42
2	19870618	++	66.16	1479.00	0.02	2596.53	2293.32	4108.28	211.23	5326.25	2.051	0.87	0.140	38
3_1	19870618	-	1816.09	1295.74	87.79	3657.86	1348.62	2923.30	524.67	6456.26	1.765	1.12	0.120	43
3_2	19870618	++	0.02	1855.36	132.82	4337.11	2219.63	3121.50	524.82	4396.55	1.014	1.27	0.131	45
4_1	19870611	+/-	0.02	1265.35	110.82	2831.41	1701.23	4501.99	189.61	6385.76	2.255	1.11	0.137	53
4_2	19870611	++	0.02	1953.22	262.70	1270.60	1807.19	6254.48	199.92	8032.79	6.322	1.50	0.143	46
5	19870611	++	0.02	1979.15	363.04	993.07	1109.45	4707.35	167.81	5981.15	6.023	1.46	0.144	44
7	19870611	+/-	0.02	1579.88	68.05	1380.67	927.69	3181.71	173.82	3119.34	2.259	1.31	0.125	48
8	19870618	-	0.02	655.41	303.91	1995.40	1452.54	1981.70	88.41	1696.09	0.850	1.32	0.132	39
9	19870618	+/-	4815.63	1022.94	372.98	1491.55	1128.02	1595.53	172.64	1860.66	1.247	1.41	0.129	40
10	19870618	++	0.02	1305.44	187.89	2041.98	1587.90	5735.72	93.64	3228.95	1.581	1.04	0.131	47
20_1	19870611	++	0.02	2047.93	299.29	1580.35	583.78	7002.14	148.76	4971.05	3.146	1.27	0.149	49
20_2	19870611	++	0.02	1124.28	163.87	3124.96	1599.54	7201.77	138.87	6665.95	2.133	1.46	0.117	44
21_1	19870611	+/-	0.02	990.29	0.02	1588.40	720.43	1449.83	190.84	1349.76	0.850	1.42	0.133	50
21_2	19870611	+/-	0.02	954.75	183.39	212.81	250.23	2974.78	144.79	2398.85	11.272	1.35	0.151	51
22_1	19870611	++	0.02	2360.18	104.45	1280.32	2540.47	8470.24	617.00	10363.88	8.095	1.75	0.174	47
22_2	19870611	+/-	0.02	1800.56	177.50	1781.17	1205.66	5013.89	528.52	4682.89	2.629	1.39	0.153	39
23_1	19870618	++	3265.34	2014.98	517.83	824.22	1410.42	5369.03	481.46	12097.00	14.677	1.26	0.127	38
23_2	19870618	++	0.02	740.52	24.29	2670.17	2003.18	2085.91	377.54	3946.16	1.478	1.36	0.114	39
Poprečje			524.40	1450.88	185.93	2006.24	1452.57	4273.77	300.89	5098.80	3.749	1.32	0.129	44
St. dev.			1296.36	481.30	134.52	996.33	579.66	1966.65	197.41	2775.08	3.750	0.19	0.033	5
P. (++)			333.17	1691.91	205.62	2071.93	1715.49	5405.64	296.11	6500.97	3.138	1.32	0.137	44
P. (+/-)			802.62	1268.96	152.13	1547.67	988.98	3119.62	233.37	3299.38	2.132	1.33	0.138	47
P. (-)			605.38	1011.27	187.89	2704.43	1503.56	2809.19	451.90	4023.72	1.488	1.26	0.084	41

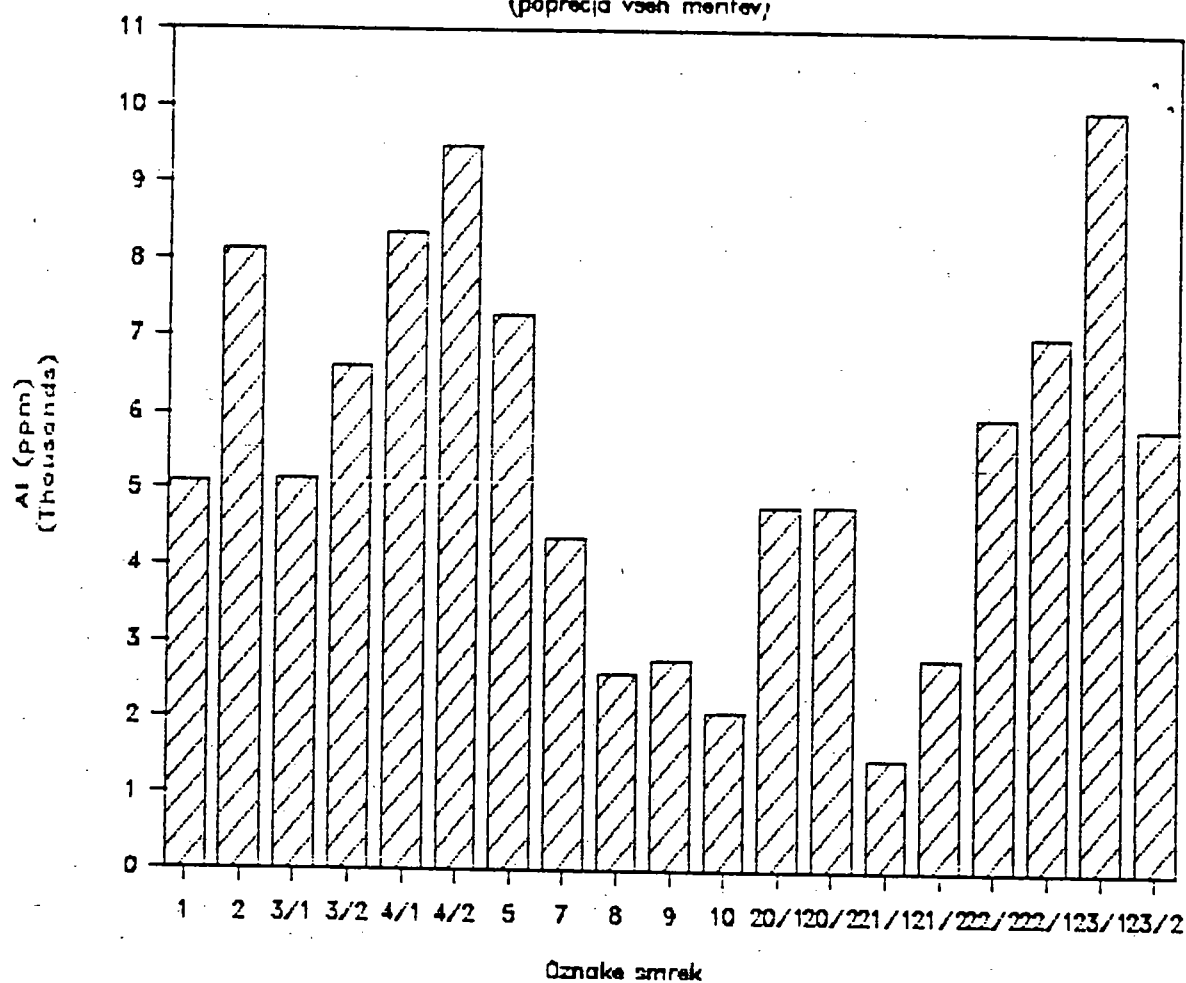


Tabela 6d: Vsebnost elementov v koreninah in ocena mikoriznosti jeseni 1987

Oznaka	Datum	Oc.m.	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Al (ppm)	Al/Ca	N (%)	S (%)	C (%)
1	19870910	+-	849.35	1672.73	68.83	2927.98	1593.54	2408.50	685.83	2896.10	0.989	1.41	0.142	57
2	19870910	++	0.02	1722.71	0.02	3255.26	1369.06	2699.48	208.53	4203.06	1.291	1.21	0.120	49
3_1	19870910	+-	613.74	1422.58	21.12	3091.73	1543.10	1765.97	604.19	3319.26	1.074	0.96	0.123	0
3_2	19870910	++	449.49	2653.35	177.32	2880.60	2008.03	4210.28	479.27	5605.67	1.946	1.44	0.153	49
4_1	19870909	+-	170.38	2310.28	276.67	3126.22	2391.14	3367.79	215.15	5838.22	1.868	1.21	0.154	54
4_2	19870909	++	914.39	2363.39	243.28	2773.20	2924.95	3958.70	222.79	6692.09	2.413	1.15	0.132	53
5	19870909	++	475.98	1523.75	33.30	1687.18	885.17	3770.96	159.46	4991.81	2.959	1.06	0.135	50
7	19870909	++	469.89	2067.98	51.12	3186.93	1366.54	3391.22	214.62	4393.26	1.379	1.14	0.141	0
8	19870917	-	478.22	1237.39	50.14	2529.84	1774.57	3959.13	95.07	2348.79	0.928	0.93	0.117	0
9	19870910	++	554.47	888.16	184.65	3033.61	2287.71	1276.34	277.21	1444.17	0.476	1.32	0.119	49
10	19870910	++	487.52	984.49	45.73	2981.72	1187.63	2436.99	121.07	1319.32	0.442	1.46	0.127	58
20_1	19870914	++	809.04	1104.59	0.02	1987.49	868.08	2564.10	170.59	3309.72	1.665	1.12	0.147	58
20_2	19870914	++	302.15	1260.57	198.20	2419.20	1033.88	3830.40	163.52	2896.74	1.197	1.34	0.116	56
21_1	19870914	++	523.68	804.05	110.16	1272.85	612.14	1747.05	138.81	1695.26	1.332	1.05	0.131	48
21_2	19870914	++	245.70	1474.78	235.00	1434.46	1047.88	2623.02	322.93	2919.13	2.035	1.23	0.139	55
22_1	19870914	++	692.94	1878.26	123.33	2149.92	1591.04	2808.76	650.01	3553.72	1.653	1.11	0.128	56
22_2	19870914	++	690.20	1397.82	93.08	2118.38	1146.63	2337.13	469.57	2868.45	1.354	1.01	0.133	60
23_1	19870910	++	697.74	1714.34	177.24	1425.74	964.52	2975.14	476.50	5825.16	4.086	1.38	0.131	55
23_2	19870910	++	439.34	1362.35	261.99	1465.69	962.99	2103.26	421.19	3857.32	2.632	1.27	0.117	0
Poprecje			520.22	1570.71	123.75	2407.79	1450.45	2854.43	320.86	3683.01	1.669	1.20	0.132	42.4
St.dev.			227.16	495.87	90.14	673.03	588.07	824.21	184.58	1514.96	0.864	0.16	0.012	22.1
P.(++)			518.17	1546.71	128.96	2271.48	1350.42	2848.86	299.74	3704.99	1.631	1.22	0.131	46
P.(+-)			544.49	1801.86	122.21	3048.64	1842.59	2514.09	501.72	4017.86	1.318	1.19	0.140	37
P.(--)			478.22	1237.39	50.14	2529.84	1774.57	3959.13	95.07	2348.79	0.928	0.93	0.117	0

# Vsebnost Al v koreninah

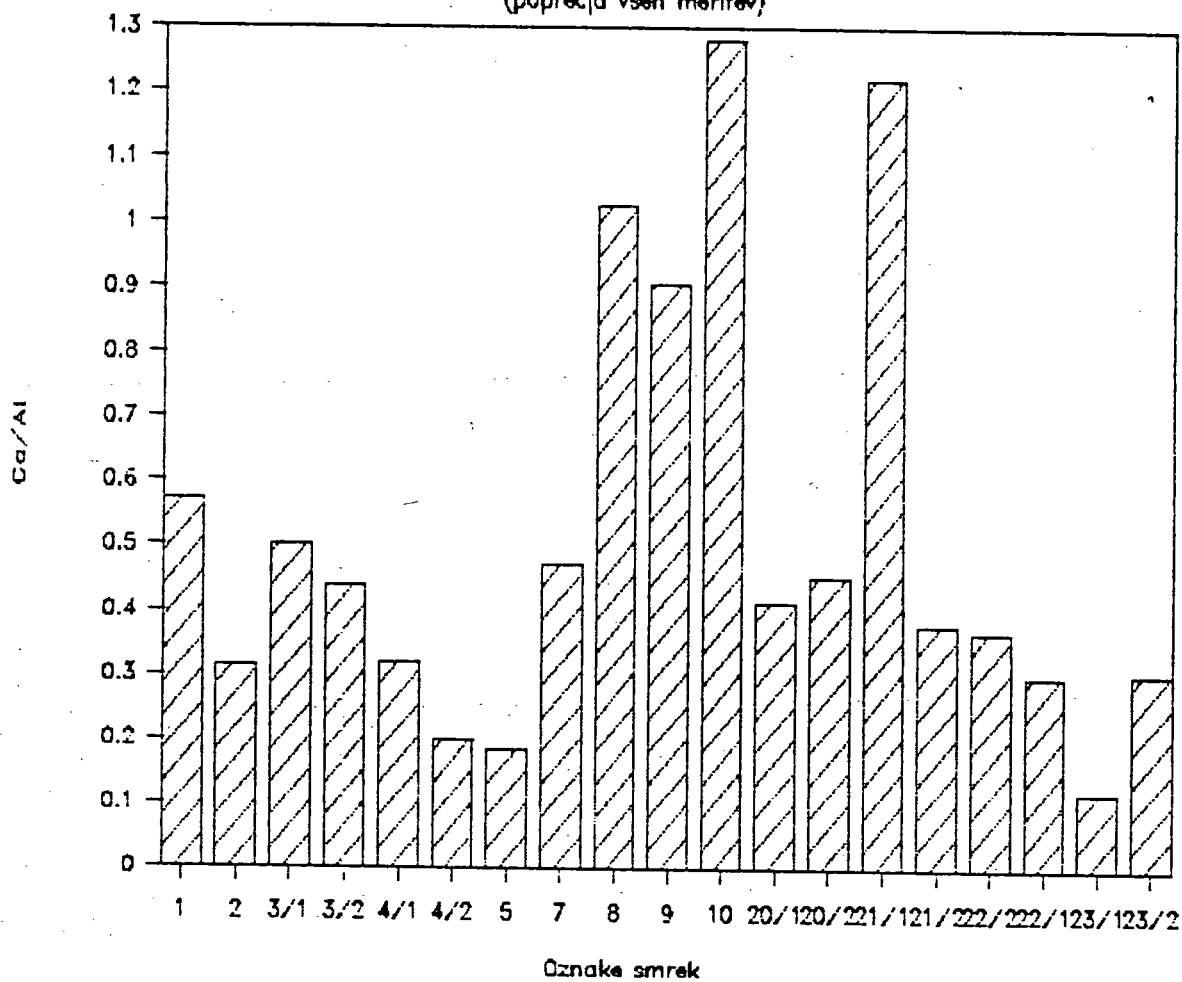
(poprečja vseh meritev)



Slika 12: Vsebnost Al v koreninah (poprečja vseh vzorčenj)

# Ca/Al razmerje v koreninah

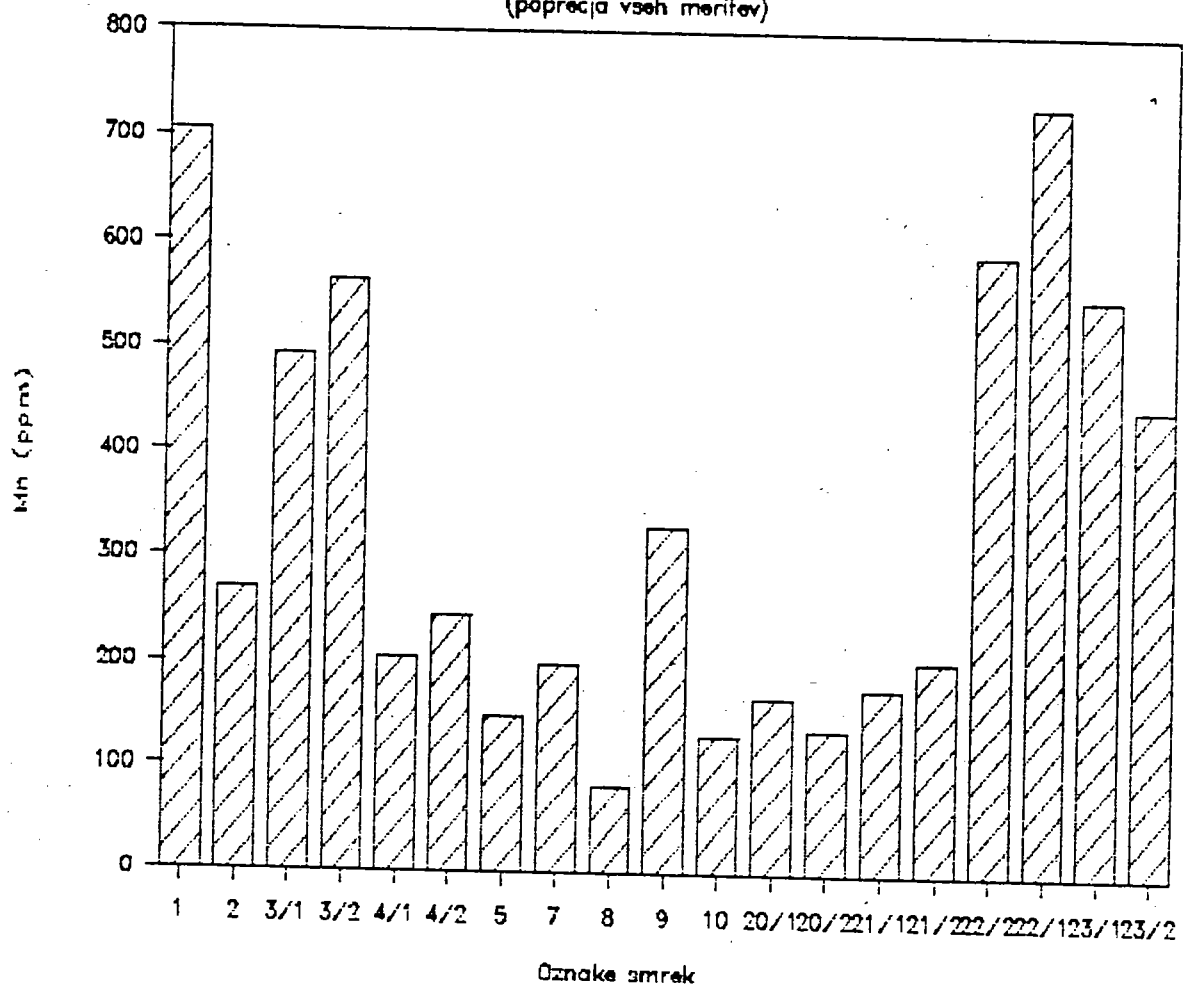
(poprečja vseh meritev)



Slika 13: Ca/Al razmerje v koreninah (poprečja vseh vzorčenj)

# Vsebnost Mn v koreninah

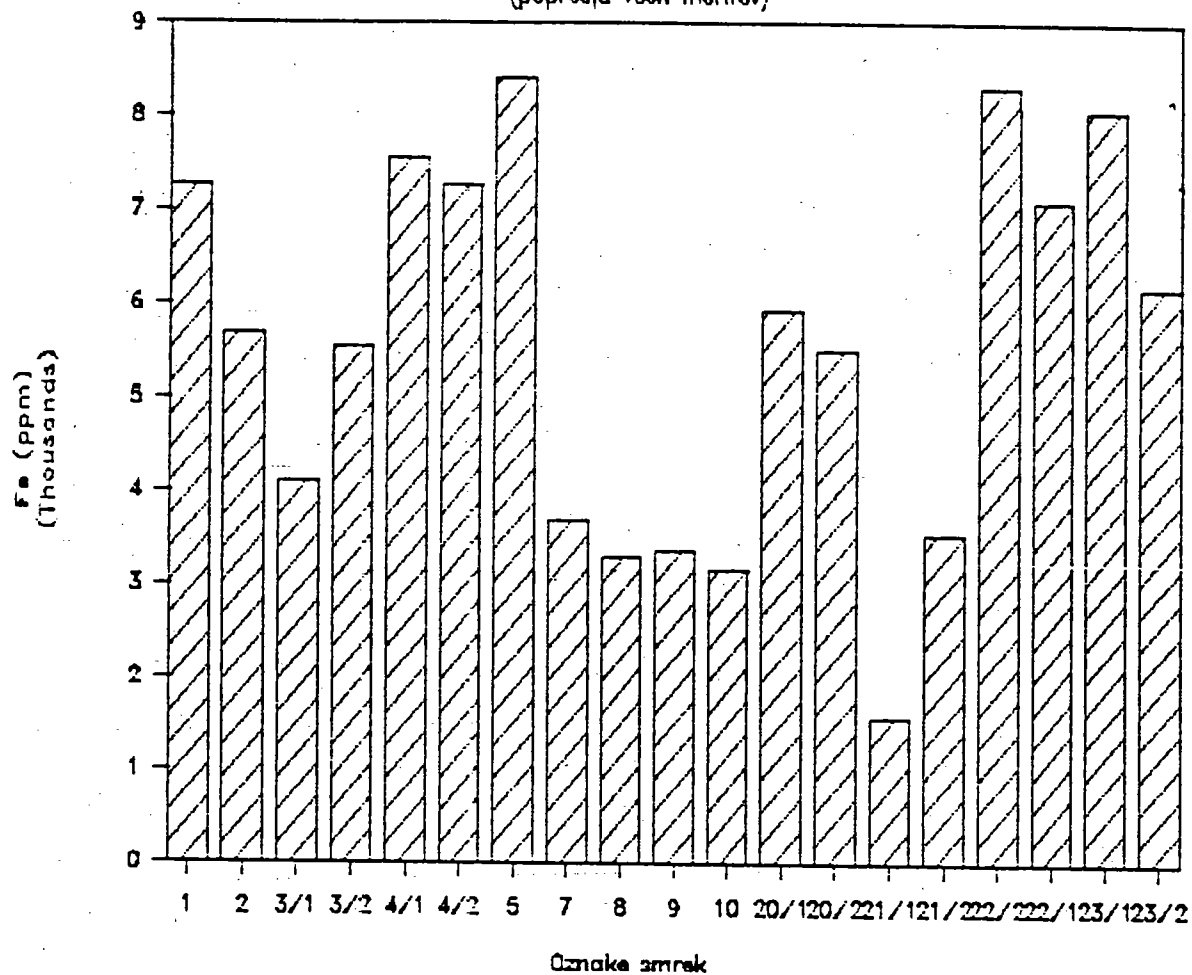
(poprečja vseh meritev)



Slika 14: Vsebnost Mn v koreninah (poprečja vseh vzorčenj)

# Vsebnost Fe v koreninah

(poprečja vseh meritev)



Slika 15: Vsebnost Fe v koreninah (poprečja vseh vzorčenj)

Tabela 7a: Poprecne vrednosti analiz elementov v koreninah smrek

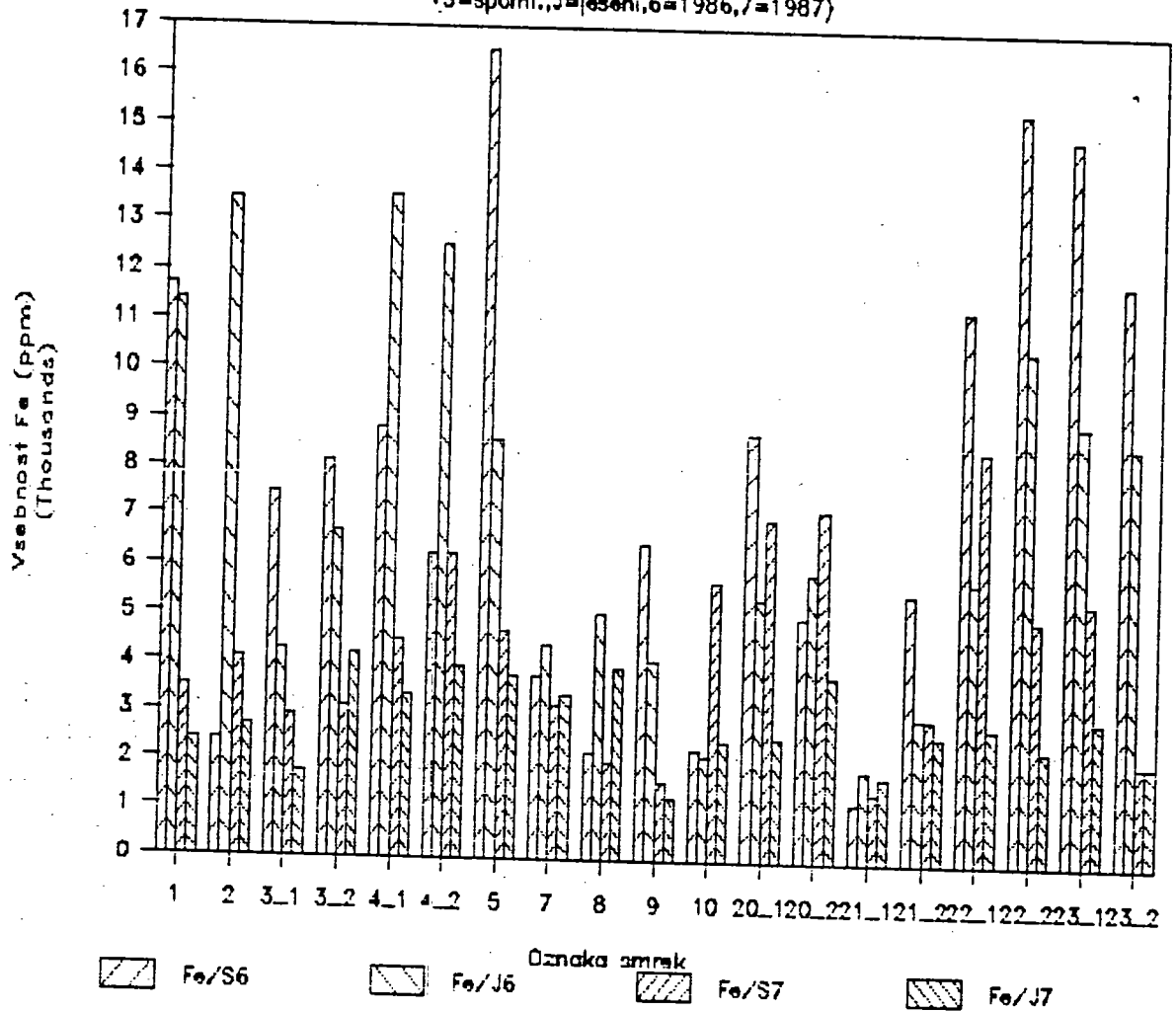
Oznaka	C (%)	N (%)	S (%)	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Al (ppm)
1	50	1.343	0.142	593.247	3079.383	713.873	2918.825	2957.145	7258.698	705.843	5081.637
2	44	1.087	0.123	552.620	4241.518	2808.270	2561.125	2248.805	5675.298	269.663	8115.470
3/1	43	1.087	0.114	752.573	3026.038	749.755	2573.208	1479.960	4113.355	494.243	5124.070
3/2	47	1.297	0.132	392.437	2956.043	405.103	2897.050	2597.863	5544.078	563.878	6612.133
4/1	54	1.217	0.143	205.340	2782.928	550.205	2665.210	2896.393	7568.200	206.215	8359.220
4/2	50	1.317	0.136	535.510	2901.108	480.378	1889.958	2722.235	7259.238	245.113	9499.933
5	47	1.280	0.137	402.383	3234.920	533.948	1347.693	1940.393	8404.135	149.138	7272.297
7	48	1.243	0.132	385.907	2769.953	491.228	2057.368	1161.200	3694.633	199.423	4368.133
8	39	1.073	0.112	352.703	1818.470	408.633	2673.368	1360.523	3294.510	81.715	2599.027
9	45	0.957	0.113	1545.158	2859.490	823.175	2530.440	1736.243	3363.930	329.680	2792.813
10	53	1.353	0.123	275.717	1690.588	292.903	2683.893	1360.863	3153.520	132.533	2093.683
20/1	54	1.213	0.138	440.600	2624.285	693.883	1988.493	1180.515	5936.948	169.508	4794.653
20/2	50	1.380	0.118	187.907	1789.970	357.245	2181.168	1206.388	5504.923	138.855	4800.983
21/1	49	1.183	0.124	266.110	1504.270	541.563	1802.645	746.598	1575.155	178.085	1479.527
21/2	53	1.287	0.141	223.677	2683.245	711.828	1062.640	859.023	3540.840	203.898	2800.470
22/2	50	0.870	0.132	429.393	3102.760	667.768	2189.203	2765.273	8321.643	591.795	5984.290
22/1	52	1.270	0.133	424.023	3168.480	463.613	2104.558	2415.548	7099.363	732.558	7021.343
23/1	47	1.217	0.112	1108.025	2576.633	512.630	1197.190	2548.748	8058.513	550.543	10002.813
23/2	39	1.343	0.121	372.850	2799.893	676.468	1782.508	2447.308	6175.698	447.518	5849.513
Poor.	48	1.211	0.128	497.194	2716.314	678.024	2163.502	1929.027	5554.878	336.326	5508.011
St.de.	4	0.135	0.010	323.629	629.019	521.548	540.927	719.550	1999.286	204.303	2424.881

Tabela 7b: Razmerja med elementi v koreninah smrek

Oznaka	C/N	N/S	P/K	Ca/Al	Mg/Al	K/Al	Mg/Fe	Al/Ca
1	36.849	9.460	0.193	0.574	0.582	0.606	0.407	1.741
2	40.031	8.811	0.130	0.316	0.277	0.523	0.396	3.169
3/1	39.571	9.532	0.249	0.502	0.289	0.591	0.360	1.991
3/2	36.528	9.772	0.133	0.438	0.393	0.447	0.469	2.282
4/1	43.973	8.528	0.074	0.319	0.346	0.333	0.383	3.136
4/2	37.595	9.658	0.185	0.199	0.287	0.305	0.375	5.027
5	36.719	9.366	0.124	0.185	0.267	0.445	0.231	5.396
7	38.606	9.419	0.139	0.471	0.266	0.634	0.314	2.123
8	36.335	9.583	0.194	1.029	0.523	0.700	0.413	0.972
9	46.516	8.441	0.540	0.906	0.622	1.024	0.516	1.104
10	38.793	11.003	0.163	1.282	0.660	0.807	0.438	0.780
20/1	44.093	8.792	0.168	0.415	0.246	0.547	0.199	2.411
20/2	36.232	11.662	0.105	0.454	0.251	0.373	0.219	2.201
21/1	41.408	9.517	0.177	1.218	0.505	1.017	0.474	0.821
21/2	41.192	9.147	0.083	0.379	0.307	0.958	0.243	2.635
22/2	56.897	6.608	0.138	0.366	0.462	0.518	0.332	2.734
22/1	40.551	9.549	0.134	0.300	0.344	0.451	0.340	3.336
23/1	38.219	10.831	0.430	0.120	0.255	0.258	0.316	8.355
23/2	29.032	11.071	0.133	0.305	0.418	0.479	0.396	3.282
Poor.	39.955	9.513	0.184	0.515	0.384	0.580	0.359	2.916
St.de.	5.416	1.096	0.112	0.332	0.132	0.224	0.087	1.786

# Vsebnost Fe v koreninah (ppm)

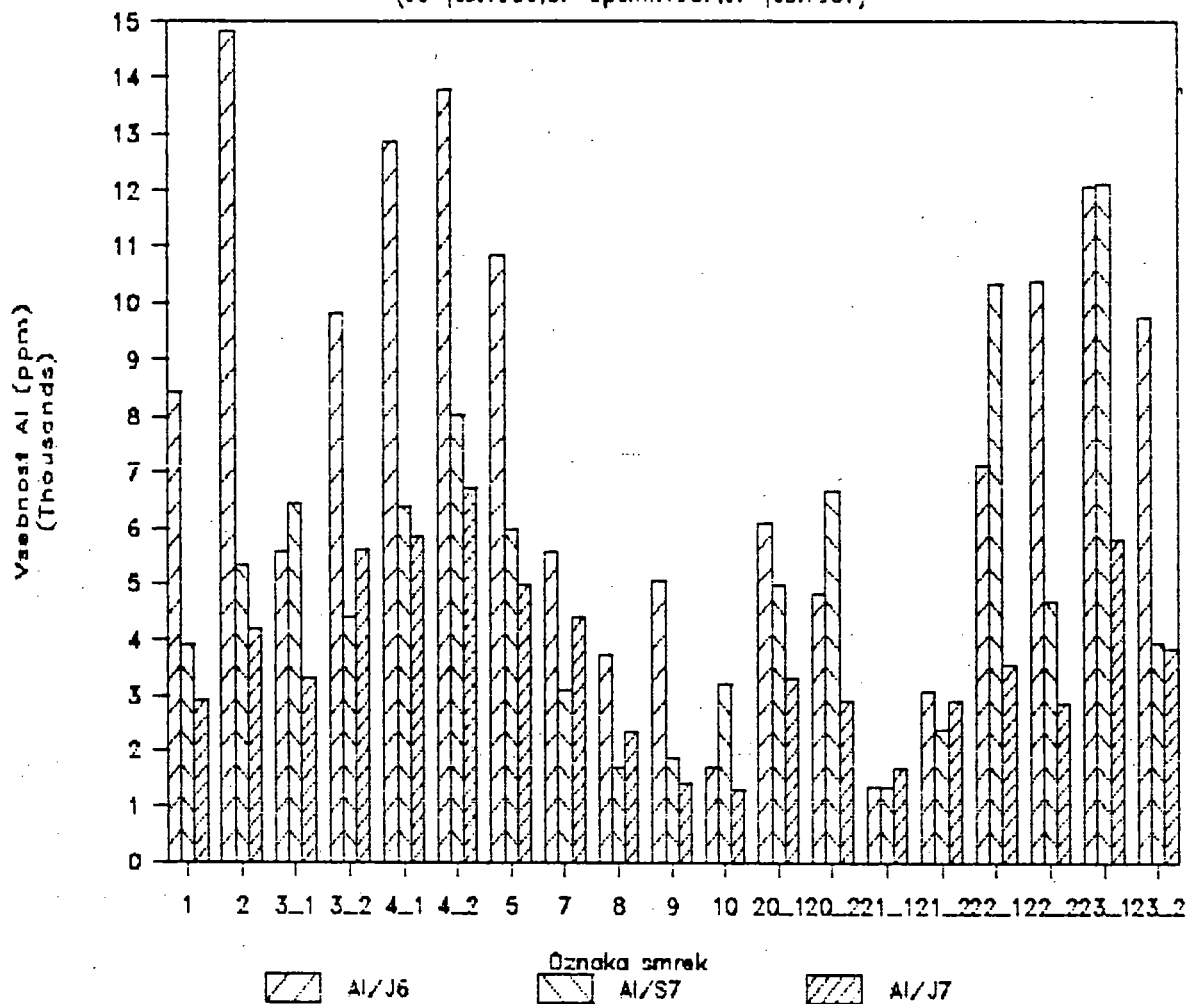
(S=spoml., J=jeseni, 6=1986, 7=1987)



Slika 16: Vsebnost Fe v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah

# Vsebnost Al v koreninah (ppm)

(J6=jes.1986,S7=spomi.1987,J7=jes.1987)

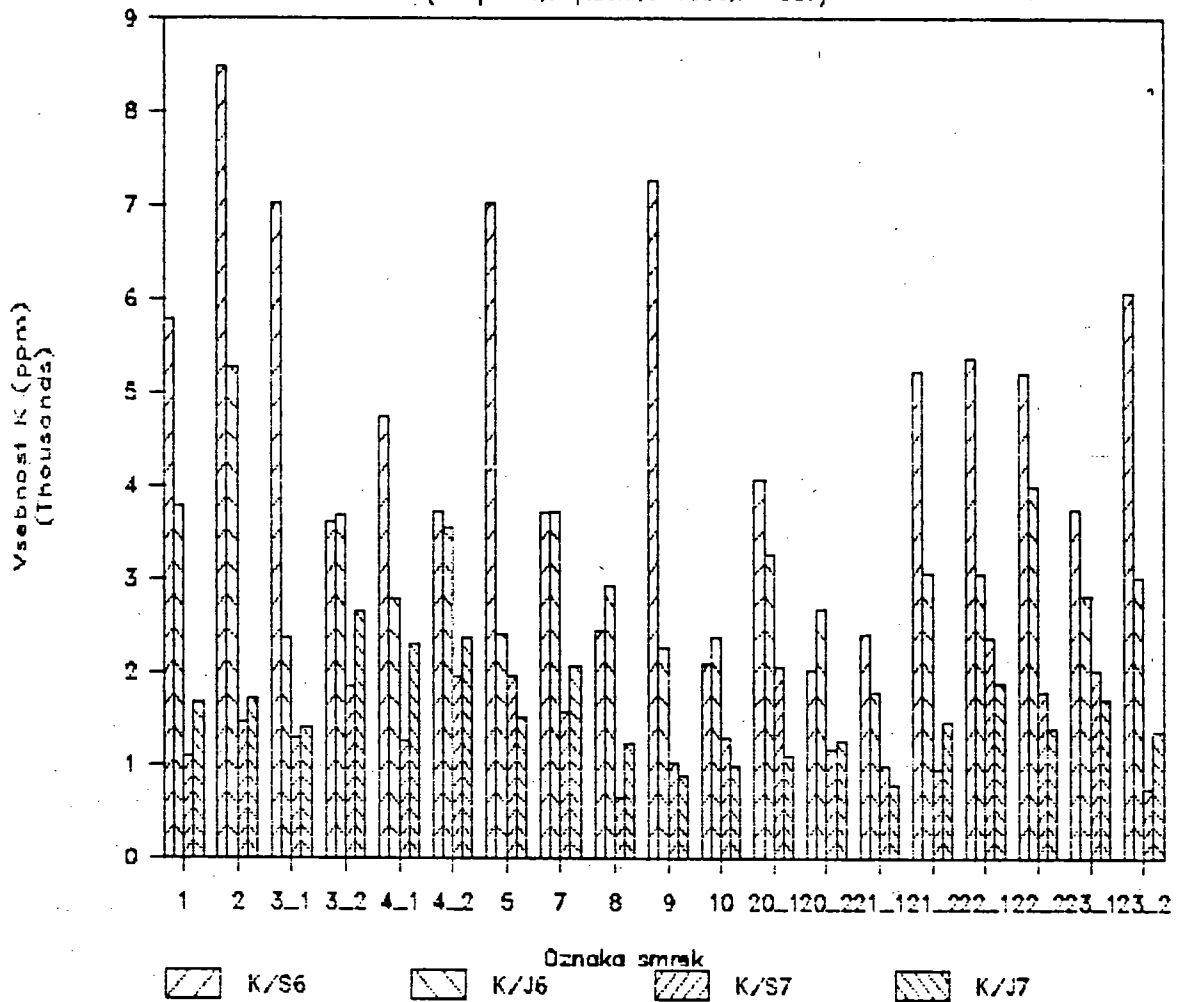


Slika 17: Vsebnost Al v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah



# Vsebnost K v koreninah (ppm)

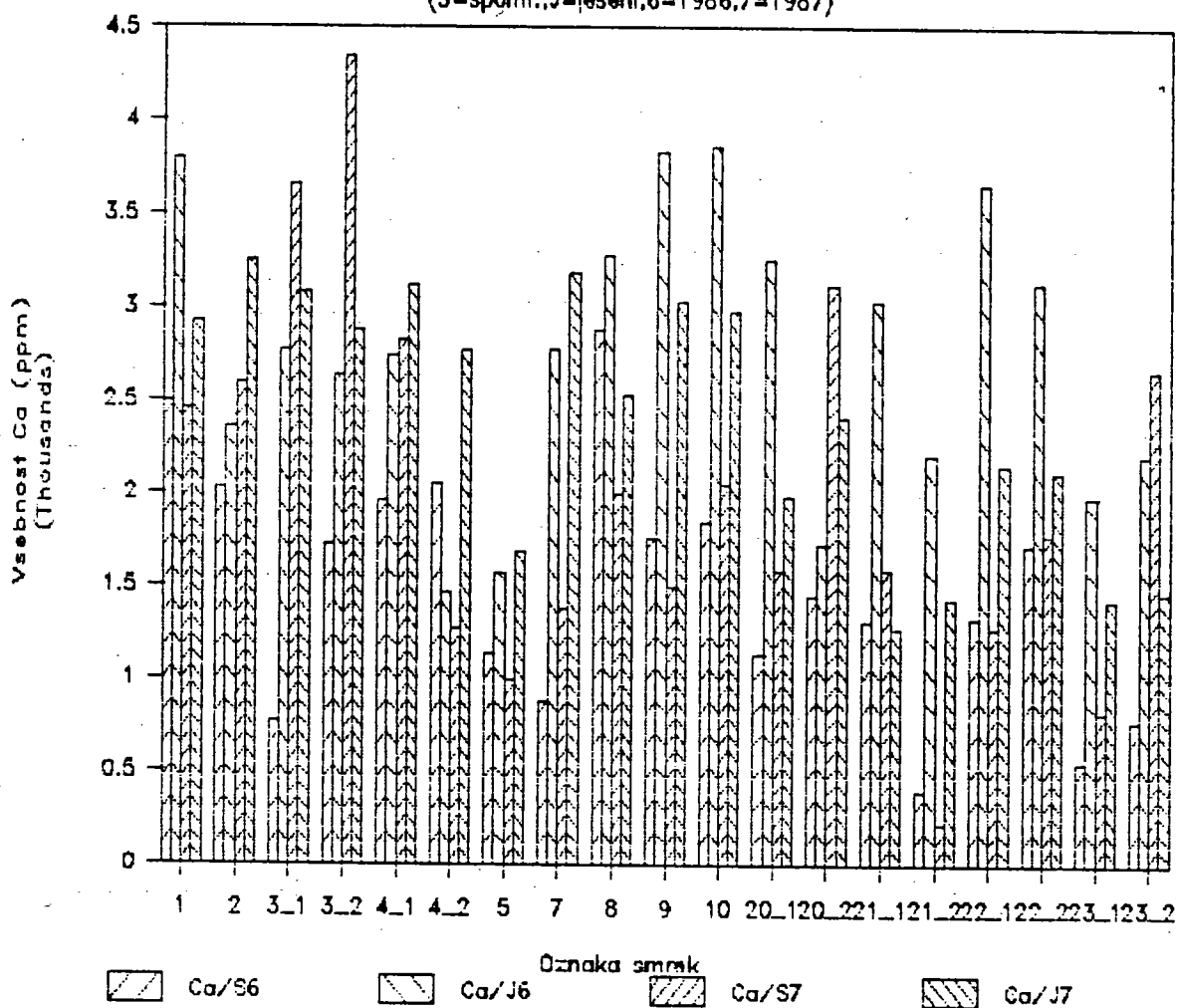
(S=spoml., J=jeseni, 6=1986, 7=1987)



Slika 18: Vsebnost K v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah

# Vsebnost Ca v koreninah (ppm)

(S=spoml., J=jeseni, 6=1986, 7=1987)



Slika 19: Vsebnost Ca v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah

skupnih poprečij s standardnimi vrednostmi v tabeli 8 pokaže, da je v naših vzorcih ca.50% manj Ca od standardnih vrednosti, Mg, Fe in Al pa za 3 do 5-krat presegajo normalne vrednosti. Poprečne vrednosti vsebnosti Mn (Tabela 7, Slika 15) kažejo na pomanjkanje tega elementa predvsem pri smreki št.8, pa tudi pri 5, 7, 10, 20/1, 20/2,21/1, 21/2 in delno pri št.2, 4/1, 4/2.

Vsebnost Al v poprečju presega vsebnost Ca za 2.5-krat. Takšno razmerje je v območju toksičnega delovanja Al na korenine, ustavi aktivnost meristematskih celic in povzroča spremembo rasti koreninskega vršička ("meristematska aborcija") (Metzler, Oberwinkler, 1987). Zavira mikorizacijo korenin, vpliva negativno na biomaso korenin in poganjkov in na večji sprejem Fe, Mn, P in Zn v rastlino (Entry et al., 1987). Iz primerjave slik 12 (Ca/Al razmerje v koreninah) in 13 (Vsebnost Fe v koreninah) vidimo, da večja poprečna vsebnost Fe ustreza nižjemu Ca/Al razmerju v koreninah. Nizko Ca/Al razmerje pogojuje tudi manjši sprejem Mg v rastlino, kar povezujejo s teorijo o pomanjkanju Mg kot vzrokom za propadanje gozdov (Blank et al., 1988). Vendar v našem primeru v poprečju ni zabeležen deficit Mg.

Pregled vsebnosti elementov v posameznih sezonskih vzorcih korenin (Tabele 6a,b,c,d, Slike 14,15,16,17) pokaže razlike med sezonami in med leti. Vsebnost Al, Fe in K je v letu 1987 nižje kot leta 1986. K v večini primerov pade pod nivo standardnih vrednosti v območje pomanjkanja K. Al in Fe se približata standardnim vrednostim pri smrekah št. 9 in 21/1, pri smrekah št. 10 in 8 se zniža vsebnost Al, pri smrekah št. 1, 2 in 3/1 pa le vsebnost Fe. V jesenski sezoni je vsebnost Ca pri večini smrek višja kot v spomladanski sezoni.

V letu 1987 so opazne razlike med dobro in srednje mikoriziranimi koreninami in med slabo mikoriziranimi koreninami predvsem pri K, P, N in S. Teh elementov je v slabo mikoriziranih koreninah manj. Zaradi sezonskega prehoda iz slabše ocenjene mikoriznosti posamezne smreke v spomladanski sezoni v boljše ocenjeno mikoriznost v jesenski sezoni so take razlike težko določljive.

Med pari smrek izstopata predvsem smreki 21/1 (spodnja) in 21/2 (smreka na mikrovzpetini). Slednja (21/2) je bila ob opisu zdravstvenega stanja edina uvrščena v 3. razred poškodovanosti. Pregled sezonskih analiz in poprečnih vrednosti posameznih elementov v koreninah pokaže večje vsebnosti Al, Fe in S v vseh vzorcih korenin smreke št. 21/2 glede na njen par, 2 do 10-krat prenizke vrednosti Ca v koreninah obeh smrek in najnižjo zabeleženo vsebnost Mg, ki je v spomladanskih sezonah 1986 in 1987 pod mejo standardnih vrednosti, značilno različno (t-test nad vrednostjo tveganja 0.001) od ostalih poprečnih vrednosti Mg v koreninah, v območju deficita Mg.

### 3.6 Vsebnost mineralnih elementov v iglicah

Analizirane poprečne vrednosti posameznih elementov v eno- in dveletnih vzorcih iglic (Tabela 9) so v mejah standardnih

Tabela 8: Standardne vrednosti elementov v rastlinskem tkivu (Rothe,88)

	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Al/Ca
Kor.<1mm	2630	4000	590	1550	320	1420	0.36
Kor.<2mm	2450	>400	290	400	660	380	0.95
Iglice	3750	>1000	560	50	>800	100	<0.1

Kor<1mm=korenine pod 1mm premera, Kor.<2mm=korenine pod 2mm premera

Tabela 9: Poprecja vsebnosti elementov v vseh vzorcenih iglicah in koreninah

Oznaka	C (%)	N (%)	S (%)	Raz.	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Al (ppm)	Al/Ca
Igl.p.88	53.86	0.98	0.147	3.1	882.989	3780.687	144.537	3581.366	1106.265	78.402	659.705	116.304	0
Igl.p.86	0.00	1.07	0.132	2.6	124.582	3916.372	207.946	3427.939	1098.487	68.852	739.012	82.189	0
Igl.1	53.64	1.09	0.130	3.0	437.041	3909.104	205.083	2839.025	1128.404	68.184	714.772	80.992	0.029
Igl.2	54.09	0.98	0.145	2.4	368.288	3824.138	164.309	4129.366	1074.274	76.523	705.093	108.404	0.026
Kor.	47.24	1.21	0.127	0.0	497.194	2716.314	678.024	2163.501	1929.026	5554.878	336.326	5508.011	2.546

Igl.p.88=poprecne vrednosti za oba letnika iglic v letu 1988; Igl.p.86= poprecje v letu 1986;  
 Igl.1=poprecne vrednosti vsebnosti elementov v enoletnih iglicah; Igl.2=v dvoletnih iglicah;  
 Kor.=poprecne vrednosti vsebnosti elementov v vseh vzorcenih koreninah.

Tabela 10: Vsebnost elementov v 1. letniku iglic (1986/87 in 1988/89)

Dznaka Letnik	C (%)	N (%)	S (%)	Raz. st.	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Al (ppm)	Al/Ca	Datum (1/m/d)
a1 1_1	0	1.12	0.114	3	130.75	3305.68	234.41	2893.15	1131.10	34.74	479.67	67.97	0.023	19861027
b1 2_1	0	1.26	0.100	2	108.23	3628.24	412.57	4025.47	1037.14	55.97	546.45	62.56	0.016	19861110
c1 3_1_1	0	1.15	0.128	3	128.87	3515.27	248.08	3511.52	1389.25	38.80	839.75	39.41	0.011	19861110
c2 3_1_1	55	1.06	0.138	3	1028.20	2785.69	159.58	4755.78	1198.78	69.77	1200.75	91.38	0.019	19881216
d1 3_2_1	0	0.98	0.105	2	86.64	3822.16	315.95	2245.57	893.63	51.40	383.41	36.76	0.016	19861110
e1 4_1_1	0	1.19	0.137	3	173.38	5042.25	141.37	2748.01	1217.21	52.97	320.26	54.68	0.020	19861027
f1 4_2_1	0	1.27	0.133	3	174.26	4939.05	339.63	3392.56	1519.12	58.64	345.36	75.94	0.022	19861027
f2 4_2_1	53	1.38	0.139	3	1230.15	4748.09	189.24	3970.17	1390.57	80.61	345.63	77.59	0.020	19881216
g1 5_1	0	1.14	0.124	3	130.53	3854.45	187.68	2824.47	1042.73	58.28	422.10	100.83	0.036	19861027
g2 5_1	59	0.90	0.133	3	1125.02	4063.42	142.32	3490.58	1110.03	102.72	570.46	109.70	0.031	19881216
h1 7_1	0	1.22	0.130	3	108.77	4080.43	291.19	3809.57	1227.62	82.45	716.62	76.34	0.020	19861110
h2 7_1	48	1.05	0.130	3	1043.17	6375.24	168.08	3120.33	1315.92	48.85	648.99	100.69	0.032	19881216
i1 8_1	0	0.89	0.116	3	152.54	5203.92	170.73	1641.62	1061.49	39.37	278.41	69.97	0.043	19861110
i2 8_1	54	0.86	0.122	3	612.07	4087.04	133.65	1937.30	1076.28	90.78	286.38	75.81	0.039	19881216
j1 9_1	0	1.22	0.149	3	91.56	3421.00	375.80	2439.02	998.09	56.76	580.54	107.00	0.044	19861110
j2 9_1	53	1.00	0.163	4	1048.44	3183.28	160.97	3405.90	1040.39	109.93	871.57	144.28	0.042	19881216
k1 10_1	0	1.55	0.134	3	174.57	4041.84	103.00	2652.93	975.80	74.98	490.40	64.65	0.024	19861110
k2 10_1	54	0.62	0.128	3	977.67	3199.71	142.96	2617.61	640.67	79.63	514.37	119.90	0.046	19881216
l1 20_1_1	0	0.86	0.130	3	111.52	4211.17	120.73	2428.88	825.24	76.64	274.66	84.92	0.035	19861202
l2 20_1_1	51	1.06	0.152	4	419.43	5155.36	169.60	3588.26	971.62	103.90	442.52	124.10	0.035	19881216
m1 20_2_1	0	1.16	0.127	3	94.20	3864.20	184.77	1288.10	728.34	117.98	248.57	59.67	0.046	19861202
m2 20_2_1	60	0.83	0.143	3	568.40	3663.28	167.71	2290.72	884.63	73.56	389.24	99.64	0.043	19881216
n1 21_1_1	0	0.77	0.147	3	167.30	3054.48	66.84	943.12	1522.36	59.95	530.01	60.68	0.064	19861202
n2 21_1_1	49	1.19	0.148	3	1533.56	3271.13	347.63	2892.04	1348.32	51.78	680.02	81.09	0.028	19881216
o1 21_2_1	0	1.32	0.128	3	150.49	2694.43	139.67	1852.00	1168.31	83.07	498.03	46.02	0.025	19861202
o2 21_2_1	54	1.18	0.120	3	932.92	1709.00	54.05	2763.05	1209.42	98.61	853.10	95.82	0.035	19881216
p1 22_1_1	0	1.20	0.123	3	133.64	3662.84	209.86	3040.21	1470.34	47.73	970.28	66.41	0.022	19861202
r1 22_2_1	0	1.20	0.120	3	139.20	3633.27	243.18	2682.20	1469.77	52.18	714.25	52.15	0.019	19861202
s1 23_1_1	0	1.13	0.131	3	161.45	4012.22	192.74	3191.22	1106.63	46.47	919.54	120.35	0.038	19861202
t1 6_1	0	1.03	0.114	3	174.26	5024.98	338.53	2729.52	881.32	49.00	311.83	62.95	0.023	19861110
Popr.	20	1.09	0.130	3	437.04	3909.10	205.08	2839.03	1128.40	68.18	555.77	80.99	0.031	
St.dev.	26	0.19	0.013	0.3	436.46	905.68	90.07	815.57	227.61	22.40	237.71	26.28	0.012	

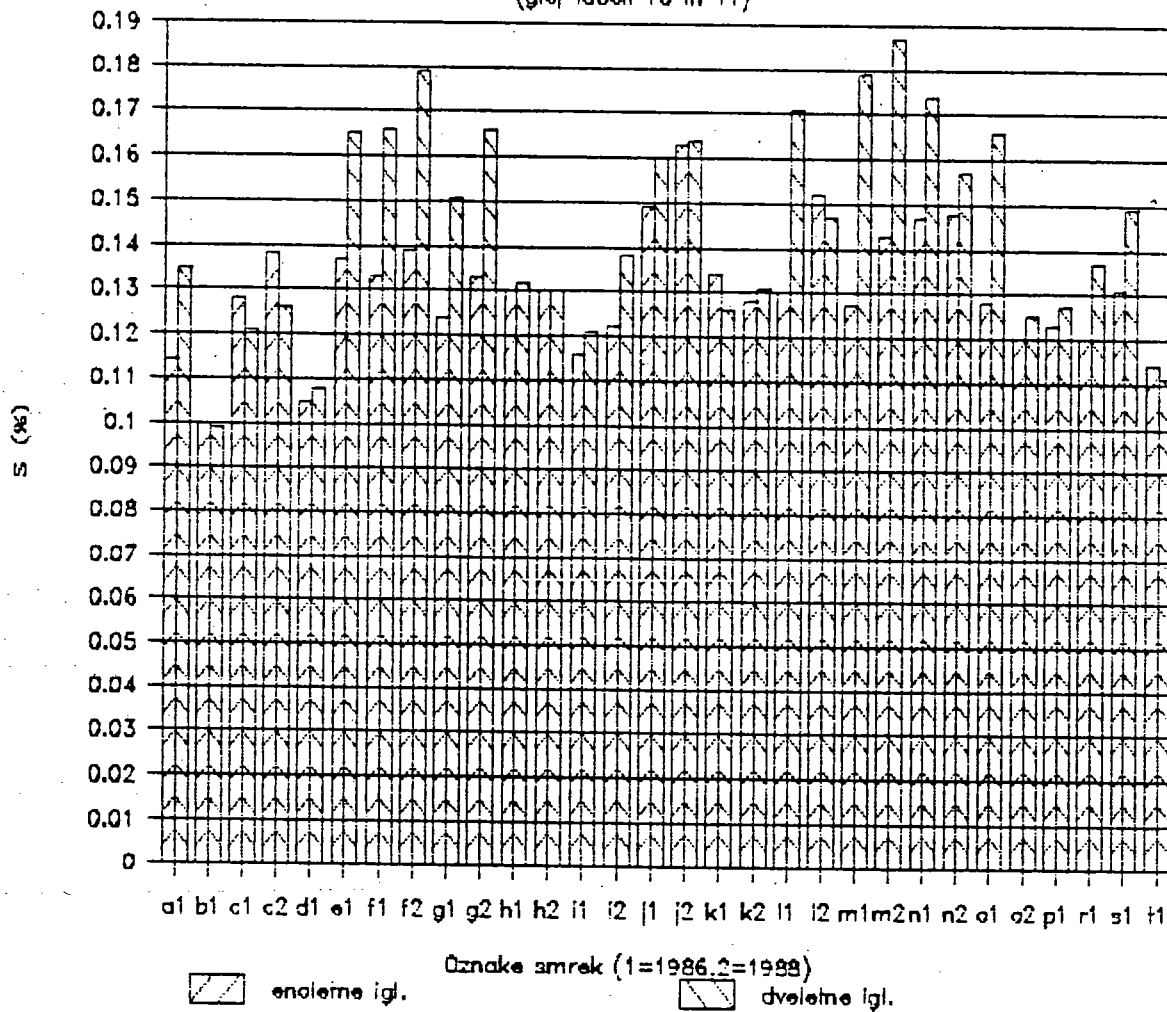
Tabela 11: Vsebnost elementov v 2.letniku iglic (1986/87 in 1988/89)

Oznaka Letnik	C (%)	N (%)	S (%)	Raz. st.	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Al (ppm)	Al/Ca	Datum (l/m/d)
a1 1_2	0	0.56	0.135	2	108.54	3641.98	150.60	5404.46	1179.38	74.66	876.30	104.66	0.019	19861027
b1 2_2	0	1.22	0.099	1	86.05	3946.51	137.47	6301.33	1030.80	76.97	708.70	75.00	0.012	19861110
c1 3_1_2	0	1.05	0.121	2	108.75	3299.41	133.59	5393.00	1204.22	48.54	1181.85	75.83	0.014	19861110
c2 3_1_2	55	1.04	0.126	2	790.46	2737.60	85.31	5591.60	1040.08	68.70	1331.11	133.11	0.024	19881216
d1 3_2_2	0	0.89	0.108	2	86.76	3491.54	181.10	4622.16	704.42	91.05	484.16	75.62	0.016	19861110
e1 4_1_2	0	1.01	0.165	3	174.42	4694.47	209.52	3851.74	1108.45	81.09	349.03	61.01	0.016	19861027
f1 4_2_2	0	1.00	0.156	3	130.66	4400.16	178.40	4015.85	1321.59	88.71	365.37	92.90	0.023	19861027
f2 4_2_2	57	1.20	0.179	3	1421.23	5175.64	145.08	5254.95	1547.14	74.93	380.46	86.60	0.016	19881216
g1 5_2	0	1.22	0.151	3	108.33	4070.49	180.71	3710.23	938.56	77.37	418.79	126.80	0.034	19861027
g2 5_2	52	0.80	0.166	3	913.86	3908.43	147.03	4328.23	1068.96	62.58	637.18	116.33	0.027	19881216
h1 7_2	0	0.57	0.132	2	130.41	4881.36	295.91	5123.84	983.53	97.78	536.66	175.47	0.034	19861110
h2 7_2	52	1.16	0.130	2	943.82	5464.92	151.73	3670.18	1279.15	76.75	770.44	116.11	0.032	19881216
i1 8_2	0	0.64	0.121	2	94.76	4412.72	182.26	1831.14	888.51	56.07	258.57	100.76	0.055	19861110
i2 8_2	59	0.71	0.138	2	562.51	3930.96	148.86	2553.61	1112.20	45.38	311.42	95.20	0.037	19861216
j1 9_2	0	1.11	0.160	3	108.83	4041.53	303.71	4739.04	1234.03	99.07	981.65	156.75	0.033	19861110
j2 9_2	54	1.11	0.164	3	909.42	3491.26	158.62	3714.74	1032.98	85.42	865.12	118.20	0.032	19881216
k1 10_2	0	0.50	0.126	2	87.66	3064.62	194.06	3751.96	800.01	97.59	533.31	82.75	0.022	19861110
k2 10_2	57	0.49	0.131	2	614.21	3402.09	100.52	3189.78	583.62	102.64	488.03	119.74	0.038	19881216
l1 20_1_2	54	1.08	0.171	3	282.36	3909.54	110.89	4652.79	906.65	101.62	498.16	164.39	0.035	19881216
m1 20_2_2	0	1.27	0.147	3	84.99	3291.40	98.96	2521.07	616.94	121.44	338.93	106.32	0.042	19861202
m2 20_2_2	52	1.13	0.179	3	338.14	3989.70	89.74	2882.33	852.01	84.19	443.74	238.71	0.083	19881216
n1 21_1_2	0	1.33	0.187	3	164.09	2949.62	120.81	4179.86	1583.31	40.69	890.35	86.56	0.021	19861202
n2 21_1_2	49	1.14	0.174	3	821.66	2779.21	99.09	3580.64	1329.10	58.52	842.10	111.09	0.031	19881216
o1 21_2_2	0	1.26	0.157	3	116.45	2665.60	100.96	2831.63	1004.33	56.51	724.20	86.54	0.031	19861202
o2 21_2_2	55	0.57	0.166	3	1309.07	2224.55	107.18	4540.08	1419.34	53.68	1142.75	139.21	0.031	19881216
p1 22_1_2	0	1.17	0.125	2	131.88	5689.66	283.12	4721.64	1509.51	56.06	1542.85	30.25	0.006	19861202
r1 22_2_2	0	1.13	0.127	2	99.56	4224.62	199.92	3375.58	1301.03	61.72	856.87	91.34	0.027	19861202
s1 23_1_2	0	1.03	0.137	2	105.69	3151.29	217.45	5010.00	1034.30	75.43	1167.54	99.82	0.020	19861202
u1 23_2	0	0.99	0.149	3	117.85	3448.61	182.37	4394.99	765.77	83.49	405.49	111.30	0.025	19861202
t1 6_2	0	1.03	0.111	2	95.63	4444.67	234.30	4142.98	867.82	96.24	401.48	73.78	0.018	19861110
	20	0.99	0.144	2.4	368.29	3824.14	164.31	4129.37	1074.27	76.52	705.09	108.40	0.028	
	26	0.24	0.023	0.5	394.03	823.97	58.75	1012.64	259.86	19.40	333.32	38.71	0.014	



# Vsebnost S v iglicah

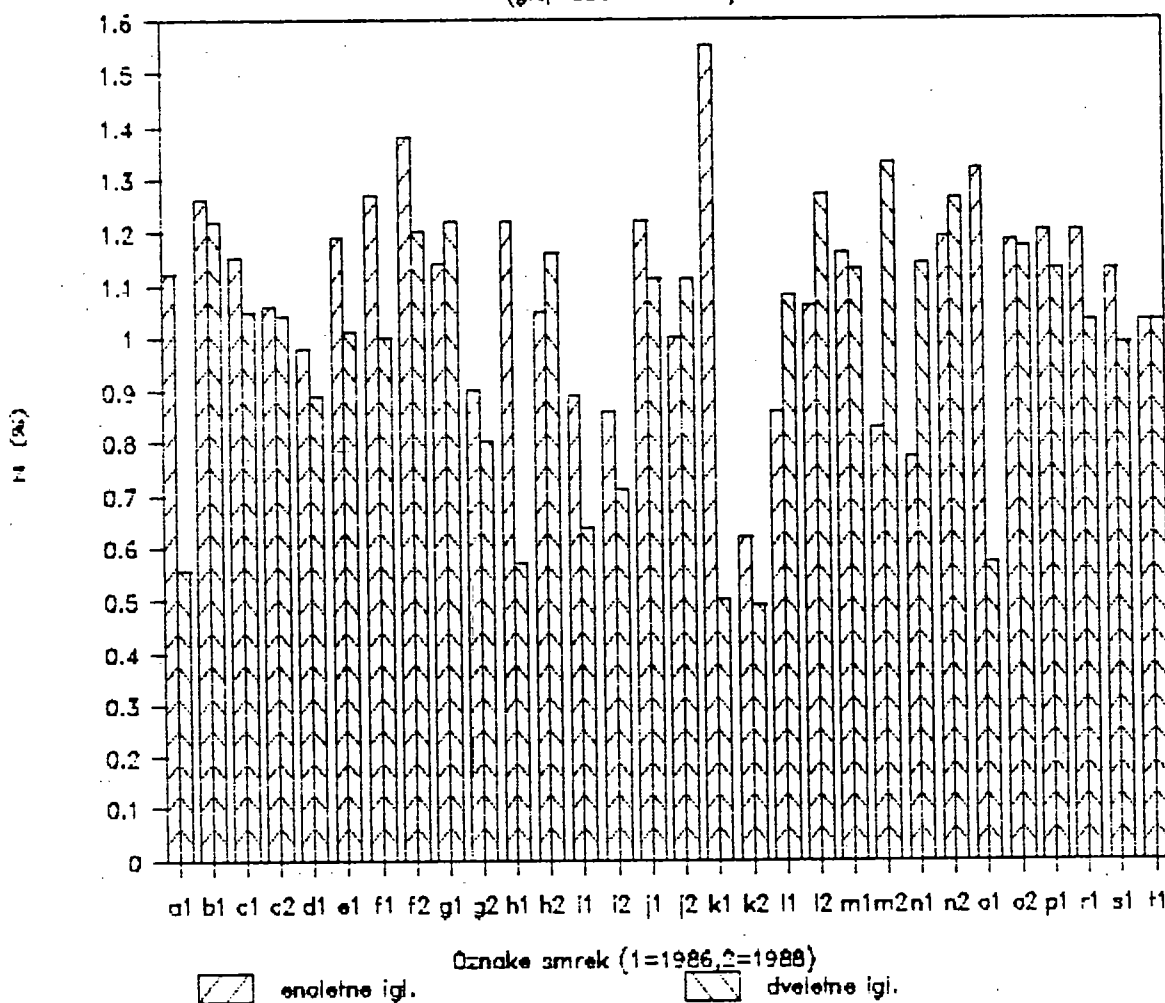
(glej tabeli 10 in 11)



Slika 20: Vsebnost S v eno- in dveletnih iglicah  
(Oznake smrek kot v tabelah 10 in 11; 1.=1986, 2.=1988)

# Vsebnost N v iglicah

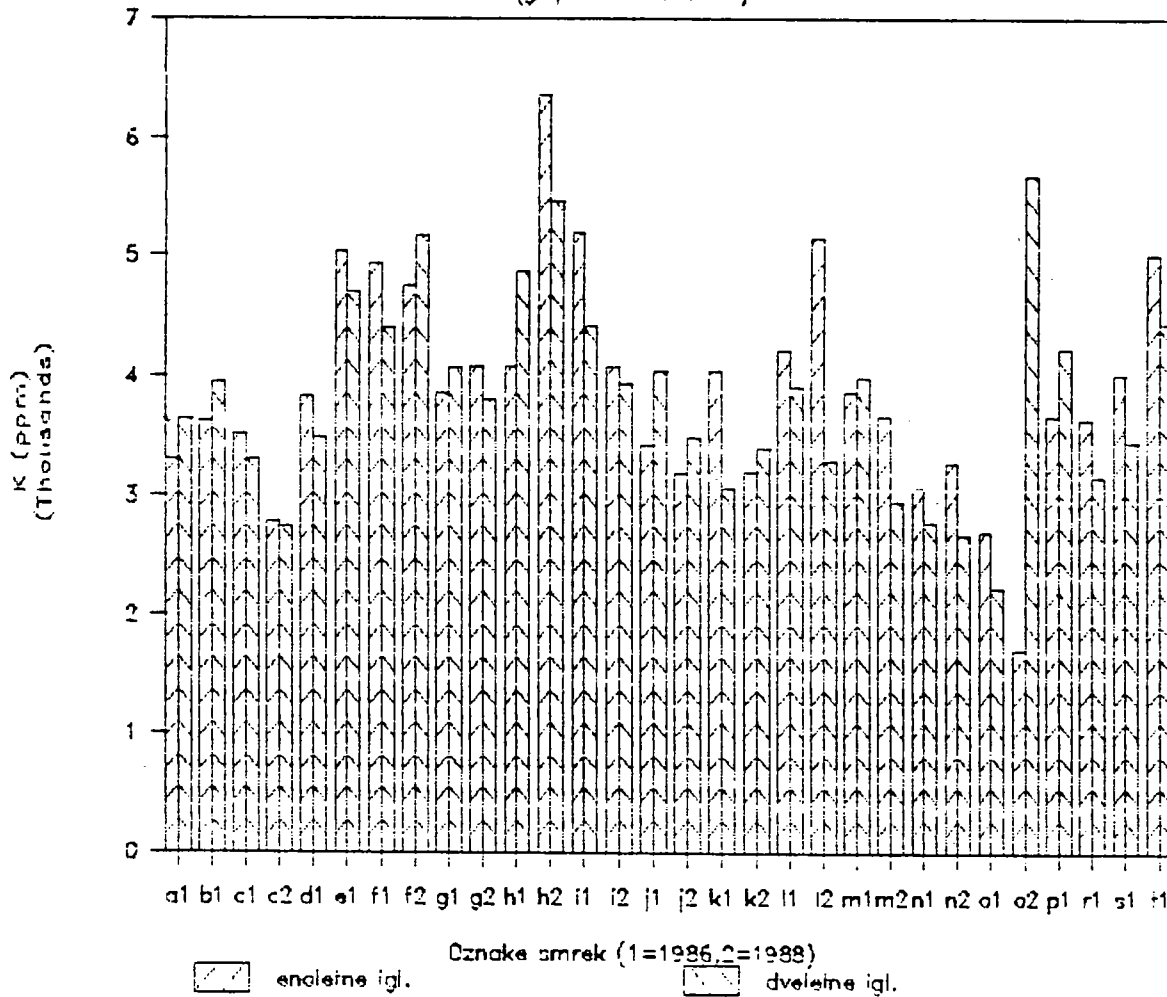
(glej tabeli 10 in 11)



Slika 21: Vsebnost N v eno- in dveletnih iglicah  
(Oznake smrek kot v tabelah 10 in 11; 1.=1986,2.=1988)

# Vsebnost K v iglicah

(glej tabeli 10 in 11)

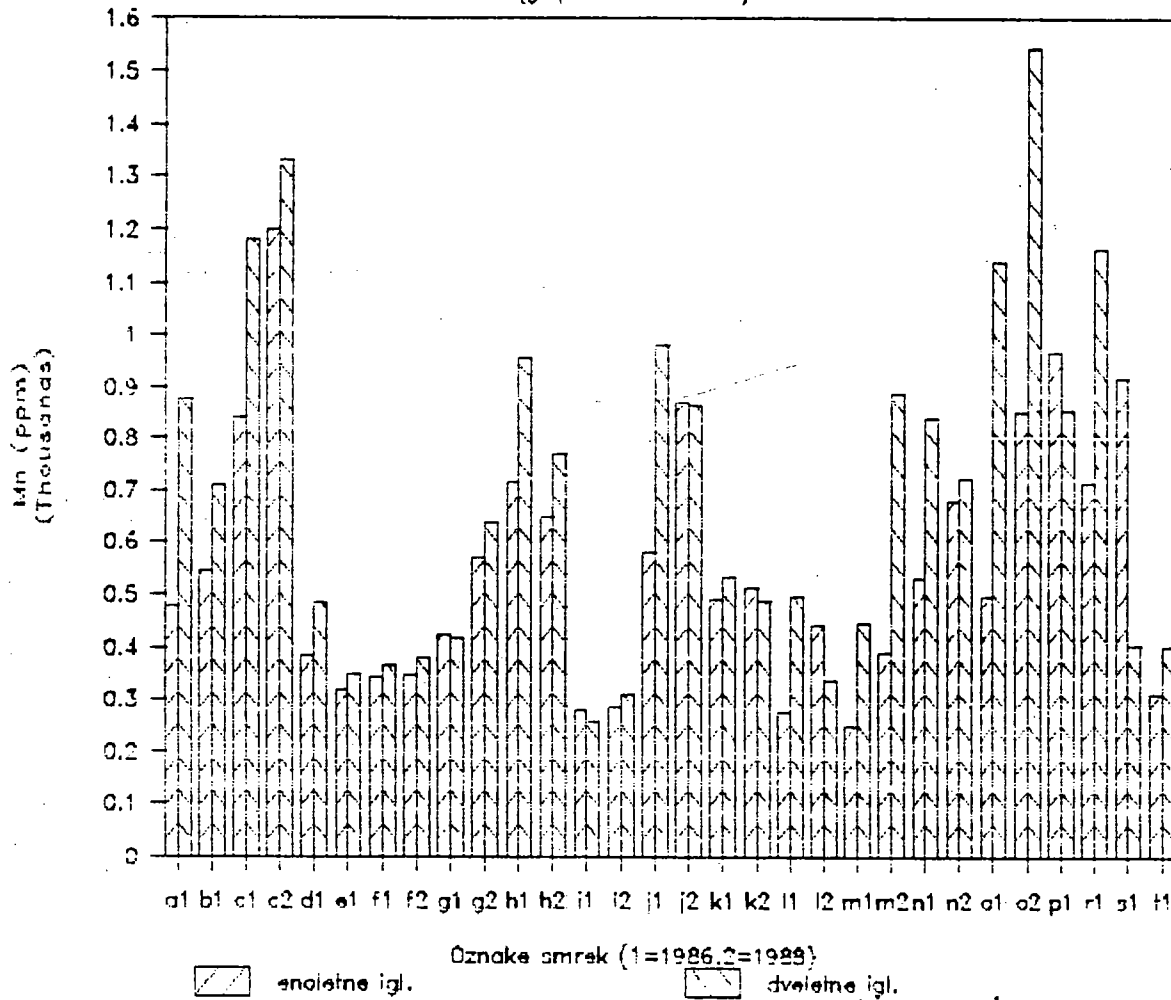


Slika 22: Vsebnost K v eno- in dveletnih iglicah

(Oznake smrek kot v tabelah 10 in 11; 1.=1986, 2.=1988)

# Vsebnost Mn v iglicah

(glej tabeli 10 in 11)



Slika 23: Vsebnost Mn v eno- in dveletnih iglicah  
 (Oznake smrek kot v tabelah 10 in 11; 1.=1986, 2.=1988)

Tabela 12: Vsebnost elementov v treh serijah letnikov iglic

Oznaka	C	N	S	R	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Al/Ca	Al/Mg	Datum
	%	%	%		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm			
a/1	54	1.11	0.130	3	876.94	4997.26	5.67	2230.76	1252.51	48.46	543.06	155.42	0.070	0.124	19870909
a/2	45	1.18	0.158	3	806.62	5111.98	6.43	3612.46	1110.03	55.50	674.78	145.08	0.040	0.131	19870909
a/3	46	0.97	0.184	0	647.24	4979.30	15.86	2789.28	765.69	88.29	539.11	144.54	0.052	0.189	19870909
a/4	56	0.98	0.206	0	696.85	4740.39	10.97	3144.71	812.10	71.71	414.69	214.26	0.068	0.264	19870909
a/5	51	0.84	0.207	0	623.25	4868.22	21.17	3126.95	768.34	77.73	420.80	231.40	0.074	0.301	19870909
a/6	49	0.00	0.198	0	425.72	5023.28	8.26	2027.94	706.02	81.12	351.51	247.86	0.122	0.351	19870909
b/1	50	1.19	0.131	4	1715.64	4921.30	4.46	1993.70	1845.05	47.22	283.32	73.45	0.037	0.040	19870909
b/2	50	1.08	0.154	3	1046.43	4598.35	15.38	2233.54	1675.16	76.41	325.24	121.47	0.054	0.073	19870909
b/3	52	0.76	0.195	0	997.43	4064.44	54.71	3288.53	1753.68	114.38	409.88	133.45	0.041	0.076	19870909
b/4	44	0.80	0.202	0	780.21	4871.58	23.79	3347.37	1736.64	121.05	344.21	236.84	0.071	0.136	19870909
b/5	57	0.86	0.196	0	855.74	4186.46	26.30	4092.25	1835.13	98.14	402.36	181.55	0.044	0.099	19870909
b/6	55	0.00	0.202	0	732.89	3901.96	45.84	3728.61	1833.74	55.01	391.20	415.65	0.111	0.227	19870909
c/0	52	1.59	0.123	3	1828.17	8071.19	22.84	2132.22	1017.04	45.50	304.22	138.28	0.065	0.136	19870625
c/1	53	1.08	0.102	1	606.22	3347.94	27.72	2013.99	876.38	96.91	661.50	81.95	0.041	0.094	19870625
c/2	57	0.76	0.100	1	692.06	2690.94	21.38	2642.39	849.67	101.77	839.40	120.45	0.046	0.142	19870625
c/3	57	0.81	0.116	0	522.64	2592.79	9.59	3445.21	976.74	79.03	953.65	120.76	0.035	0.124	19870625
c/4	58	0.82	0.132	0	344.49	2616.00	22.34	4309.73	833.21	89.80	1060.91	145.81	0.034	0.175	19870625
c/5	59	0.71	0.128	0	564.10	2360.92	25.10	4067.69	941.88	82.29	958.44	122.13	0.030	0.130	19870625
c/6	54	0.00	0.150	0	344.12	1445.94	8.05	2628.26	876.09	40.25	601.42	70.25	0.027	0.080	19870625
c/7	56	0.00	0.150	0	91.04	2926.74	10.79	2262.05	1044.02	87.00	624.67	127.02	0.056	0.122	19870625

vrednosti. Malo nižje od standardnih so vrednosti za Mn, N in P. Nizke vrednosti K, v območju deficita, so bile izmerjene pri eno- in dveletnih iglicah smreke št. 21/2, malo višje so bile pri smreki št. 21/1 in 3/1 (Tabeli 10,11, sliki 20,21). Deficitarnost K in Mn bi lahko povezali z manjšim sprejemom v korenine (v povezavi z deficitom K v koreninah leta 1987 in v poprečju nizke vsebnosti Mn pri večjem številu smrek) ali s spiranjem iz krošenj. Mn v enoletnih iglicah ni v območju pomanjkanja le pri smrekah št.3/1, 9, 21/2, 22/1, 22/2 in 23/1.

Po vsebnosti žvepla bi poprečen vzorec uvrstili v 3.razred, v območje povečane vsebnosti S v Sloveniji (Poročilo IGLG, 1987). Iglice, vzorčene pozimi 1986/87 imajo v vseh primerih, razen pri smreki št.10, nižjo vsebnost S od iglic, vzorčenih pozimi 1988/89. Po vsebnosti S v enoletnih iglicah (Slika 18) so nad normalo za Slovenijo, ki je bila 0.130% S, iglice smrek št.3/1, 5, 20/1, 20/2, 23/1 (l.1988), št.10 (l.1986) in št.4/1, 4/2, 9, 21/1 ob obeh merjenjih. Pri dveletnih iglicah, kjer je meja zelo visokih srednjih vrednosti 0.170%, sodijo v to skupino smreke št. 4/2 in 20/2 l.1988 in 21/1 ob obeh merjenjih, malo pod to vrednostjo pa so smreke št. 4/1 in 4/2 l.1986 in 5, 9, 21/2 ob obeh merjenjih (vsebnost S čez 0.150%).

Analize elementov treh serij letnikov iglic so zanimive predvsem iz študijskega vidika in kot primerjava standardnih vrednosti. S starostjo iglic pada vsebnost N,S,P,K, vsebnost Mg ima minimum v srednje starih letnikih, vsebnost Ca,Fe,Mn in Al v teh letnikih zraste. V času intenzivne rasti iglic v juniju pride do izrazite translokacije K,N in P v zadnji letnik iglic, v starejših letnikih je zato vsebnost K pod standardno. Vsebnosti Mg in Al pa so pri jesenskih vzorčenjih višje od standardnih v tabeli 8.

### 3.7 Rezultati analiz organskih horizontov tal

Rezultati analiz žvepla, analizirani v Ol in Oh0-2 horizontu tal jeseni 1987, so prikazani v tabeli 13, rezultati ostalih analiz organskih horizontov tal (spomladi 1986 in 1987 in jeseni 1987) pa so prikazani v prilogah 1a,b,c,d in 2a,b,c,d.

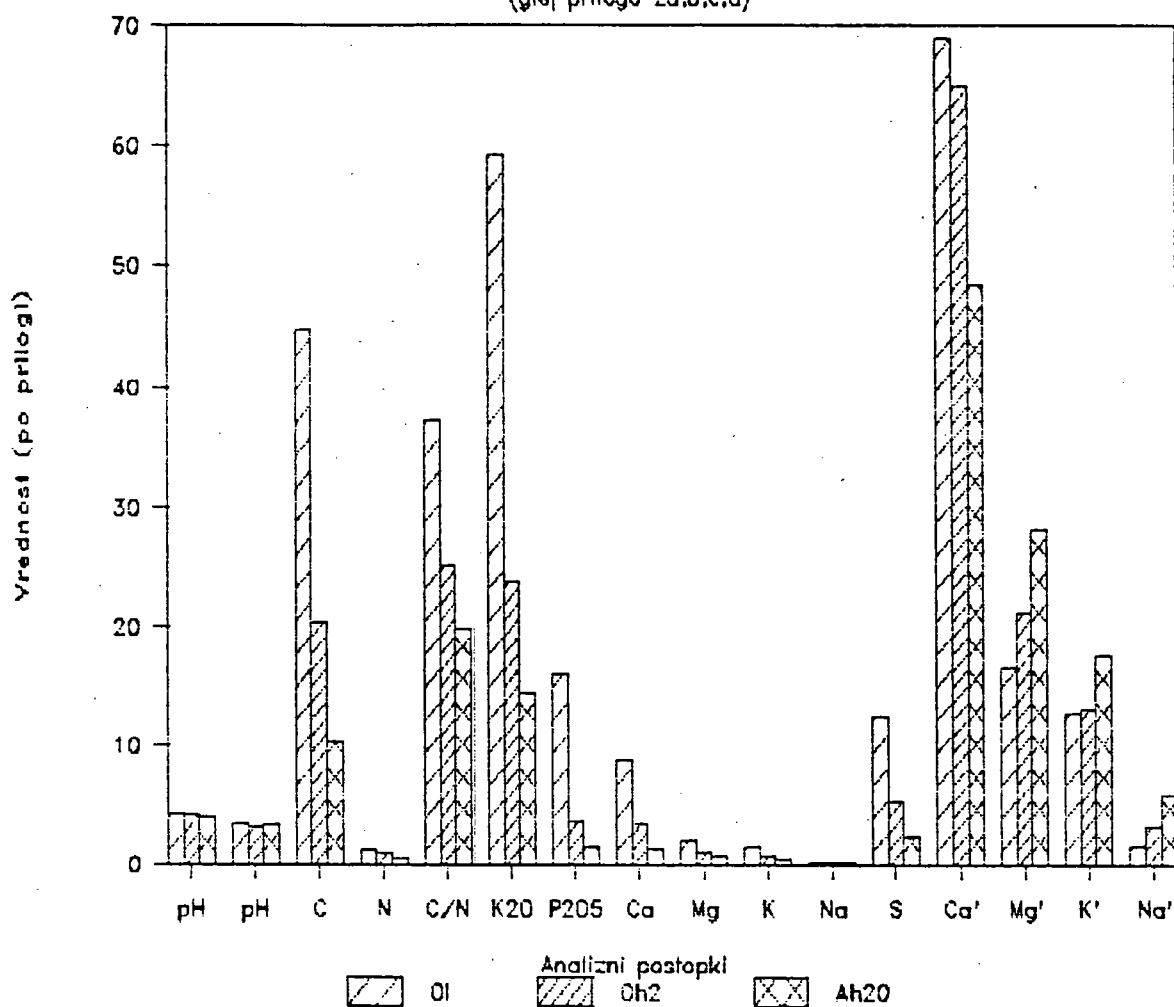
Poprečne vrednosti analiz organskih horizontov tal so prikazane na slikah 24 (za leto 1987) in 25 (za spomlad 1986). Vidimo, da zaloge dostopnih in izmenljivih kationov prevladujejo v Ol horizontu. Vsebnost dostopnih elementov hkrati nakazuje možnost spiranja le-teh iz odmrlega organskega opada, torej predvsem iglic smreke.

Med posameznimi kationi je prevladujoči element Ca v vseh treh horizontih. Relativno se pri ostalih treh kationih vsebnost s prehodom v starejše horizonte viša (Mg, K, Na v Oh0-2 in Oh/Ah2-20 horizontu). Tudi zaloga dušika prevladuje v Ol horizontu. Med vzorčenji pri parih dreves (glej 2.12) ni bistvenih razlik v vsebnosti dušika.

V poprečju so vzorčeni horizonti zelo kisli. Poprečna pH vrednost

# Poprecjc analiz tal v letu 1987

(glej prilogo 2a,b,c,d)

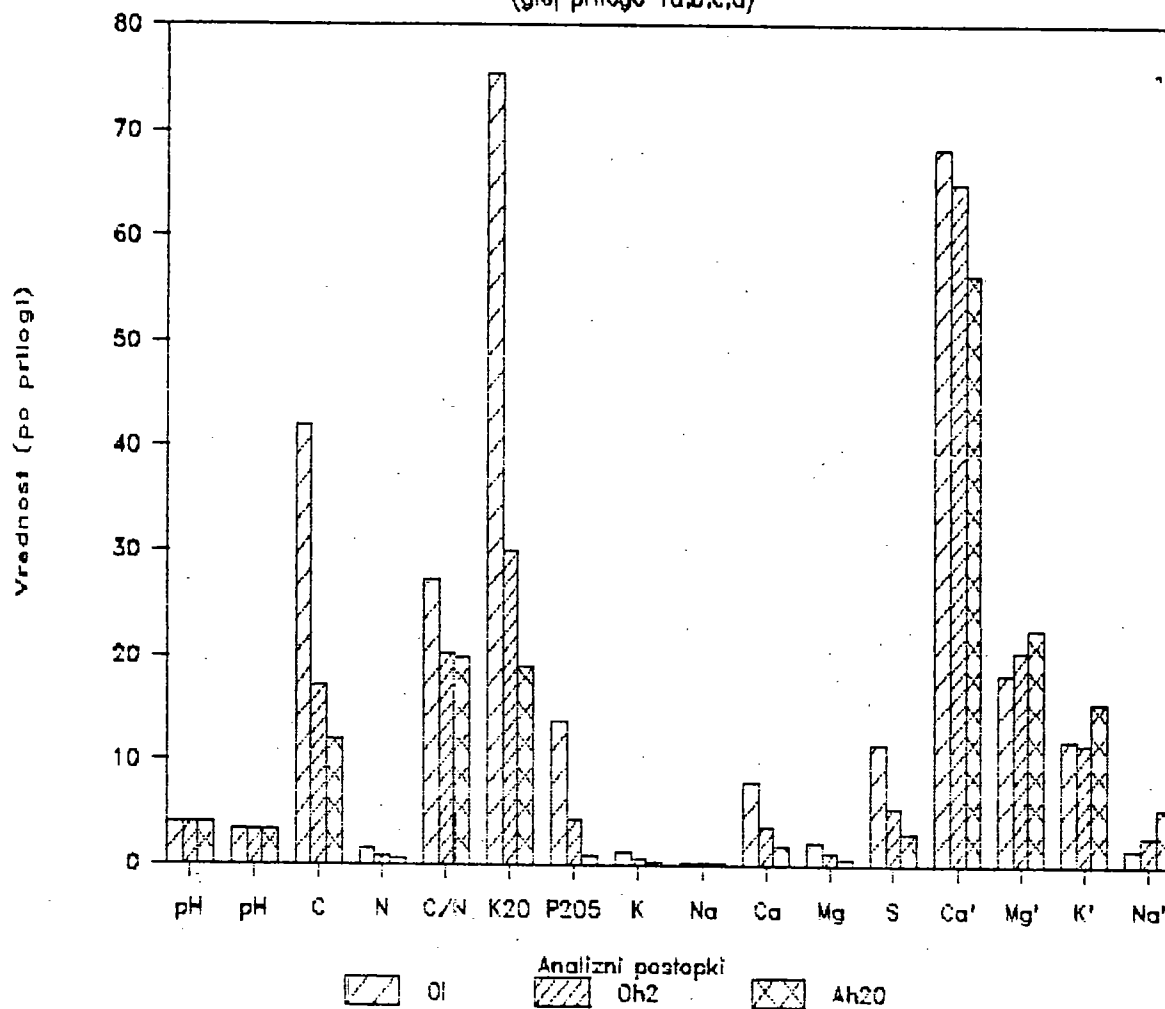


Slika 24: Poprečja analiz tal v letu 1987  
(glej prilogo 2a,b,c,d)



# Poprecja analiz tal spomladi 1986

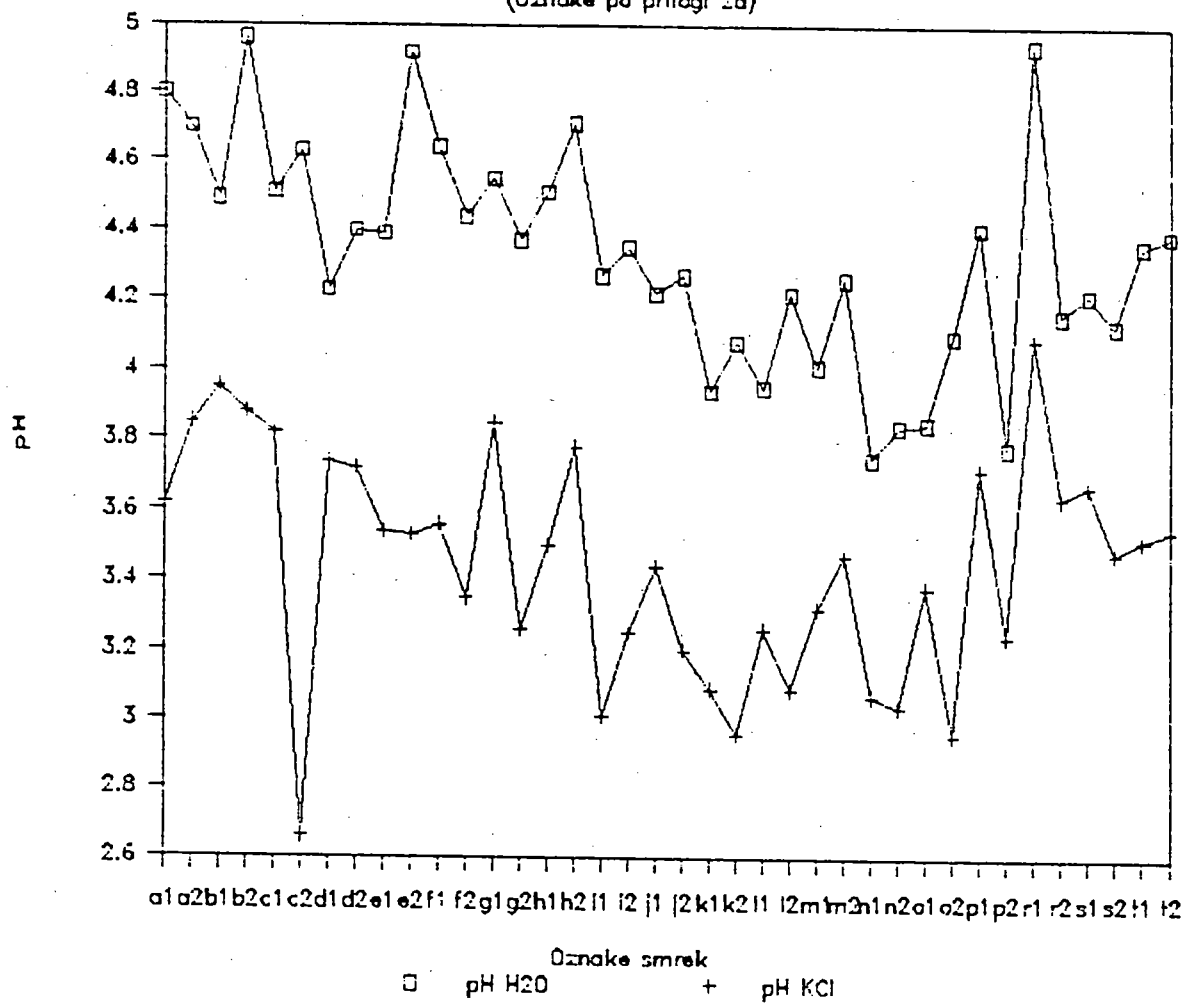
(glej prilogo 1a,b,c,d)



Slika 25: Poprečja analiz tal spomladi 1986  
(glej prilogo 1a,b,c,d)

# Kislost Ol horizonta leta 1987

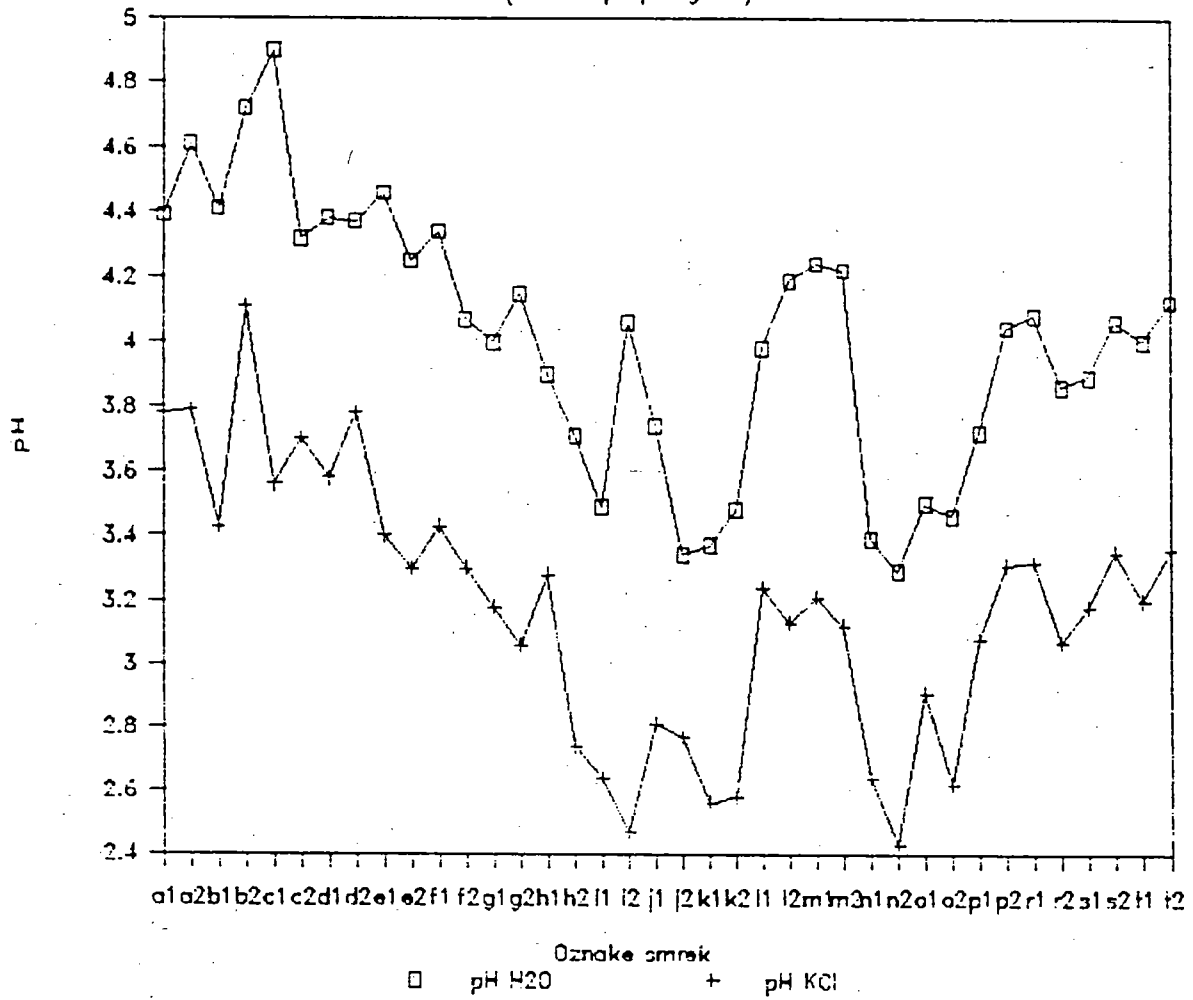
(Oznake po prilogi 2a)



Slika 26: Kislost Ol horizonta leta 1987  
(glej prilogo 2a,b,c,d)

# Kislost Oh horizonta leta 1987

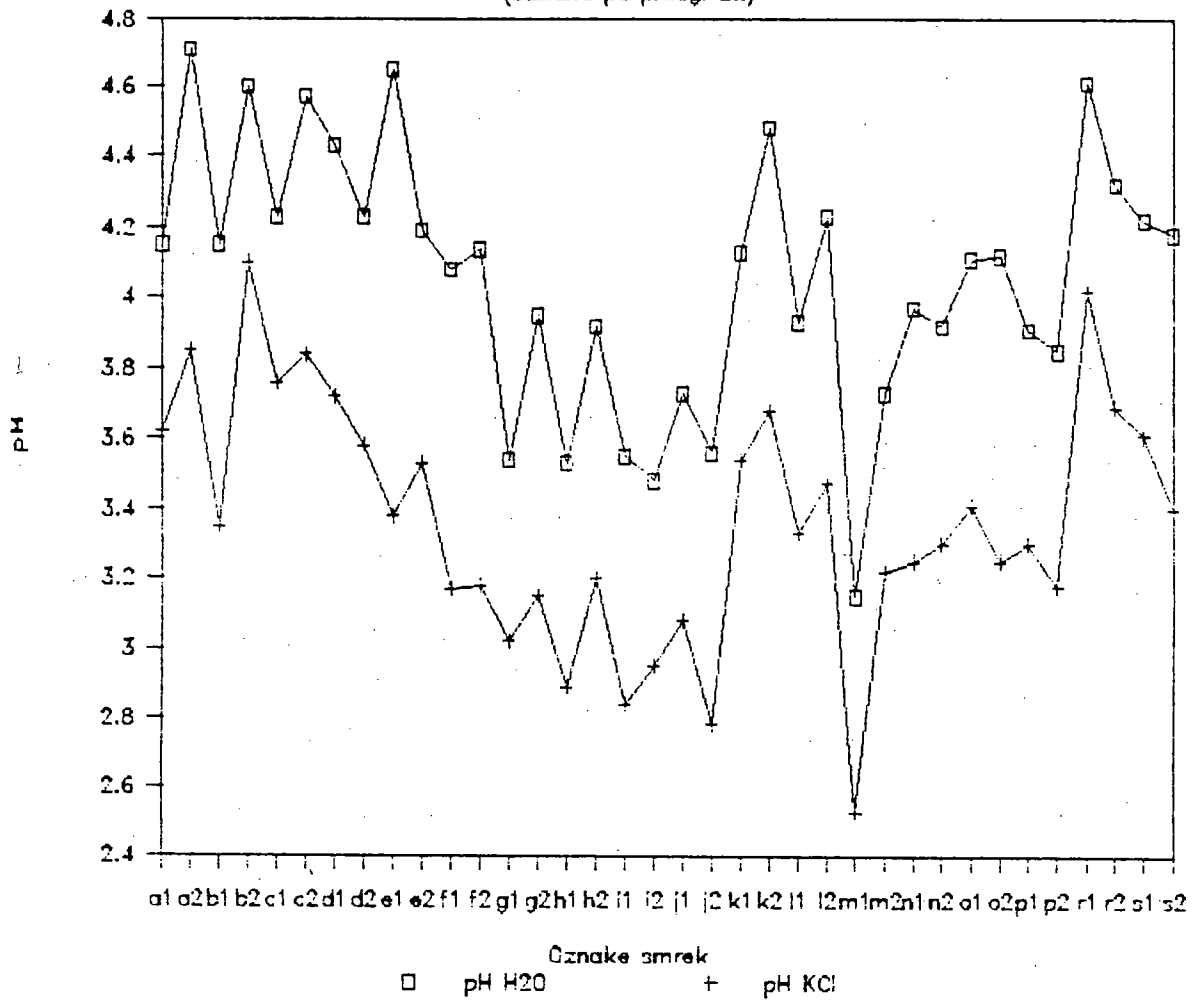
(Oznake po prilogi 2a)



Slika 27: Kislost Oh horizonta leta 1987  
(glej prilogo 2a,b,c,d)

# Kislost Ah horizonta leta 1987

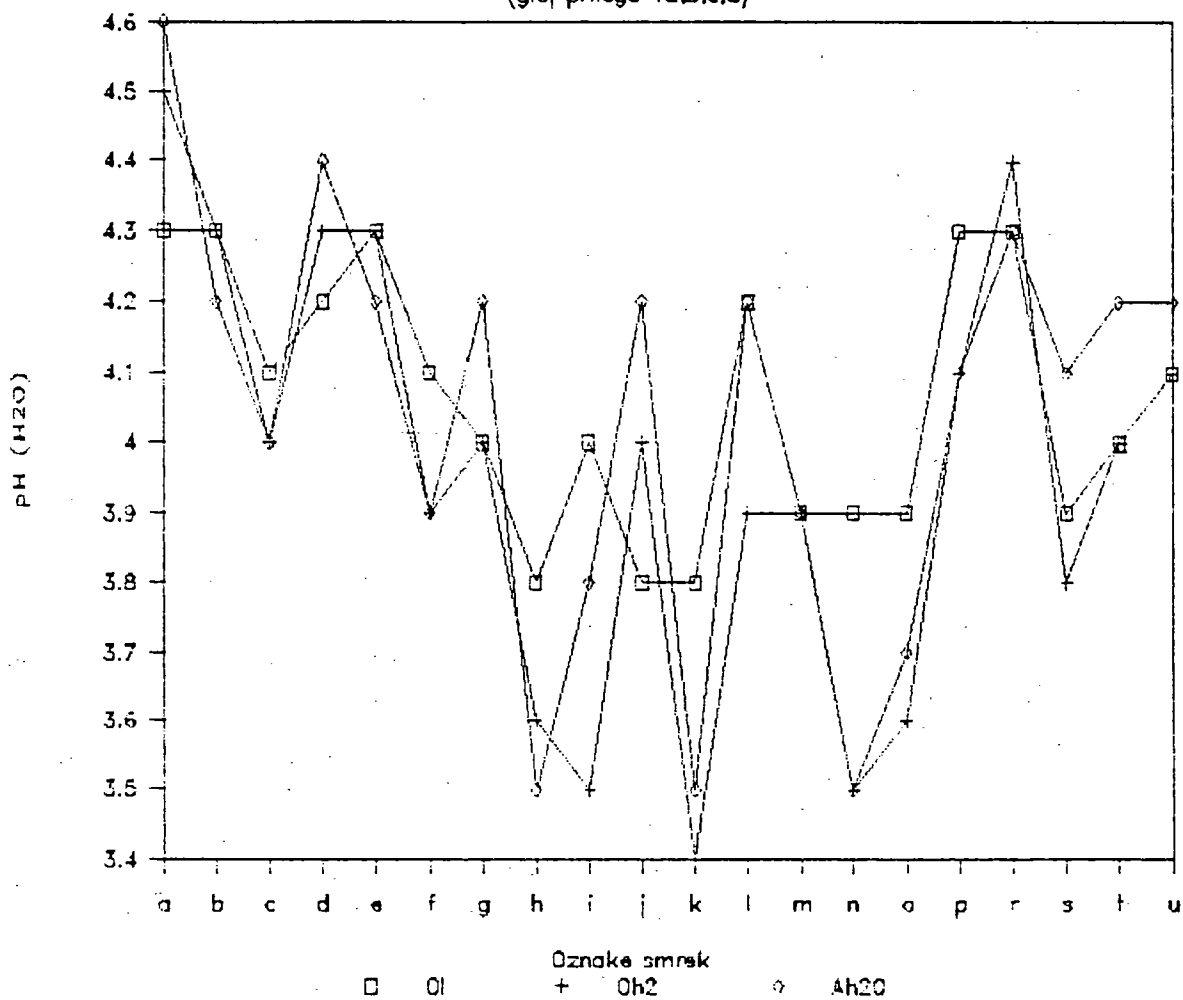
(Oznake po prilogi 2a)



Slika 28: Kislost OhAh(2-20) horizonta leta 1987  
(glej prilogo 2a,b,c,d)

# Kislost tal spomladi 1986

(glej prilogo 1a,b,c,d)

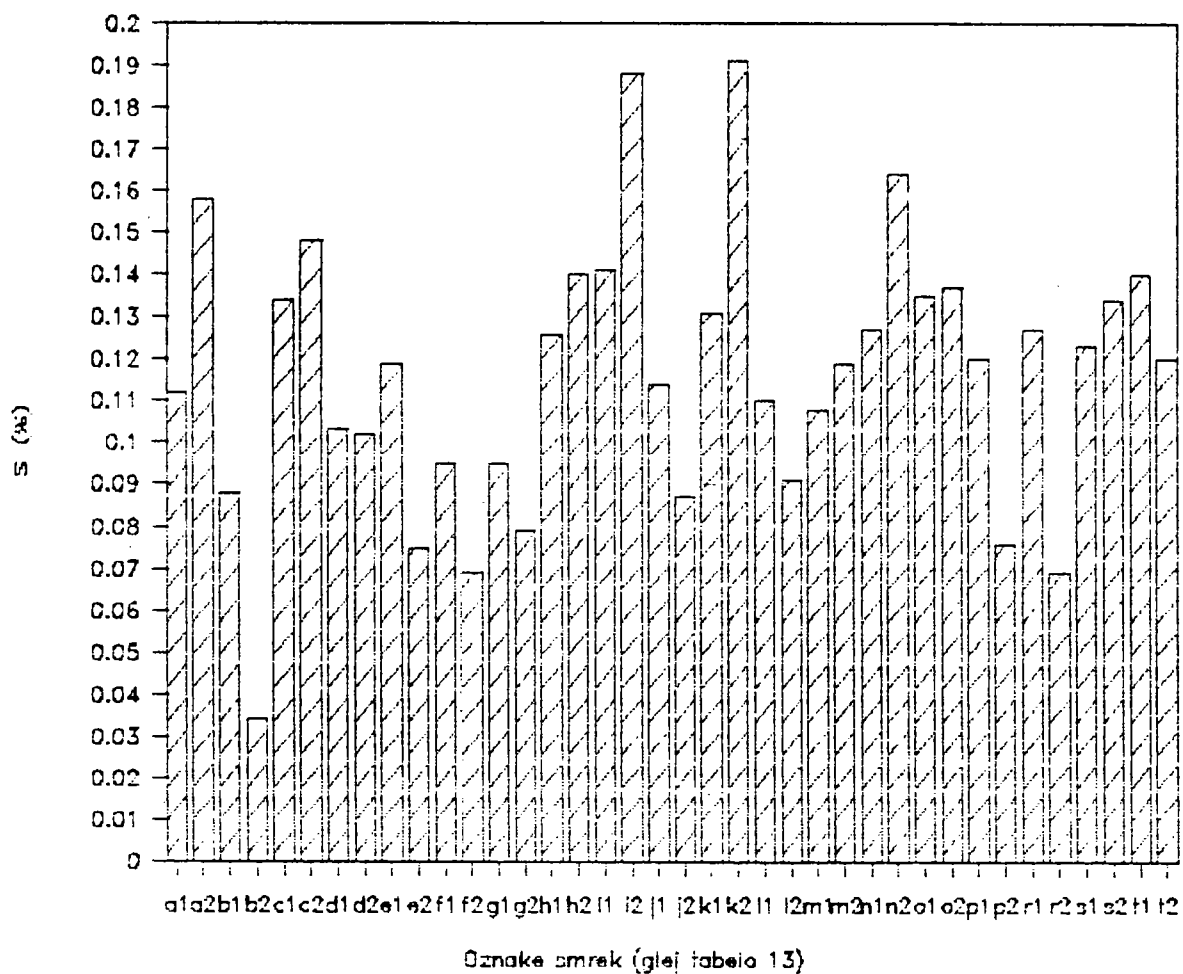


Slika 29: Kislost organskih horizontov tal spomladi 1986  
(glej prilogo 1a,b,c,d)

Tabela 13: Analize S in N v organskih  
 horizontih tal jeseni 1986

Oznaka	Horizont	S	N
a1 1	01	0.112	1.74
a2 1	0h2	0.158	1.60
b1 2	01	0.088	0.97
b2 2	0h2	0.034	0.28
c1 3_1	01	0.134	1.32
c2 3_1	0h2	0.148	0.87
d1 3_2	01	0.103	1.39
d2 3_2	0h2	0.102	0.85
e1 4_1	01	0.119	1.13
e2 4_1	0h2	0.075	0.53
f1 4_2	01	0.095	0.82
f2 4_2	0h2	0.069	0.40
g1 5	01	0.095	0.89
g2 5	0h2	0.079	0.58
h1 7	01	0.126	1.09
h2 7	0h2	0.140	1.06
i1 8	01	0.141	0.75
i2 8	0h2	0.188	0.67
j1 9	01	0.114	1.56
j2 9	0h2	0.087	0.67
k1 10	01	0.131	1.48
k2 10	0h2	0.191	1.37
l1 20_1	01	0.110	1.00
l2 20_1	0h2	0.091	0.74
m1 20_2	01	0.108	0.92
m2 20_2	0h2	0.119	0.80
n1 21_1	01	0.127	1.64
n2 21_1	0h2	0.164	1.43
o1 21_2	01	0.135	1.45
o2 21_2	0h2	0.137	1.29
p1 22_1	01	0.120	1.11
p2 22_1	0h2	0.076	0.57
r1 22_2	01	0.127	1.32
r2 22_2	0h2	0.069	0.54
s1 23_1	01	0.123	1.35
s2 23_1	0h2	0.134	1.16
t1 23_2	01	0.140	1.34
t2 23_2	0h2	0.120	0.57

## Vsebnost S v Ol in Oh jeseni 1986

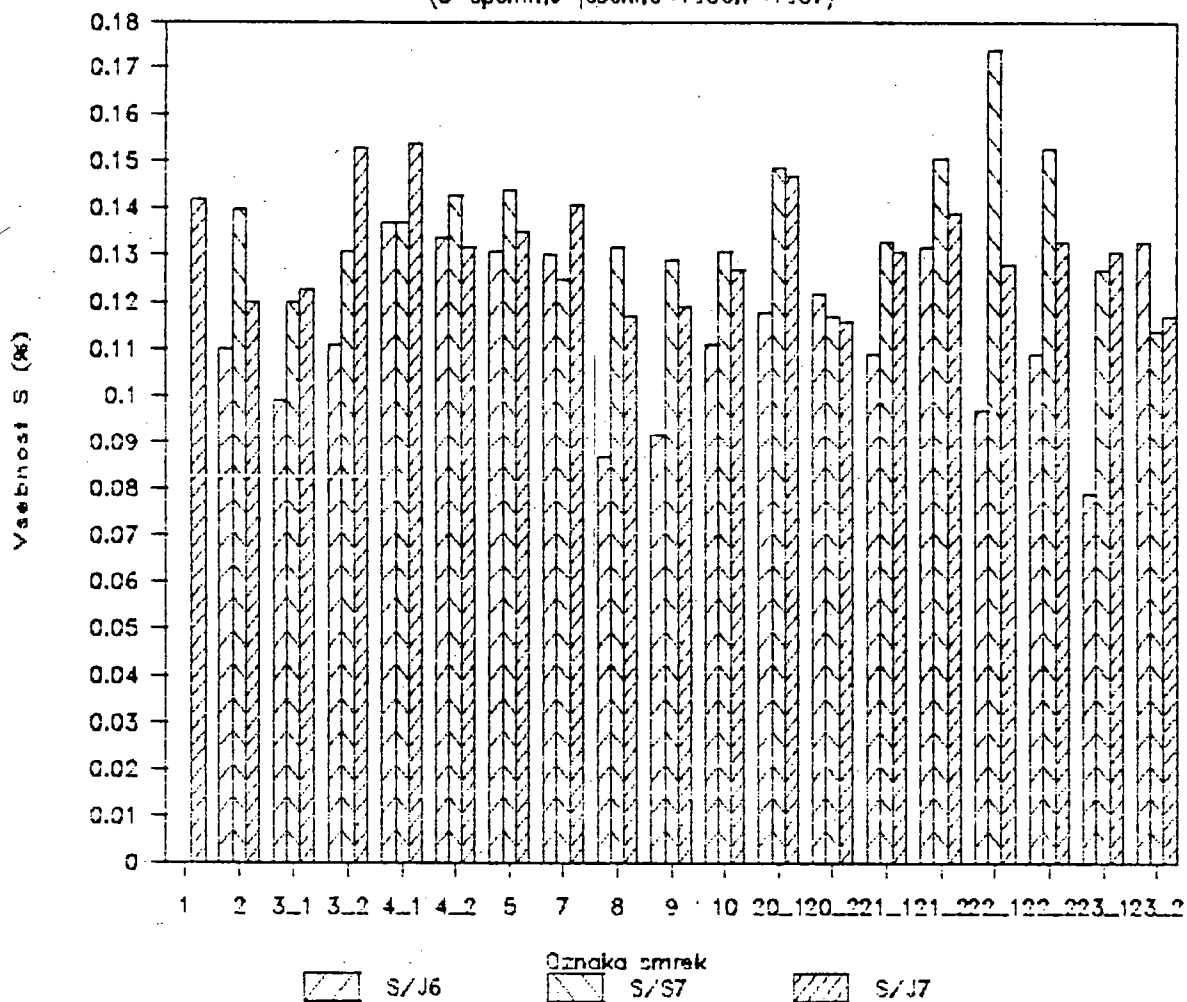


Slika 30: Vsebnost S v Ol in Oh horizontu jeseni 1986 (glej tabelo 13)



# Vsebnost S v koreninah (%)

(S=spoml.,J=jeseni,6=1986,7=1987)



Slika 31: Vsebnost S v koreninah v zaporednih vzorčenjih/sezonah (S=spolmadi, J=jeseni, 6=1986, 7=1987)

v vodi je pri OhAh(0/20cm) 4.0 v obeh letih, pH Ol in Oh horizonta pa je leta 1987 malo višja (4.3 v Ol, 4.1 v Oh) kot leta 1986 (4.1 v Ol, 4.0 v Oh). Vse vzorčene horizonte lahko uvrstimo v aluminijevo pufersko območje (pH 4.2 do 3.0, cit.v: Rothe et al., 1988). PH vrednosti, izmerjene v KCl so v poprečju za 0.9 enote pod vrednostmi v H<sub>2</sub>O, kar kaže na visoko potencialno kislost.

Kislost organskih horizontov v treh sezonah pri posameznih smrekah je prikazana na slikah 26,27,28,29 (oznake kot v prilogah 1 in 2, št.1 pri oznaki smreke predstavlja spomladanski vzorec, št.2 pa jesenski vzorec leta 1987). Večinoma so spomladanski vzorci vseh treh horizontov tal bolj kisli od jesenskih. Po kislosti Ah horizonta bi lahko posamezne vzorce razvrstili v dva razreda: v razred pH (H<sub>2</sub>O) 4.1 do 4.8 bi uvrstili smreke št. 1,2,3/1,3/2,4/1,4/2,5,20/1,20/2,22/1,22/2,23/1,23/2,6. V razred pH 3.1 do 4.0 bi uvrstili smreke št. 7,8,9,10,21/1,21/2. Kislost Oh(0-2cm) je precej podobna, kislost obeh izmerjenih Of horizontov (pri smrekah št.8 in 9) pa nižja, pH(H<sub>2</sub>O) je v poprečju 3.8 (kislost je splošna značilnost Of horizontov). PH vrednosti opada so večinoma višje, tudi pri sicer najnižji vrednosti pH v OhAh horizontu pri smreki št.21/1 (3.1), v Ol horizontu pH ne pade pod 3.7. Zelo izrazito pa je sezonsko nihanje kislosti opada.

Vsebnost žvepla v opadu in v Oh(0-2) horizontu se giblje od 0.03% na točki 2 do 1.9% na točki 10 (Tabela 13). Višje vsebnosti S zasledimo predvsem na izrazitih makro-grebenskih legah na točkah 1, 3/1, 7, 8, pri višje ležečih ploskvah št.10, 12 (21/1, 21/2) ter na ploskvi 14 (23/1,23/2). Iz slik št.30 (Vsebnost S v opadu in Oh horizontu) in 31 (Vsebnost S v koreninah) ni videti povezave med višjo vsebnostjo S v organskih horizontih tal in v koreninah ali v eno- in dveletnih iglicah (Slika 20). Maksimalne koncentracije žvepla (0.188 in 0.191 v Oh horizontu na ploskvah 8 in 10) pa ustrezata koncentracijam žvepla v starejših letnikih iglic, od 3. do 6., vzorčenih na ploskvah št.7 in 8 jeseni 1987 (Tabela 12), kar odgovarja ugotovitvi, da je večina skupnega žvepla v obeh zgornjih organskih horizontih tal vezanega v organski obliki, z globino pa raste anorganski delež žvepla (Fischer, 1986).

### 3.8 Pojavljanje gliv

Na vseh ploskvah smo ob vzorčenjih jeseni 1986 in 1987 in spomladi 1987 popisali skupno 131 vrst in varietet višjih gliv (Ascomycetes in Basidiomycetes). Glede na seznam vrst, mikoriznih s smreko (Trappe, 1962), ki je prilagojen ameriškim razmeram, smo označili vrste in rodove gliv, ki bi bili lahko mikorizni s smreko na Pohorju. Ta seznam mikoriznih gliv obsega 75 vrst in varietet, po primerjavi z nemško literaturo pa ga bo verjetno mogoče še razširiti (Agerer, v tisku). Seznam gliv, popisanih na posameznih ploskvah, pogostost pojavljanja vseh in mikoriznih gliv, determinator in datum popisa so prikazani v prilogi 3. Skupen seznam vrst gliv z oznako mikoriznih vrst je prikazan v

prilogi 4.

Skupno število vseh vrst, mikoriznih gliv in pogostost pojavljanja na posameznih ploskvah v zaporednih sezonah je prikazana v tabeli 14. Večina gliv je bila popisana v jesenskih sezonah 1986 in 1987. Spomladi 1987 smo popisali manjše število gliv le na 4 ploskvah. Na večini ploskev se je jeseni 1986 pojavilo več vrst vseh in mikoriznih gliv in v večjem številu (Sliki 32 in 33) kot jeseni 1987. To velja za ploskve št.1, 3/1,8,9,10,11(20),12(21),13(22). Na ploskvi št.3/2 je bila vrstna sestava jeseni 1987 revnejša kot 1986, pogostost pojavljanja vseh in mikoriznih gliv pa večja. Na ploskvah št.2,3/2 in 4 sta bila vrstna sestava in pojavljanje v obeh sezonah precej izenačena. Na ploskvah št.5,7,8 in 14(23) pa je bilo jeseni 1987 zabeleženo večje število vrst, ki so se pojavljale v večjem številu. Veliko število mikoriznih gliv smo zabeležili predvsem v višjih legah, na točkah 11(20),12(21), pa tudi 14(23),9,10,8,7,5.

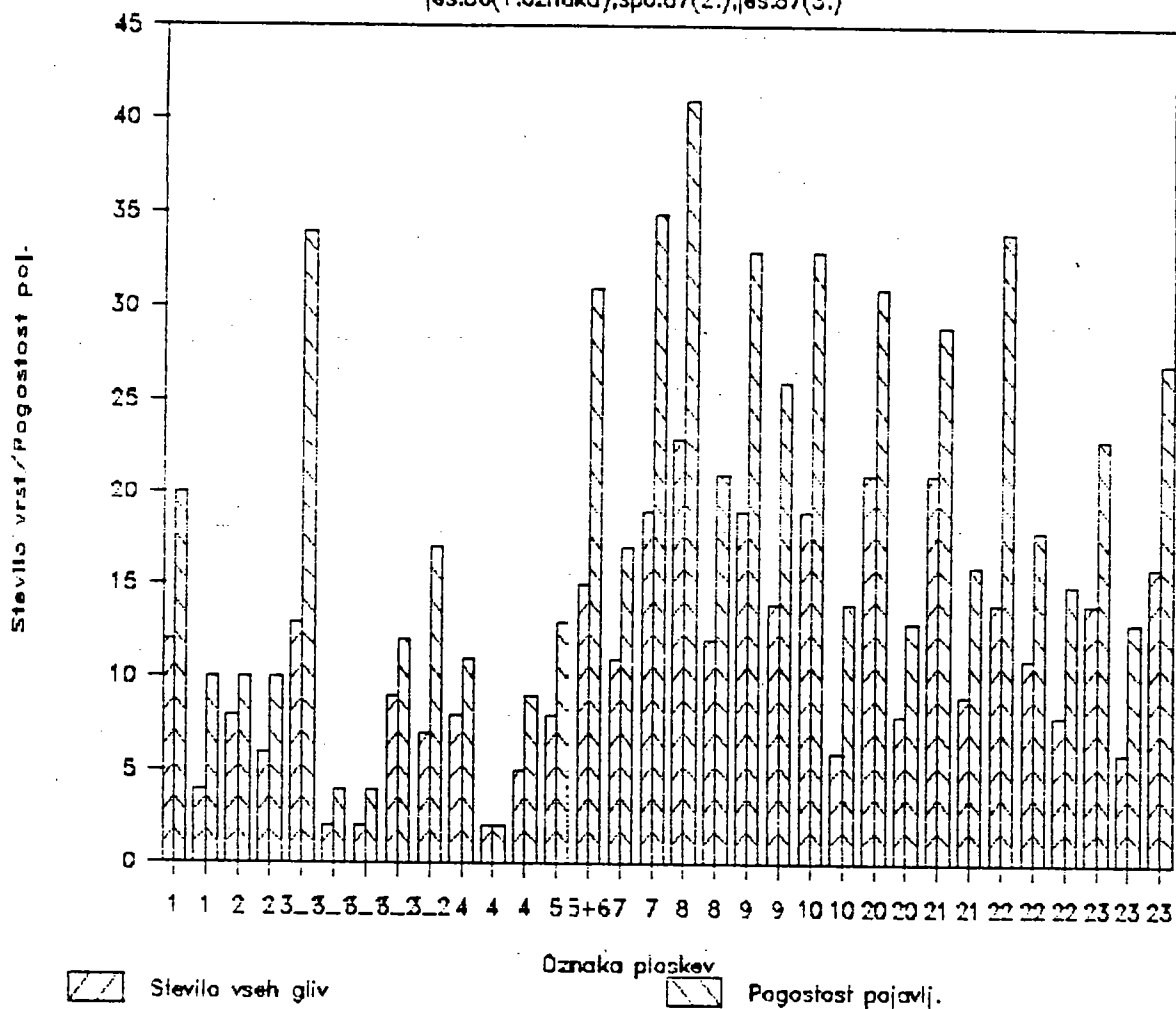
Tabela 14: Skupno število gliv na posameznih ploskvah

Oznaka	Sezona	St.vrst	St.mik.g.	Pojav.	Poj.m.g.
1	Jes.86	12	7	20	12
1	Jes.87	4	2	10	6
2	Jes.86	8	6	10	6
2	Jes.87	6	3	10	5
3_1	Jes.86	13	9	34	23
3_1	Spo.87	2	0	4	0
3_1	Jes.87	2	1	4	2
3_2	Jes.86	9	6	12	9
3_2	Jes.87	7	5	17	13
4	Jes.86	8	5	11	8
4	Spo.87	2	0	2	0
4	Jes.87	5	5	9	9
5	Jes.86	8	6	13	11
5+6	Jes.87	15	11	31	24
7	Jes.86	11	7	17	14
7	Jes.87	19	12	35	27
8	Jes.86	23	15	41	26
8	Jes.87	12	10	21	15
9	Jes.86	19	12	33	27
9	Jes.87	14	12	26	22
10	Jes.86	19	11	33	18
10	Jes.87	6	4	14	10
20	Jes.86	21	17	31	23
20	Jes.87	8	5	13	10
21	Jes.86	21	17	29	25
21	Jes.87	9	8	16	15
22	Jes.86	14	11	34	22
22	Spo.87	11	3	18	3
22	Jes.87	8	6	15	11
23	Jes.86	14	9	23	16
23	Spo.87	6	1	13	3
23	Jes.87	16	13	27	23

St.vrst = skupno število gliv, St.mik.g. = število mikoriznih gliv, Poj. = pogostost pojavljanja gliv, Poj.m.g. = pogostost pojavljanja mikoriznih gliv.

# Slika : Skupno število vseh vrst gliv

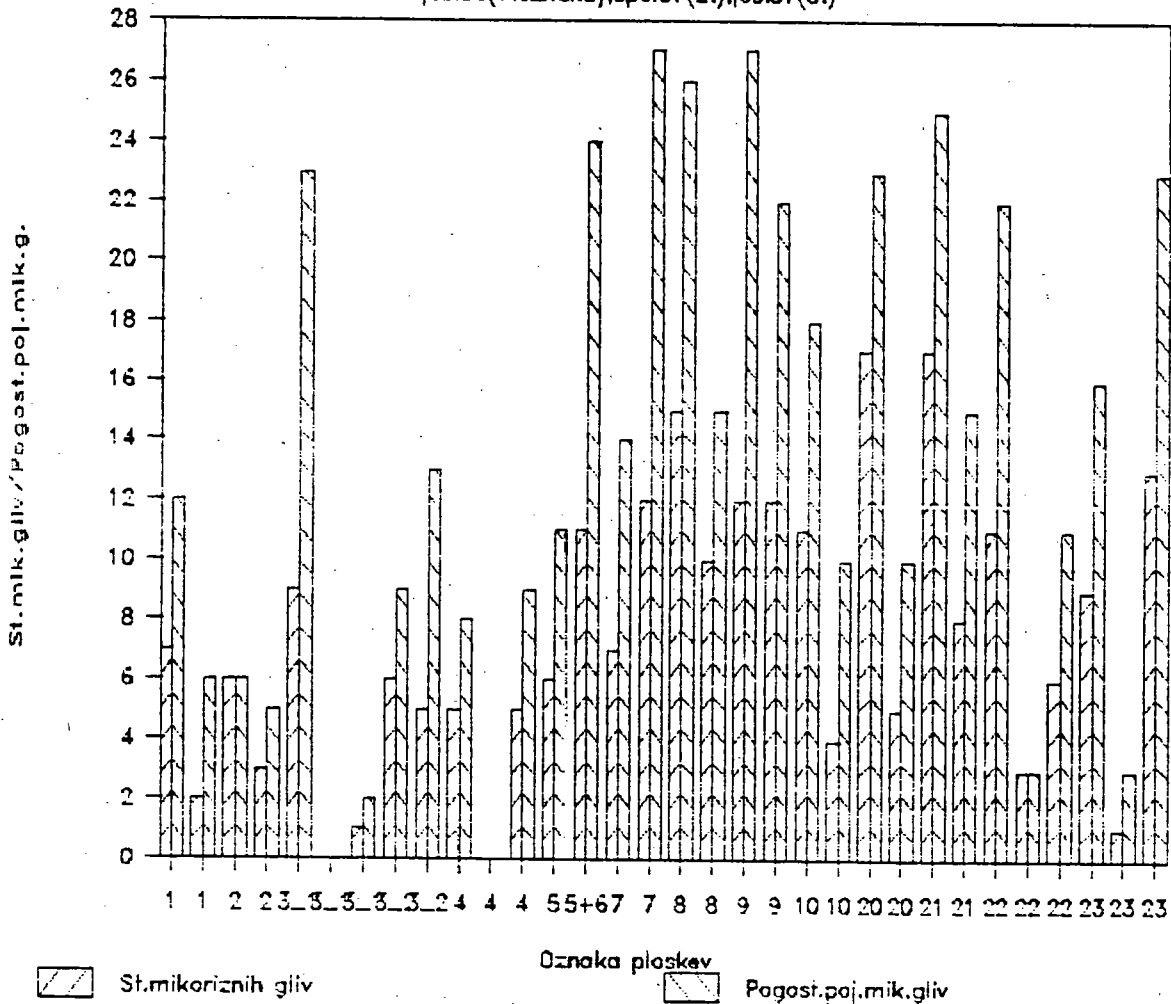
[es.86(1.oznaka),spo.87(2.),jes.87(3.)



Slika 32: Skupno število in pogostost pojavljanja vseh vrst gliv v zaporednih sezonah (prva oznaka = jeseni 1986, 2.oznaka=spomladi 1987, če manjka = 2.oznaka (sicer 3.oznaka) jeseni 1987)

# Slika : Pojavljanje mikoriznih gliv

jes.86(1.oznaka),spo.87(2.),jes.87(3.)



Slika 33: Skupno število in pogostost pojavljanja mikoriznih gliv v zaporednih sezonah (prva oznaka = jeseni 1986, 2.oznaka=spomladi 1987, če manjka = 2.oznaka (sicer 3.oznaka) jeseni 1987)

#### 4. DISKUSIJA

Gozdni sestoji na Radeljskem Pohorju, kjer smo zastavili raziskavo, so v zadnjih letih začeli kazati znake propadanja drevja, ki se kaže predvsem v izgubljanju iglic in listja. V svetu (Schuck, 1986) opažajo hkratno nenormalno rast in poškodovanost drobnih koreninic, zmanjšano reprodukcijo teh koreninic, poškodbe mikorize, hiter razvoj nekaterih bolezni. Proučevanje teh simptomov je težavno, ker se navadno pojavijo na odraslem drevju.

Najpogostejši pristop je v proučevanju mineralne prehrane posameznih dreves. Le-to ponovno otežkočajo dejavniki, ki vplivajo na veliko variabilnost vsebnosti posameznih elementov: sezona v letu, lega drevesa v sestoji, starost iglic in pozicija v krošnji, starost sestoja, klimatske razmere v zadnjem letu, predvsem deževja pozno poleti in jeseni, razmere v mikorizosferi, genotipske razlike (Lambert, Turner, 1988). Vse to pogojuje ožji izbor števila dreves, na katere je potrebno vezati dolgoletne raziskave velikega števila elementov. V naših raziskavah smo se omejili na raziskave celokupnega dušika, žvepla, fosforja, kalija, natrija, kalcija, magnezija, železa, mangana in aluminija v rastlinskem tkivu drobnih koreninic in iglic. Vsebnost teh elementov smo skušali povezati z mikoriznostjo korenin in s sklepanji o vzrokih slabšanja fiziološkega stanja posameznih dreves ter si pri slednjih pomagati z analizami organskih horizontov tal, indeksom čistoče zraka in pojavljanjem mikoriznih vrst gliv.

##### 4.1 Analize mineralne sestave rastlinskega tkiva in analize organskih horizontov tal

Hipoteze o vzrokih propadanja gozdov so večinoma povezane s pomanjkanjem določenih hranilnih elementov. Razlike so le v vzrokih pomanjkanja. Pri interakciji ozona in oksidativnega smoga je vzrok predvsem v spiranju iz iglic, pri amonijevi hipotezi in hipotezi kislih padavin v spiranju v tleh, pri stresni hipotezi gre za povezavo klimatskih stresnih faktorjev, predvsem zimske suše in kratkotrajnega pomanjkanja posameznih elementov (Peschl, 1982; Rehfuess, Ziegler, 1986; Roelofs, 1986; Ulrich, 1986; Rothe *et al.*, 1988). Cornic (1987) povezuje onesnaženje z žveplovim dioksidom in sušo.

V naši raziskavi smo predvideli dve inačici pomanjkanja hranilnih elementov. Po hipotezi o vplivu kopičenja dušikovih spojin v tleh bi pri smrekah v parih, ki so rastle v mikro-vdolbinah na terenu, pričakovali večjo vsebnost dušika glede na njen par in nižje koncentracije K, Mg in Ca v iglicah. Pri smrekah na makro-grebenskih legah pa bi po hipotezi o kislih padavinah pričakovali višje vsebnosti aluminija in železa, pa nižje vsebnosti magnezija in kalcija glede na smreke na neizpostavljenih legah.

Pri analizah vsebnosti dušika v rastlinskem tkivu nismo odkrili povezav med mikro ali makrorastiščnimi pogoji pri parih smrek.



Med pari smrek sta izstopali le smreki s ploskve št.11. Pri smreki št.21/2, ki raste na mikrovzpetini in je bila edina uvrščena v 3. razred poškodovanosti, smo določili večje vsebnosti Al, Fe in S v koreninah glede na smreko št.21/1. Pri obeh je bila prenizka vsebnost Ca in Mg v koreninah ter K v iglicah glede na standardne vrednosti (Rothe et al., 1988).

Pri vseh smrekah je bila v koreninah analizirana izrazito visoka vsebnost Al in Fe, medtem ko je bilo Ca in v letu 1987 K ca.50% pod normalo. V poprečju je bila vsebnost Mg v koreninah zadovoljiva.

Pri analiznih rezultatih vzorcev koreninic opazimo variabilnost med meritvami elementov v koreninah posameznih smrek, razlike med sezonskimi in zaporednimi letnimi meritvami. Variabilnost je posledica več faktorjev. Komlenović in Cestar (1984) ugotavljata, da so razlike med leti odvisne predvsem od vremenskih razmer v posameznih letih. Sezonske razlike pogojuje retranslokacija hranil v rastlini, kar predvsem velja za N,P,K,Mg, medtem ko je Ca relativno nemobilen (Nambiar (1987), kar velja tudi za Al (Entry et al., 1987). Na povečano variabilnost lahko vplivajo tudi postopki čiščenja korenin. Posameznih koreninic, zlasti mikoriznih, se oprimejo koščki zemlje, katere smo za naše analize spirali z namakanjem in spiranjem z demineralizirano vodo. Pri tem lahko pride do spiranja, predvsem K, iz korenin.

V iglicah so bile glede na standardne vrednosti (Rothe et al., 1988) izmerjene prenizke količine K, v nekaterih primerih tudi Mn, ne kaže pa se pomanjkanje Mg. Vrednosti S uvrščajo poprečen vzorec v 3.razred, nad normalo za Slovenijo. Najvišje vsebnosti S so bile izmerjene ob drugem merjenju, pozimi 1988/89, pri smrekah št.3/1,5,20/1,20/2,23/1, leta 1986/87 pri smreki št.10 in ob obeh merjenjih pri smrekah št.4/1, 4/2, 9, 21/1, 21/2. Analize dušika niso pokazale večjih razlik med smrekami.

Pri analizah pH organskih horizontov tal smo uvrstili ploskve v dve skupini kislosti. PH(H<sub>2</sub>O) manj kisle skupine je bil od 4.1 do 4.8. PH(H<sub>2</sub>O) bolj kisle skupine, ki sodi v aluminijevo pufersko območje, je bil 3.1 do 4.0. V to skupino sodijo smreke št. 7, 8, 9, 10, 21/1, 21/2.

Poskusi z umetnim zakisovanjem podlage (Mutsch, 1986) so pokazali, da vpliva poskusni postopek predvsem na vsebnost Ca, Mg in Al v rastlinskem tkivu, medtem ko so ostali elementi bolj odvisni od lastnosti tal. Kislo namakanje je povzročilo znižanje Mg in zvišanje Fe v drobnih koreninah v humusu (Stienen, 1986). Višje vrednosti Al v tleh so vplivale na povišanje vsebnosti Fe, Mn, P in Zn v rastlinskem tkivu (Entry et al., 1987). Pri znižanem pH lahko pride do povišanja vsebnosti Mn do toksičnih koncentracij (Hart et al., 1980). Na znižane koncentracije K in N lahko vpliva kratkotrajna zimska izsušitev (Peschl, 1982). Kisle padavine povzročajo spiranje iz krošenj, predvsem Mg, Ca, K in NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, glede na stopnjo kislosti in pogostost zalivanja (Kreutzer, Bittersohl, 1986). V naravnih pogojih je sicer spiranje iz krošenj pomemben del ciklov

hranilnih elementov (Amthor, 1986).

V naših raziskavah smo odkrili izrazito visoke vrednosti Al v koreninah, v katerih smo izmerili tudi povečane koncentracije Fe ter nizke koncentracije Ca, K in delno Mn v koreninah in v iglicah. Ekstremne vrednosti smo izmerili predvsem pri smrekah, ki smo jih po kislosti tal uvrstili v bolj kislo skupino. Posledice zakisovanja podlage ter suhih depozitov žvepla, ki jih nakazujejo visoke vsebnosti S v iglicah, kaže predvsem smreka št. 21/2, ki raste na mikrovzpetini, manj 21/1 in 10, ki rastejo v višjih legah, ter smreke št. 1, 3/1, 7 in 8.

#### 4.2 Mikoriznost korenin

V slovenskem gozdarstvu smo začeli spoznavati pomen in značilnosti mikorizne simbioze šele s pojavom propadanja gozdov. Stanje mikorize v gozdnih ekosistemih smo posplošeno označevali kot prisotno in zadovoljivo. Posledica takega razmišljanja je današnje nepoznavanje dejanskega stanja mikorize v posameznih ekosistemih in metodološka nepripravljenost na raziskave mikorize.

Morfološki in histološki izgled mikorizne korenine je odvisen od stadija razvoja mikorize, fiziološkega stanja dormance ali rasti glive in korenine, glivnega partnerja, razrasti v posameznih horizontih tal, dejavnikov okolja (Kottke, Oberwinkler, 1986; Nylund, 1987; Mikola, Laiho, 1962). Posamezne faze vzpostavitve simbioze, do katere lahko pride le pri določenem fiziološkem stanju mlade korenine in glive, zajemajo: stimulacijo rasti glive s koreninskimi metaboliti; tvorbo hifne ovojnice; medcelično rast posamezne hife; spremembo morfologije hif v labirintno tkivo in postopna tvorba Hartigove mreže; razširitev labirintnega tkiva v plašč (Nylund, Unestam, 1982).

Po zaključku dormance mikorizne korenine lahko raste na koreninskem vršičku dalje isti tip mikorize ali povsem drugačen tip (Mikola, Laiho, 1962). Izgled mikorizne korenine je odvisen od hitrosti rasti koreninskega vršička: pri počasni rasti ga istočasno že prerasča glivni plašč, Hartigova mreža se tvori kasneje. Pri hitri rasti pa plašč ne dosega rasti korenine, prva se tvori v korenini Hartigova mreža (Kottke, Oberwinkler, 1986).

Procesi staranja se pokažejo najprej na zunanosti plašča, ki ga postopno naselijo drugi organizmi v tleh. Nekatere patogene glive pa vrastejo skozi mrtve celice skorje v jedro in uničijo centralni cilinder (Haug *et al.*, 1988). Procesi staranja in odmiranja plašča in koreninske skorje se pospešijo ob vplivih neugodnega okolja, predvsem zakisovanja tal.

Goeblova (1988) predlaga 6 razredov vitalnosti mikoriznih korenin v zvezi z onesnaženjem okolja. Vitalnost peša s poškodovanostjo koreninske skorje, koreninskega vršička in mikorize od nepoškodovane preko rahlo zmanjšane rasti, sprememb mikorize, močnih poškodb z infekcijami sekundarnih patogenih organizmov, do

ustavitve rasti, degeneracije mikorize in celic koreninske skorje ter do mrtvih korenin in mikorize.

V raziskavi smo predstavili dva od vitalnostnih razredov Goeblove. Mikorizno kratko korenino s točke 10 smo uvrstili v 2. vitalnostni razred, mikorizno korenino s točke 8 pa v petega. Za celovito uporabo in prikaz takega rangiranja pa bi potrebovali referenčno slikovno gradivo posameznih stadijev razvoja mikoriznih korenin z več glivnimi partnerji. Mikorizno korenino namreč lahko uvrstimo v posamezni vitalnostni razred zaradi dejanskega slabšanja stanja v okolju korenine ali pa zaradi razvojnega stadija mikorize, fiziološkega stanja dormance ali rasti korenine, tipa mikorize in glivnega simbionta.

Tip mikorize se navadno označuje z izgledom mikorizne korenine, z barvo mikorize, s prisotnostjo rizomorfov, izgledom plašča, mikroskopskimi značilnostmi hif plašča, Hartigove mreže in koreninskih celic ter z različnimi postopki histoloških barvanj ali fluorescence (Agerer, 1989). V raziskavi smo se omejili predvsem na opise barve mikorize in na postopek histološkega barvanja, prirejenem po metodi Phillipsa in Haymana (1970).

Najpogosteje smo opisali sivobelo, oker in črno obarvano mikorizo, pa tudi belo, sivo-okker, citronasto-rumeno, rumeno, rdečo itd. Nekatere barve so ob drugih znakih značilne za posameznega mikoriznega simbionta. Črna mikoriza pri smreki je navadno povezana z glivo *Cenococcum graniforme* (Genetet *et al.*, 1984) ali zeleno (citronasto) rumena z glivo *Russula ochroleuca* (Agerer, 1989).

Histološke preparate smo barvali predvsem zaradi zanesljivosti ugotavljanja hifnega plašča in mreže. Pri uporabljeni metodiki se koreninsko tkivo razbarva, hife glive pa se obarvajo modro. Napaka metode je v tem, da se ob postopku razbarvanja poškoduje celotno rastlinsko tkivo. Posledica pa, da niso ločljivi artefakti postopka in dejanske poškodbe mikoriznih korenin v vzorcu. Večjo natančnost ocene histoloških preparatov obeta vpeljava analize mikroskopskih preparatov z UV svetlobo, v kateri veliko število glivnih hif fluorescira in zato barvanja preparatov niso potrebna.

Za površinski in globinski pogled v mikorizno korenino se je najbolje izkazala uporaba vrstičnega elektronskega mikroskopa (Massicotte *et al.*, 1987). Vidne so značilnosti rasti korenine, razrasti, oblike in velikosti hif in hifnega plašča, s tehniko svežih odlomov kratkih koreninic pa je omogočen vpogled v zgradbo mikorizne korenine in raziskave morebitne prisotnosti patogenih organizmov v njej.

Med morfološke ocene stopnje mikoriznosti korenin sodi predvsem metoda ocenjevanja deleža mikoriznih korenin. Ta se pri odraslem drevju ocenjuje okularno pri izbranem vzorcu korenin z odstotki ali z rangiranjem (Schenk, 1984). Pri sadikah, kjer je možno pregledati ves koreninski sistem, se ocenjuje mikoriznost z odstotkom mikoriznih kratkih korenin od vseh kratkih korenin v

vzorcu (Stroo et al., 1987), s tehtanjem mikorizne in celotne koreninske mase (Shafer et al., 1985) ipd. V naši raziskavi smo ocenjevali mikoriznost posameznih smrek okularno z odstotki na terenu ter le-te laboratorijsko preverjali in rangirali v tri range. Bolj natančne ošene stopnje mikoriznosti okolice smrek bi verjetno dobili z vzorčenjem okoliških tal s sondo in analiziranjem vseh koreninic v vzorcu, vendar v tem primeru v sestoji ne bi mogli neposredno povezati ocene mikoriznosti z določenim drevesom.

Na splošno smo ocenili mikoriznost vzorčnih dreves za dobro. Smreki št.1 in 3/1 sta bili ocenjeni srednje, smreka št.8 pa na slabo mikoriznost. V zaporednih sezonskih vzorčenjih se je pokazalo, da večina smrek iz srednjega ranga mikoriznosti v spomladanski sezoni preide v dobro mikoriznost ob jesenskem vzorčenju, kar razlagamo z večjo rastjo glivnega simbionta v jeseni.

Trend slabšanja mikorize se je pokazal predvsem pri smrekah št.1, 3/1 in pri smreki št.7, medtem ko je bila smreka št.8 vseskozi ocenjena na slabo mikorizno. Pri ostalih smrekah nismo zabeležili slabšanja stanja.

#### 4.3 Sklepno razmišljanje

Iz analiz elementov v rastlinskih tkivih, meritev žvepla ter meritev kislosti tal sklepamo, da gre pri poškodovanosti smrek na vzorčenih ploskvah za posledice negativnih vplivov kislih padavin in suhih depozitov žvepla. Posledice so opazne predvsem na makro-grebenskih legah pri smrekah št.1,3/1,7,8, ter v višjih legah pri smrekah št.21/2 (na mikrovzpetini), manj pa pri 21/1 in 10.

Pri teh smrekah je bila zlasti izrazita visoka vsebnost Al in Fe v koreninah, S v iglicah ter nizka vsebnost Ca, K in Mn v iglicah in koreninah.

Iz ocen mikoriznosti lahko sklepamo na slabšanje stanja le pri smrekah št.1, 3/1, delno 7 in stalno slabo stanje pri smreki št.8. Pri mikorizi z višje ležečih ploskev smo večinoma opazili dobro razvit, debel hifni plašč (prim. sl. 6). Kowalski (1987) ugotavlja, da je mikoriza z relativno debelejšim plaščem bolj rezistentna na onesnaženje, kot tista brez plašča. Glede na to bi bile lahko za razvitost relativno zdrave mikorize v višjih legah odgovorne vrste glivnega partnerja.

Število mikoriznih vrst gliv se je na teh ploskvah v letu 1988 zmanjšalo glede na leto 1986. Zmanjševanje vrstne raznolikosti in pogostosti mikoriznih vrst gliv povezuje z onesnaževanjem več avtorjev (npr. Roelofs, 1986; Arnolds, 1988; Guillitte, 1987; Schlechte, 1986). Mikoriznost koreninskih sistemov pa se v področjih zakisovanja tal zmanjšuje tudi zaradi manjšega vejanja korenin (Dighton, Skeffington, 1987). Ob spreminjanju kislosti tal se postopno spreminja kompetitivnost posameznih mikoriznih gliv. McAfee in Fortin (1987) uvrščata med uspešnejše glive v

področjih zakisovanja glivo Laccaria bicolor, ki smo jo določili tudi na naših ploskvah.

Analize čistosti zraka s pomočjo lišajev kažejo na teh ploskvah znake zakisanja podlage in poškodbe zaradi SO<sub>2</sub>. Ker so prevladujoče zahodne smeri vetra in je vsebnost žveplovih spojin ob posameznih meritvah preseгла 10mgSO<sub>4</sub>/l, bi na nižje ležečih točkah sklepali na vplive kislih padavin ali suhih depozitov z zahoda, pri višje ležečih točkah, zlasti št.10 in 11 (21) pa predvsem na vplive suhih depozitov iz emisijskega območja Šoštanja.

Zastavljena naloga je ovrgla verjetnost, da na slabšanje fiziološkega stanja smrek na Radeljskem Pohorju vpliva spiranje in kopičenje dušikovih spojin. Verjetno gre predvsem za zakisovanje tal zaradi onesnaženih padavin in za posledice suhih depozitov SO<sub>2</sub>.

Za raziskave mikorize smo začeli uvajati v gozdarske raziskave tehnike morfoloških in histoloških analiz mikoriznih korenin ter uporabili opremske zmogljivosti nekaterih drugih institucij.

Poglavitne pomanjkljivosti uporabljenih metodik pa so naslednje:

1.Vsebnost posameznih elementov v rastlinskem tkivu ne pove o vlogi teh elementov v celicah. Na analize rezultate vpliva cela vrsta motilnih faktorjev, npr. površinsko odlaganje elementov (Krivan et al., 1987). Fiziološko vlogo posameznih elementov v različnih pogojih okolja bi lahko bolje spoznali z analizo posameznih delov tkiva ali celic, npr. z uporabo mikrosone za določanje vsebnosti elementov v posameznih delih celice in z nekaterimi fiziološkimi analizami živih celic.

2.V nalogi smo načeli obsežno področje mikoriznih raziskav. Za morfološke in histološke analize bi potrebovali referenčno - primerjalno zbirko makro- in mikroskopskih preparatov mikoriznih korenin v različnih stadijih razvoja, naravnega staranja in umetnega propadanja korenin in mikorize z različnimi glivnimi partnerji.

3.Grobe analize mineralne sestave rastlinskega tkiva poškodovanega drevja vse pogosteje zamenjujejo natančnejše analize rastlinskih rastnih substanc. Vsebnost nekaterih tipov citokininov v iglicah se razlikuje že pri najmanjših spremembah fiziološkega stanja dreves (Schwartzenberg, 1989), pa tudi pri različni razvitosti mikorize (Dixon et al., 1988). V bodočih raziskavah bi se bilo zato primerno posvetiti tudi tem raziskavam.

## 5. ZAKLJUČEK

Iz analiz elementov v rastlinskih tkivih, meritev žvepla ter kislosti tal sklepamo, da gre pri poškodovanosti smrek na vzorčenih ploskvah za posledice negativnih vplivov kisljih padavin in suhih depozitov žvepla. Posledice so opazne predvsem na makrogrebenskih legah pri smrekah št.1,3/1,7,8 ter v višjih legah pri smrekah št. 21/2 (na mikrovzpetini) in v manjši meri 21/1 in 10.

Pri teh smrekah je bila zlasti izrazita visoka vsebnost Al in Fe v koreninah, S v iglicah ter nizka vsebnost Ca, K in delno Mn v iglicah in koreninah.

Analize čistosti zraka s pomočjo lišajev kažejo na teh ploskvah znake zakisanja podlage in poškodbe zaradi SO<sub>2</sub>. Število mikoriznih gliv se je na teh ploskvah v letu 1987 zmanjšalo glede na leto 1986.

Iz ocen mikoriznosti lahko sklepamo na slabšanje stanja le pri smrekah št. 1, 3/1, delno 7 ter na slabo stanje smreke št.8.

Ker so prevladujoče zahodne smeri vetra in je vsebnost žveplovih spojin ob posameznih meritvah preseгла 10mg SO<sub>4</sub>/l padavin, bi na nižje ležečih ploskvah sklepali na vplive kisljih padavin ali suhih depozitov z zahoda, pri višje ležečih ploskvah, zlasti pri št.10 in 11 (21) pa predvsem na vplive suhih depozitov iz emisijskega območja Šoštanja.

## 6. POVZETEK

Propadanje gozdov je v zadnjih letih poudarilo potrebe po poglobljenem spoznavanju fiziologije drevesnih vrst in njihovih simbiotov. Mikoriza, ki je razvita pri večini taksonov višjih rastlin, le-tem poveča dostopnost mineralnih elementov, izboljša vodni status, dolgoživost in odpornost korenin na patogene organizme in na ione toksičnih težkih kovin. V pogojih onesnaževanja je fiziološko stanje višjih rastlin prizadeto neposredno in posredno zaradi propada glivnega simbionta, na katerega vplivajo predvsem kisle padavine in prekomerno odlaganje dušikovih spojin.

Na Radeljskem Pohorju smo z izbiro 20 dreves smreke prve do tretje stopnje poškodovanosti v nadmorskih višinah 650 do 1380m skušali zajeti v raziskavo vplive makro in mikrorastiščne lege na vzpetini oziroma v vdolbini na terenu. S tako izbiro smo skušali odgovoriti na vprašanje o morebitnem vplivu onesnaževanja na fiziološko stanje dreves in njihovih simbiotov. Mikrorastiščna lega naj bi pare podobnih dreves razlikovala predvsem po spiranju in kopičenju dušikovih spojin v tleh. Le-te naj bi v mikrovdolbinah zaradi kopičenja negativno vplivale na drevo in na mikorizo. Makrorastiščna lega na izpostavljenih legah - grebenih pa bi vplivala na drevo predvsem zaradi suhih depozitov in zakisovanja tal.

Zasledovanje fiziološkega stanja posameznih smrek smo omejili na raziskave mineralnih elementov v koreninah in iglicah smrek in na oceno mikoriznosti korenin. Izsledke smo skušali dodatno razložiti z analizami organskih horizontov tal, pojavljanjem mikoriznih gliv v ožji okolici dreves, vsebnostjo žvepljenih spojin v deževnici in glavnimi smermi vetra ter indeksom čistoče zraka, pridobljenim z analizo lišajske flore.

Osnovno vzorčenje mikoriznih korenin, organskih horizontov tal in popise višjih gliv smo izvajali v času največje rasti mikoriznih korenin, spomladi in jeseni 1986/1987. Iglice smo vzorčili pozimi 1986/87 in 1988/89. Fiziološko stanje dreves je bilo opisano poleti 1987. Padavine smo zbirali po daljših sušnih obdobjih od 12.5.1986 do 9.11.1988. Skupno hitrost vetra v 16 smereh neba smo merili v tridnevni intervalih od 21.1.1988 do 9.11.1988. Lišajska flora, fitocenološka in okvirna entomološka opredelitev je bila izvedena jeseni 1986 in spomladi 1987.

Delež mikoriznosti korenin je bil opisan in ocenjen na terenu (%) in preverjen laboratorijsko (rangiran v ++,+,-). Korenine so bile do analiz hranjene v izvorni zemlji pri 2-4 C, sprane in del za histološke analize shranjen v fiksirni mešanici FAA (formalin:etanol:ocetna kislina), del pa posušen za kemijske analize.

Histološke preparate za optično mikroskopijo smo po razbarvanju s KOH in peroksidom barvali z barvilom tripan-modro v laktofenolu, za posnetke z vrstičnim elektronskim mikroskopom pa pripravili dehidrirane toto preparate mikoriznih korenin.



Mineralne elemente v koreninah in iglicah smo analizirali po suhem sežigu: P spektrofotometrično, K in Na s plamenskim fotometrom, Ca, Mg, Fe, Mn in Al z atomskim absorpcijskim spektrometrom. Analize celokupnega ogljika in žvepla so bile opravljene po sežigu z aparaturama Carmomat in Sulmomat, dušika po modificirani Kjeldahlovi metodi, analize organskih horizontov tal po standardnih pedoloških postopkih.

Ugotovili smo visoke vrednosti Al in Fe (poprečno 5500ppm, oziroma 3-5krat čez normalo), visoko Al/Ca razmerje (2.5), za 50% prenizke vsebnosti Ca v koreninah, nizke vrednosti Ca, v posameznih primerih K in Mn ter visoke vrednosti S v iglicah. Te značilnosti so bile izrazite predvsem pri smrekah na makrogrebenskih legah in v višjih legah. Pri tej skupini smrek je bil pH (H<sub>2</sub>O) tal izrazito nizek (3.1 do 4.0), v Al puferskem območju. V poprečju je bil pH (KCl) za 0.9 nižji, kar nakazuje visoko potencialno kislost. Vsebnost N je bila pri vseh smrekah v okvirjih standardov in ni pokazala značilnih razlik glede na mikrorastiščne pogoje. Mg je bil v območju pomanjkanja zabeležen le pri paru smrek (na Kraljevem vrhu) 1120m visoko.

Analize čistosti zraka s pomočjo lišajev kažejo na teh ploskvah znake zakisanja podlage in poškodbe zaradi SO<sub>2</sub>. Vrstna pestrost in abundanca mikoriznih gliv se je na teh ploskvah v letu 1987 zmanjšalo glede na leto 1986. Vsebnost žveplovih spojin v deževnici je ob posameznih meritvah presegla 10mg SO<sub>4</sub>/l.

Iz ocen mikoriznosti lahko sklepamo na slabšanje stanja le pri smrekah na nižje ležečih makrogrebenskih legah.

Iz navedenih ugotovitev sklepamo, da gre pri poškodovanosti smrek na vzorčenih ploskvah za posledice negativnih vplivov kislih padavin in suhih depozitov. Ker so prevladujoče zahodne smeri vetra, mikoriza pa poškodovana predvsem na nižje ležečih ploskvah, bi pri teh sklepali na vplive kislih padavin z zahoda, pri višje ležečih ploskvah (zlasti na Kraljevem vrhu in pri Paherskem križu) pa na vplive suhih depozitov iz emisijskega območja Šoštanja.

## SUMMARY

Forest decay in the recent years has enhanced the need for further understanding the physiology of forest trees and their symbionts. Mycorrhizae, which is known in most higher plant species, improves the availability of mineral nutrients for plants, water regime, root longevity and pathogen resistance, resistance to toxic heavy metal ions in the environment. Environmental pollution not only affects directly the physiology of higher plants but damages the symbiotic relationships and the symbiotic fungi. Mycorrhizae is primarily affected by the acid rain and by high nitrogen-forms depositions.

The present research was done on twenty sample spruce trees damaged from the first to the third degree, growing at the altitudes from 650 to 1380m, on the northern slopes of the mountain Pohorje, nearby Radlje (North Slovenia). The trees were chosen in pairs in micro-holes and micro-bumps on the slopes, as well as on more exposed sites on ridges. This experimental design was hoped to reveal i) the impacts of elevated levels of nitrogen compounds, which were supposed to affect mycorrhizae and the trees in the microholes; ii) or the impacts of acidification, due to acid rain and dry deposits on the exposed plots on ridges.

Trees physiology research involved mineral elements analyses in fine roots and needles and the estimation of mycorrhizae status of each tree. These results were further correlated to the analyses of upper humus layers, the abundance of mycorrhizal fungi on the research plots, sulfur contents of rain water, main wind directions and index of atmospheric purity, assessed with lichenologic screening.

Sampling of the mycorrhizal roots, humus soil layers and higher fungi screening were made at the time of maximum mycorrhizal growth, in spring and autumn 1986 to 1987. Spruce needles were sampled in winter 1986/87 and 1988/89. The physiological status of the sampled trees was determined visually in July 1987. Rain water was collected after longer dry periods from 12.5.1986 to 9.11.1988. Total wind speed in 16 sky directions was measured in three-days intervals from 21.1.1988 to 9.11.1988. Lichenological, phytocenological and entomological estimation of the plots was done in autumn 1986 and spring time 1987.

The percentage of mycorrhizal roots (%) was estimated on the plots and further ranked in the laboratory (++,+,-,-). Prior to analyses the roots were stored in the original soil samples at 2-4C, washed with demineralized water and the part for histological studies fixed in FAA (formalin:ethanol:acetic acid).

Optical microscopy was done on the discolored (with KOH and peroxide) and recolored (with trypan-blue in lactophenole) slides. For scanning electron microscopy toto dehydrated roots were used.

Mineral elements were determined in dry ashed fine roots and

needles: P spectrophotometrically, Na and K with flame photometer, Ca, Mg, Fe, Mn, Al with atomic absorption spectrometry. Total carbon and sulphur contents were determined by a Carmomat and Sulmomat procedure, nitrogen contents with a modified Kjeldahl method and the upper humus layers by standard soil procedures,.

High Al and Fe were found (over 5500 ppm, which was 3 to 5 times over normal values), high Al/Ca ratio (2.5) and low Ca contents (50% lower than standards) was determined in the root samples. Needle samples showed low Ca, frequently also K and Mn, and high S contents. These findings were more pronounced in spruce from the exposed plots and on higher altitudes. In this sample group soil pH (H<sub>2</sub>O) was low (3.1 to 4.0), in Al buffer range. In general pH (KCl) was for 0.9 degree lower, showing high potential acidity. Nitrogen content of needles was similar and within normal values in all samples. Mg deficiency was found only in one pair of spruces (at Kraljev vrh) 1120m high.

Index of atmospheric purity and lichenological analyses on the same plots showed signs of substrate acidification and SO<sub>2</sub> damages. Species diversity and abundance of mycorrhizal fungi showed a decrease in 1987 towards the year 1986. Sulfur content of rain water was higher than 10mg SO<sub>4</sub>/l in several occasions.

The mycorrhizal estimations showed a considerable degree of damage only in 4 spruces in lower, exposed altitudes.

These results are consistent with the conclusion that the main reason for spruce damages on the research plots is acidification, due to acid rain and dry depositions. The prevailing wind directions are western winds. Mycorrhizae is mostly damaged on the lower, exposed altitudes. Therefore we conclude that at these plots the main cause for damages is acid rain from the west. On the higher elevations (at Kraljev vrh and Paherski križ) the main cause may be dry deposits from the Šoštanj emissions region (thermoenergetic power plant).

## 7. LITERATURA

- 1.) Abuzinadah, R.A., Read, D.J. (1986). The role of proteins in the nitrogen nutrition of ectomycorrhizal plants. III Protein utilisation by Betula, Picea and Pinus in mycorrhizal association with Hebeloma crustuliniforme. *New Phytol.* 103: 507-514.
- 2.) Agerer, R. (1989). *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*. Munchen, Einhorn Verlag.
- 3.) Al Abras, K., Bilger, I., Martin, F., Le Tacon, F., Lapeyrie, F. (1988). Morphological and physiological changes in ectomycorrhizae of spruce (Picea excelsa (Kar.)Link) associated with ageing. *New Phytol.* 110: 535-540.
- 4.) Allen, R.J.L. (1940). The estimation of phosphorus. *Biochem. J.* 34: 858-865.
- 5.) Amthor, J.S. (1986). An estimate of the 'cost' of nutrient leaching from forest canopies by rain. *New Phytol.* 102: 359-364.
- 6.) Arnolds, E. (1988). The changing macromycete flora in the Netherlands. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 90: (3) 391-406.
- 7.) Barnes, J.D., Davison, A.W. (1988). The influence of ozone on the winter hardiness of Norway spruce (P.a. (L.) Karst). *New Phytol.* 108: 159-166.
- 8.) Batič, F. (1985-6). Zakaj umirajo gozdovi? *Proteus* 48: 168-173.
- 9.) Batič, F. (1986). Stanje lišajске flore in pojav temperature inverzije v Ljubljanski kotlini. *Biol. V.* 34 : (2) 1-11.
- 10.) Blank, L.W., Roberts, T.M., Skeffington, R.A. (1988). New perspectives on forest decline. *Nature* 336: 27-30.
- 11.) Blaschke, H. (1986). Einfluss von warmer Begrenzung und kalkung auf die Biomasse und mykorrhizierung der feiwurzeln von fichten. *Forstw. Cbl.* 105: 324-329.
- 12.) Blaschke, H. (1986). Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung Mykorrhizierten Feiwurzeln von Fichten in Waldschadensgebieten. *Forstw. Cbl.* 105: 477-487.
- 13.) Blasius, D., Kottke, I., Oberwinkler, F. (1985). Zur Bewertung der Gute von Fichtenwurzeln Geschadigter Bestände. *Forstw. Cbl.* 104: 318-325.
- 14.) Bledsoe, C.S., Rygiewich, P.T. (1985). Ectomycorrhizas affect ionic balance during ammonium uptake by douglas-fir roots. *New Phytol.* 102: 271-283.
- 15.) Boxman, A.W., Roelofs, J.G.M. (1987). Some effects of

- nitrate versus ammonium nutrition on the nutrient fluxes in Pinus sylvestris seedlings. Effects of mycorrhizal infection. Can. J. Bot. 66: 1091-1097.
- 16.) Clement, A., Gessel, S.P. (1985). N, S, P status and protein synthesis in the foliage of Norway spruce (Picea abies) and Austrian black pine (Pinus nigra). Plant Soil 85: 345-359.
- 17.) Cole, D.W. (1981). Nutrient cycling in world forests. 17th IUFRO Congress, Ibanaki, Div. 1, 139-160.
- 18.) Comerford, N.B., Leaf, A.L. (1982). An evaluation of techniques for sampling forest tree nutrient content. Part I. Sampling the crown for total nutrient content. Forest Sci. 28: (3) 471-480.
- 19.) Cornic, G. (1987). Interaction between sublethal pollution by sulphur dioxide and draught stress. The effect on photosynthetic capacity. Physiol. Plantarum 71: 115-119.
- 20.) Curl, E.A., Truelove, B. (1986). The Rhizosphere. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- 21.) Ćirić, M. (1984). Pedologija. Sarajevo, SOUR "Svijetlost".
- 22.) Denfer, D., Ziegler, H. (1982). Botanika. Morfologija i fiziologija. (Z. Devide). Zagreb, Školska knjiga.
- 23.) Devlin, R.M. (1966). Plant Physiology. New York, Reinhold Publishing Corp.
- 24.) Dighton, J., Skeffington, R.A. (1987). Effects of artificial acid precipitation on the mycorrhizas of scots pine seedlings. New Phytol. 107: 191-202.
- 25.) Dixon, R.K., Garrett, H.E., Cox, G.S. (1988). Cytokinins in the root pressure exudate of Citrus jambhiri Lush. colonized by vesiculo-arbuscular mycorrhizae. Tree Physiol. 4 (1): 9-18.
- 26.) Entry, J.A., Cromack, K.Jr., Stafford, S.G., Castellano, M.A. (1987). The effect of pH and aluminum concentration on ectomycorrhizal formation in Abies balsamea. Can. J. For. Res. 17: 865-871.
- 27.) Feil, W., Kotke, I., Oberwinkler, F. (1988). The effect of drought on mycorrhizal production and very fine root system development of Norway spruce under natural and experimental conditions. Plant and Soil 108: 221-231.
- 28.) Fischer, M. (1986). Schwefel-vorräte und -Bindungsformen des Pedons Heglwald. Fortw. Cbl. 105: 287-292.
- 29.) Fogel, R. (1980). Mycorrhizae and nutrient cycling in natural forest ecosystems. New Phytol. 86: 199-212.

- 30.) Friedland, A.J., Hawley, G.J., Gregory, R.A. (1988). Red spruce (P. rubens, Sarg.) foliar chemistry in Northern Vermont and New York, USA. *Plant and Soil* 105: 189-193.
- 31.) Glass, D.M. (1983). Regulation of ion transport. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 34: 311-326.
- 32.) Glatzel, G. (1985). Schwerbelastung von Waldern in der Umgebung einer Huttenwerkes in Brixleg/Tirol (Austria). II. Wachstum und Mineralstoffernahrung von Fichtenpflanzen (Picea abies) auf Schwermetallbelasteten Waldbodenumus. *Cbl. Ges. Forstwesen* 102: (1) 41-51.
- 33.) Gobl, F. (1986). Wirkung simulierter saurer Niederschläge auf Boden und Fichtenjungpflanzen in gefassuersuch. III. Mycorrhizauntersuchungen. *Cbl. Ges. Forstwesen* 103(2): 89-107.
- 34.) Gobl, F. (1988). Mycorrhiza und feinwurzeluntersuchungen in waldschadensgebiet Gleingraben/Steiermark. *Osterreichische Forstzeitung* 6 :16-18.
- 35.) Gregorič, V. (1979). Gozdni raziskovalno-študijski objekt na liniji Črni vrh - Kapunarjev vrh. Geološke razmere. IGLG pri BF v Ljubljani. Ljubljana, 13 str. (Elab.)
- 36.) Gronbach, E., Agerer, R. (1986). Charakterisierung und inventur der Fichten-Mykorrhizen in Hoglewald und deren Reaktionen auf Saure Beregnung. *Forstw. Cbl.* 105: 329-335.
- 37.) Guillitte, O. (1987). Observations mycologiques et "pluies acides" en Belgique. *Menu. Soc. Roy. Bot. Belg.* 9: 67-78.
- 38.) Harley, J.L. (1989). The significance of mycorrhizae. *Mycol. Res.* 92 (2): 129-139.
- 39.) Hart, P.B.S. Widowson, J.P., Watts, H.M., Chu-chou, M. (1980). Response of Pinus caribea var. hondurensis seedlings to mycorrhizal inoculum, phosphorus and pH. *Aust. For. Res.* 10: 389-396.
- 40.) Haug, I., Weber, G., Oberwinkler, F. (1988). Intracellular infection by fungi in mycorrhizae of damaged spruce trees. *Eur. J. For.* 18: 112-120.
- 41.) Hildebrand, E.E. (1986). Zustand und Entwicklung der Austauschereigenschaften von mineralboden aus Standorten mit Erkrankten Waldbetanden *Forstw Cbl.* 105: 60-76.
- 42.) Harley, J.L., Smith, S.E. (1983). *Mycorrhizal symbiosis.* London and New York, Academic Press.
- 43.) Haussling, M., Jorns, C.A., Lehmbecker, G., Hecht-Bucholz, C.H., Marshner, H. (1988). Ion and water uptake in relation to root development in Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.). *J. Plant Physiol.* 133: 486-491.

- 44.) Hočevar, A., Kajfež-Bogataj, L. (1986). Klimatske razmere občine Radlje ob Dravi. Poročilo, VTOZD za agronomijo BF. Univerza v Ljubljani, 27 str.(tipk.)
- 45.) Ingestad, T. (1979). Mineral nutrient requirements of Pinus silvestris and Picea abies seedlings. *Physiol. Plant.* 45: 373-380.
- 46.) Kalan, J. (1980). Gozdni raziskovalno-študijski objekt na liniji Črni vrh - Kapunarjev vrh. Pedološke razmere. IGLG pri BF v Ljubljani. Ljubljana, 36 str. (Elab.)
- 47.) Klein, R.M., Perkins, T.D. (1987). Cascades of Causes and effects of Forest Decline. *Ambio* 16(2-3): 86-93.
- 48.) Komlenović, N., Cestar, D. (1984). Istraživanja stanja ishrane lužnjaka (Quercus robur) u utvrđenim ekološko-gospodarskim tipovima šuma u SR Hrvatskoj. Radovi 59 Šumarski institut Jastrebarska. Zg. 34p.
- 49.) Kottke, I., Oberwinkler, F. (1986). Mycorrhiza of forest trees-structure and function. *Trees* 1(1): 1-24.
- 50.) Kottke, I., Rapp, C.H., Oberwinkler, F. (1986). Zur Anatomie gesunder und "kranker" Feinstwurzeln von Fichten: Meristem und Differenzierungen in wurzelspitzen und mykorrhizen. *For. Path.* 16: 159-171.
- 51.) Kowalski, S. (1987). Mycotrophy of Trees in Converted Stands Remaining Under Strong Pressure of Industrial Pollution. *Angew. Botanik* 61: 65-83.
- 52.) Krause, C.R., Dechinger, L.S. (1987). Sulphur accumulation in red maple leaves exposed to sulphur dioxide. *Phytopathology*, 77: 1438-1441.
- 53.) Kreutzer, K., Bitterschl, J. (1986). Auswirkung des saures Regens und der kompensatorische kalkung in Hogwald. *Forstw. Cbl.* 105: 272-282.
- 54.) Kreutzer, K., Bittersohl (1986). Stoffauswaschung aus Fichtenkrone (P.a.(L.) Karst.) durch saure Beregung. *Forstw. Cbl.* 105: 357-363.
- 55.) Krivan, V., Schaldach, G., Hausbeck, R. (1987). Interpretation of element analyses of Spruce- needletissue falsified by atmospheric Surface deposition. *Naturwissenschaften* 74: 242-245.
- 56.) Kuiper, P.J.C., Kuiper, D., Schutt, J. (1988). Root functioning under stress conditions: An introduction. *Plant and Soil* 111: 249-253.
- 57.) Lambert, M.J., Turner, J. (1988). Interpretation of nutrient

- concentrations in Pinus radiata foliage at Belangla state forest. Plant and Soil 108: 237-244.
- 58.) Last, F.T., Dighton, J., Mason, P.A. (1987). Successions of sheathing Mycorrhizal fungi. Trends in Ecol. and Evol. 2(6): 157-161.
- 59.) Last., F.T., Mason, P.A., Wilson, K., Ingleby, Munro, R.C., Fleming, L.V., Deacon, D.W. (1985). "Epidemiology" of sheathing (ecto-) mycorrhizas in unsterile soil: a case study of Betula pendula. Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh, 85B: 299-315.
- 60.) Lindermann, R.G. (1988). Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora. The Mycorrhizosphere effect. Phytopath. 78(3): 366-371.
- 61.) Lundeberg, G. (1970). Utilisation of various nitrogen sources, in particular bound soil nitrogen, by micorrhizal fungi. Studia Forestalia Suecica 79: 1-95.
- 62.) Marks, G.C., Kozlowski, T.T. (1973). Ectomycorrhizae. New York and London, Academic Press.
- 63.) Massicotte, H.B., Melville, L.H., Peterson, R.L. (1987). Scanning electron microscopy of ectomycorrhizae. Potentials and limitations. Scanning Microscopy 1(3) 1439-1454.
- 64.) McAfee, B.J., Fortin, J.A. (1987). The influence of pH on the competitive interactions of ectomycorrhizal mycobionts under field conditions. Can. J. For. Res. 17: 859-864.
- 65.) Mejstrik, V.K., Krause, H.H. (1973). Uptake of P by Pinus radiata roots inoculated with S. luteus and C. graniforme from different sources of available phosphate. New Phytol. 72: 137-140.
- 66.) Metzler, B., Oberwinkler, F. (1984). Charakteristische Meristemschaden in Fichtenwurzeln durch niedrigen Ph-wert und Aluminium Ionen. AFZ 25/26: 644-651.
- 67.) Metzler, B., Oberwinkler, F. (1987). The in-vitro mycorrhization of Pinus silvestris and its dependence on the pH-value. Eur. J. For. Path. 17: 385-397.
- 68.) Mikola, P. Laiho, O. (1962). Mycorrhizal relations in the raw humus layer of northern spruce forests. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 55.18, Helsinki, 13p.
- 69.) Miller, O.K.Jr. (1982). Ectomycorrhizas in the Agaricales and Gastromycetes. Can. J. Bot. 61: 909-916.
- 70.) Moser, M., Julich, W. (1985-1986). Colour atlas of Basidiomycetes. Fisher, Stuttgart.
- 71.) Mutsch, F. (1986). Wirkung Simulierter Saurer niederschlag



auf Boden und Fichtengungpflanzen in Gefassversuch. I. Einfluss auf die Elementgehalte des Bodens, der Durchflusslosungen und der Pflanzen. Cbl. Ges. Forstweser: 103(2): 63-78.

72.) Nambiar, E.K., Saranandar: (1987) Do nutrients retranslocate from fine roots? Can. J. For. Res., 17: 915-918.

73.) Neighbour, E.A., Cottam, D.A., Mansfield, T.A. (1988). Effects of sulphur dioxide and nitrogen dioxide on the control of water loss by birch (Betula p). New Phytol. 108: 149-157.

74.) Nye, P.H., Tinker, P.B. (1977). Solute movement in the soil-root system. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

75.) Nylund, J.E. Unestam, T. (1982). Structure and physiology of ectomycorrhiza. I. The process of mycorrhiza formation in Norway spruce in vitro. New Phytol. 91: 63-79.

76.) Nylund, J.E. (1987). The ... infection zone and its relation to acid polysaccharides of cortical cell walls. New Phytol. 106: 505-516.

77.) Ogner, G., Teigen, D. (1980). Effects of acid irrigation and liming on two clones of Norway spruce. Plant and Soil 57: 305-321.

78.) Percy, K.E., Baker, E.A. (1988). Effects of simulated acid rain on leaf wetability, rain retention and uptake of some inorganic ions. New Phytol. 108: 75-82.

79.) Perry, D.A., Molina, R., Amaranthus, M.P. (1987). Mycorrhizone, mycorrhizosphere, and reforestation: current knowledge and research needs. Can. J. For. Res. 17: 929-940.

80.) Peschl, A. (1982), Der Einfluss der Kalium- und Stickstoffversorgung auf den Gaswechsel Junges Pflanzen von Picea abies, Pseudotsuga menziesii und Abies grandis bei Frosttrocknis. Flora 172: 449-461.

81.) Phillips, J.M., Hayman, D.S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55(1): 158-160.

82.) Rehfuess, K.E., Ziegler, H. (1986). Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse Experimenteller Untersuchungen über die Auswirkungen von Luftschadstoffen, Bodenzustand und Witterungsstress auf Junge Fichten (Pice abies(L.) Karst.) Forstw. Cbl. 105: 267-271.

83.) Reich, P.B., Schoettle, A.W., Stroo, H.F., Amundson, R.G. (1987). Effects of ozone and acid rain on white pine (P. strobus) seedlings grown in five soils. III. Nutrient relations. Can. J. Bot. 66: 1517-1531.

- 84.) Reiter, H. Bittersohl, J., Schierl, R., Kreutyer, K. (1986). Einfluss von saurer Beregung und kalkung auf austauschbare und gelaste ionen im Boden. Forstw. Cbl. 105 300-309.
- 85.) Roelofs, J. (1986). Acid rain and the flora of the Netherlands. FOE Seminar "The effects of acid rain and air pollution in Northern Europe", April 21st 1986 55-65.
- 86.) Roelofs, J.G., Kempers, A.J., Houdijk, A.L.F.M. Jansen, J. (1985). The effect of air-borne ammonium sulphate on Pinus nigra var maritima in the Netherlands. Plant and Soil 84: 45-56.
- 87.) Rorison, I.H. (1987). Mineral nutrition in time and space. New Phytol. 106 (Suppl) 79-92.
- 88.) Rothe, G.M., Weil, H., Geider, M., Pfennig, P., Wilhelm, V., Maurer, W.D. (1988). Nutrient elements and carbohydrate status of Norway spruce at Mt. Kleines Feldberg in Taunus, exposed to air pollution and soil acidification. Eur. J. For. Path. 18: 98-111.
- 89.) Rygiewicz, P.T., Bledsoe, C.S., Zasoski, R.J. (1984).  
15  
Effects of ectomycorrhizas and solution pH on N ammonium uptake by coniferous seedlings. Can. J. For. Research 14: 885-892.
- 90.) Rygiewicz, P.T., Bledsoe, C.S., Zasoski, R.J. (1984).  
15  
Effects of ectomycorrhizas and solution pH on N nitrate uptake by coniferous seedlings. Can. J. For. Res., 14: 893-899.
- 91.) Schenck, N.C. (Ed.) (1984). Methods and Principles of Mycorrhizal Research. St. Paul, Minnesota, USA: The American Phytopath. Soc.
- 92.) Schlechte, G. (1986). Zur Mycorrhizapilzflora in geschädigten Forstbeständen. Zeitschrift für Mycologie 52(1): 225-232.
- 93.) Schuck, H.J. (1986). Forest damage in West Germany. FOE Seminar Effect of acid rain and air pollution in N. Europe". 21.04.1986 97-103.
- 94.) Schwartzberg, K.von (1989). Cytokinin content determined in needles of spruce trees with different degrees of damage. Intern. Congress of Forest Decline Research. Poster Abstracts. Bodensee, BRD, p.419-420.
- 95.) Stienen, H. (1986). Nahrelementgehalte in den Feinwurzeln der Fichte nach SAurer Beregung un Kalkung. Forstw. Cbl. 105: 321-324.
- 96.) StJohn, T.V., Coleman, D.C. (1982). The role of mycorrhizae in plant ecology. Can. J. Bot. 61: 1005-1014.
- 97.) Stroo, H.F., Reich, P.B., Schoettle, A.W., Amundson, R.G. (1987). Effects of ozone and acid rain on white pine (P. strobus) seedlings grown in five soils. II. Mycorrhizal infection. Can. J.

Bot. 66: 1510-1516.

- 98.) Strullu, D.G., Grellier, B., Garrec, J.P., McReady, C.C., Harley, J.L. (1986). Effects of monovalent and divalent cations on phosphate absorption by beach mycorrhizas. *New Phytol.* 103: 403-416.
- 99.) Sušin, J. (1975). Izmenljiv aluminij v nekaterih tleh Slovenije. Zbornik BF, Univerza v Ljubljani. 9-11.
- 100.) Šolar, M. (1986). Onesnaževanje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji. Umiranje gozdov v Sloveniji. V: Umiranje gozdov in raba lesa. Poročilo v Zb. 25.10.1986. ZDITGLS, Lj., 1986, 21-46.
- 101.) Tester, M., Smith, S.E., Smith, F.A. (1987). The phenomenon of "nonmycorrhizal" plants. *Can.J.Bot.* 65: 419-431.
- 102.) Tester, M., Smith, S.E., Smith, F.A., Walker, N.A. (1986). Effects of photon irradiance on the growth of shoots and roots, on the rate of initiation of mycorrhizal infection and on the growth of infection units in Trifolium subterraneum L. *New Phytol.* 103: 375-390.
- 103.) Thomas, G.W., Clarke, C.A., Mosse, B., Jackson, R.M. (1982). Source of phosphate take up from two soils by mycorrhizal (Thelephora terrestris) and non-mycorrhizal Picea sitchensis seedlings. *Soil Biol. Biochem.* 14: 73-75.
- 104.) Trappe, J.M. (1962). Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Bot. Rev.*: 538-587.
- 105.) Tyler, G. (1982). Metal accumulation by wood-decaying fungi. *Chemosphere* 11(11): 1141-1146.
- 106.) Ulrich, B. (1986). Die Rolle der Bodensversorgung beim Waldsterben. *Forstw. Cbl.* 105: 421-435.
- 107.) Vogt, K.A., Moore, E.E., Vogt, D.J., Redlion, M.J., Edmonds, R.L. (1983). Complex fine root and mycorrhizal root biomass within the forest floors of douglas-fir stands of different ages and site productivities. *Can. J. For., Res.* 13: 429-437.
- 108.) Weiss, M., Agerer, R., (1986). Reaktion des Wurzelsystems von Picea abies (L.) Karst. auf Mineralstoffernahrung und auf Belastung des Asprosses mit Ozon und saurem Nebel. *Forstw. Cbl.* 105: 230-233.
- 109.) Wicklow, D.T., Carroll, G.C. (1981) (Eds.). The fungal community. New York, Basel. Marcel Dekker.
- 110.) Wilcox, H.E., Wang, C. J.K. (1987). Mycorrhizal and pathological associations of dematiaceous fungi in roots of 7-months-old tree seedlings. *Can. J. For. Res.* 17: 884-899.

- 111.) Wilcox, H.E., Wang, C.J.K. (1987). Ectomycorrhizal and ectendomycorrhizal associations of Phialophora finlandia with Pinus resinosa, Picea rubens and Betula alleghainensis. Can. J. For. Res., 17: 976-990.
- 112.) Zezschwitz, E.v. (1985). Quantitatsanderungen des Waldhumus. Forstw. Cbl. 104: 205-220.
- 113.) \* (1988). Biološke raziskave za ohranjanje gozdov v procesih onesnaževanja okolja. Poročilo URP: Ohranjanje gozdov v procesih onesnaževanja okolja in intenziviranje proizvodnje lesa. VTOZD za biologijo, BF, Univerza v Ljubljani, 50 str. (tipk.)
- 114.) \* (1987). Črna knjiga o propadanju gozdov v Sloveniji leta 1987. IGLG. SIS za gozdarstvo Sl., 46 str. (tipk.).
- 115.) \* (1987). Poročilo o delu za leto 1987. URP: Gozdarstvo. IGLG pri BF v Ljubljani, Ljubljana (tipk.).
- 116.) \* (1986). Raziskave mikorize v gozdnih sestojih Pohorja. Letno poročilo 1985-1986. Inst. za biologijo Univerze v Ljubljani, Ljubljana, 38 str. (tipk.).
- 117.) \* (1975). Standard Methods for the Estimation of Waters and Waste Waters. 14th Ed. p472. American Public Health Association.
- 118.) \* (1987). Umiranje gozda. Navodila za izvedbo ankete. IGLG pri BF v Ljubljani, Ljubljana. 25 str. (tipk.)

Seznam prilog

- Priloga 1a: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi 1986  
(O1 horizont)
- Priloga 1b: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi 1986  
(Oh0-2 horizont)
- Priloga 1c: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi 1986  
(Of horizont)
- Priloga 1d: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi 1986  
(OhAh 2-20 horizont)
- Priloga 2a: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi in jeseni  
1987 (O1 horizont)
- Priloga 2b: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi in jeseni  
1987 (Oh0-2 horizont)
- Priloga 2c: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi in jeseni  
1987 (Of horizont)
- Priloga 2d: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi in jeseni  
1987 (OhAh 2-20 horizont)
- Priloga 3 : Seznam gliv, popisanih na raziskovalnih ploskvah
- Priloga 4 : Vrstni popis gliv in oznaka mikoriznih rodov

Priloga Ia: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi 1986 (O1 horizont)

Oznaka	Horizont	pH H2O	pH KCl	C %	N %	C/N	K2O meq	P2O5 meq	K meq	Na meq	Ca meq	Mg meq	S meq	Ca' %	Mg' %	K' %	Na' %
a 1	O1	4.3	3.6	36	1.23	28.13	90	26	1.92	0.17	11.89	3.83	17.81	66.8	21.5	10.8	1.0
b 2	O1	4.3	3.5	45	1.62	27.00	30	20	1.56	0.24	11.90	2.93	16.63	71.6	17.6	9.4	1.4
c 3_1	O1	4.1	3.4	45	1.96	22.96	67	24	1.23	0.17	11.60	2.32	15.52	76.0	14.9	7.9	1.1
d 3_2	O1	4.2	3.4	36	1.81	19.89	72	21	1.46	0.30	10.82	2.69	15.27	70.9	17.6	9.6	2.0
e 4_1	O1	4.3	3.5	30	1.10	27.27	72	4	1.23	0.17	9.33	1.95	12.68	73.6	15.4	9.7	1.3
f 4_2	O1	4.1	3.4	35	1.15	30.43	75	11	1.23	0.17	7.89	2.01	11.30	69.8	17.8	10.9	1.5
g 5	O1	4.0	3.3	37	1.24	29.83	52	22	1.05	0.13	6.39	1.41	8.98	71.2	15.7	11.7	1.4
h 7	O1	3.8	3.1	43	1.63	26.38	77	10	1.23	0.26	7.72	1.58	10.79	71.5	14.6	11.4	2.4
i 8	O1	4.0	3.3	51	2.35	21.70	75	24	1.52	0.24	8.40	2.20	12.36	68.0	17.8	12.3	1.9
j 9	O1	3.8	3.1	36	1.29	27.90	47	10	0.77	0.12	4.04	0.92	5.85	69.1	15.7	13.2	2.1
k 10	O1	3.8	3.2	48	1.20	26.66	65	18	1.19	0.13	3.96	0.98	6.25	63.3	15.7	19.0	2.1
l 20_1	O1	4.2	3.5	48	1.53	31.45	65	6	1.05	0.13	5.54	1.39	8.11	68.3	17.1	12.9	1.6
m 20_2	O1	3.9	3.3	54	1.94	27.89	70	5	1.20	0.17	4.87	1.32	7.56	64.4	17.5	15.9	2.2
n 21_1	O1	3.9	3.3	41	1.60	25.59	75	8	1.23	0.12	5.09	2.10	8.54	59.6	24.6	14.4	1.4
o 21_2	O1	3.9	3.2	44	1.68	26.14	79	10	1.23	0.13	5.24	2.21	8.86	59.1	24.9	14.4	1.5
p 22_1	O1	4.3	3.6	42	1.35	31.11	92	12	1.84	0.17	11.03	3.29	16.33	67.5	20.1	11.3	1.0
r 22_2	O1	4.3	3.7	50	1.97	25.45	130	9	1.94	0.12	10.98	3.88	16.92	64.9	22.9	11.5	0.7
s 23_1	O1	3.9	3.2	43	1.52	28.29	75	5	0.47	0.13	4.97	1.44	7.01	70.9	20.5	6.7	1.9
t 23_2	O1	4.0	3.3	39	1.23	31.81	84	6	1.53	0.13	5.88	1.80	9.34	63.0	19.3	16.4	1.4
u 6	O1	4.1	3.4	39	1.23	31.70	64	22	1.20	0.17	10.01	1.75	13.13	76.2	13.3	9.1	1.3
Popr.		4.1	3.4	42	1.56	27.38	75	14	1.31	0.17	7.89	2.10	11.46	68.3	18.2	11.9	1.6

Priloga Ib: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi 1986 (Oh2 horizont)

Oznaka	Horizont	pH H2O	pH KCl	C %	N %	C/N	K2O meq	P2O5 meq	K meq	Na meq	Ca meq	Mg meq	S meq	Ca' %	Mg' %	K' %	Na' %
a 1	Oh2	4.5	3.6	15	0.51	29.02	30	0	0.66	0.12	4.46	1.51	6.75	66.1	22.4	9.8	1.8
b 2	Oh2	4.3	3.4	17	0.70	24.71	35	6	0.61	0.12	5.78	1.51	8.02	72.1	18.8	7.6	1.5
c 3_1	Oh2	4.0	3.3	27	1.74	5.40	44	6	0.90	0.24	5.68	1.48	8.30	68.4	17.8	10.8	2.9
d 3_2	Oh2	4.3	3.2	14	0.55	25.45	22	3	0.43	0.12	4.01	1.94	6.50	61.7	29.8	6.6	1.8
e 4_1	Oh2	4.3	3.6	10	0.66	15.06	30	2	0.51	0.13	7.81	1.63	10.08	77.5	16.2	5.1	1.3
f 4_2	Oh2	3.9	3.2	9	0.47	19.03	18	3	0.31	0.09	1.32	0.38	2.10	62.9	18.1	14.8	4.3
g 5	Oh2	4.0	3.3	13	0.48	26.04	19	20	0.36	0.09	2.66	0.65	3.76	70.7	17.3	9.6	2.4
h 7	Oh2	3.6	2.9	28	1.02	27.06	34	0	0.61	0.17	5.22	1.45	7.45	70.1	19.5	8.2	2.3
i 8	Oh2	3.5	2.8	17	1.40	12.04	55	7	1.07	0.17	3.96	1.74	6.94	57.1	25.1	15.4	2.4
j 9	Oh2	4.0	3.4	11	0.67	17.01	17	0	0.36	0.13	1.84	0.33	2.66	69.2	12.4	13.5	4.9
k 10	Oh2	3.4	2.8	30	1.05	28.38	36	8	0.72	0.12	3.65	1.08	5.57	65.5	19.4	12.9	2.2
l 20_1	Oh2	3.9	3.2	14	0.82	17.24	25	2	0.41	0.12	1.10	0.42	2.05	53.7	20.5	20.0	5.9
m 20_2	Oh2	3.9	3.2	19	0.94	20.13	20	3	0.40	0.09	2.19	0.54	3.22	68.0	16.8	12.4	2.8
n 21_1	Oh2	3.5	2.7	31	1.54	20.13	25	4	0.46	0.24	3.96	1.46	6.12	64.7	23.9	7.5	3.9
o 21_2	Oh2	3.6	2.8	28	0.98	28.68	29	5	0.56	0.12	3.25	1.12	5.05	64.4	22.2	11.1	2.4
p 22_1	Oh2	4.1	3.2	11	0.66	17.25	26	7	0.47	0.09	3.65	1.38	5.59	65.3	24.7	8.4	1.6
r 22_2	Oh2	4.4	3.4	15	0.91	16.59	68	3	1.25	0.12	4.21	1.78	7.36	57.2	24.2	17.0	1.6
s 23_1	Oh2	3.8	3.2	12	0.78	14.67	25	1	0.51	0.12	1.83	0.77	3.23	56.7	23.8	15.8	3.7
t 23_2	Oh2	4.0	3.3	15	0.73	20.85	20	1	0.38	0.12	1.52	0.61	2.63	57.8	23.2	14.4	4.6
u 6	Oh2	4.1	3.2	9	0.45	20.88	25	4	0.46	0.12	3.09	0.70	4.37	70.7	16.0	10.5	2.7
Popr.		4.0	3.2	17	0.85	20.28	30	4	0.57	0.13	3.56	1.12	5.39	65.0	20.6	11.6	2.8

Priloga 1c: Rezultati anali: vzorcev tal spomladi 1986 (Of horizonta)

Oznaka	Horizont	pH H2O	pH KCl	C %	N %	C/N	K2O meq	P2O5 meq	K meq	Na meq	Ca meq	Mg meq	S meq	Ca' %	Mg' %	K' %	Na' %
i 9	Of	3.7	3.0	45	1.65	27.27	72	22	1.53	0.26	5.76	2.26	9.81	58.7	23.0	15.6	2.7
j 9	Of	3.8	3.1	18	0.81	22.71	20	4	0.43	0.09	3.06	0.63	4.21	72.7	15.0	10.2	2.1
Popr.		3.8	3.1	32	1.23	24.99	46	13	0.98	0.18	4.41	1.45	7.01	65.7	19.0	12.9	2.4

Priloga 1d: Rezultati anali: vzorcev tal spomladi 1986 (OhAh2-20 horizonti)

Oznaka	Horizont	pH H2O	pH KCl	C %	N %	C/N	K2O meq	P2O5 meq	K meq	Na meq	Ca meq	Mg meq	S meq	Ca' %	Mg' %	K' %	Na' %
a 1	Ah20	4.6	3.6	12	0.45	26.00	22	0	0.46	0.12	2.94	0.99	4.51	65.2	22.0	10.2	2.7
b 2	Ah20	4.2	3.4	7	0.45	14.44	20	0	0.38	0.12	1.62	0.62	2.74	59.1	22.6	13.9	4.4
c 3_1	Ah20	4.0	3.3	17	1.04	16.54	25	0	0.54	0.13	1.83	0.70	3.20	57.2	21.9	16.9	4.1
d 3_2	Ah20	4.4	3.5	8	0.38	19.34	14	0	0.28	0.12	4.32	1.51	6.23	69.3	24.2	4.5	1.9
e 4_1	Ah20	4.2	3.5	9	0.46	18.61	25	1	0.43	0.17	6.28	1.57	8.45	74.3	18.6	5.1	2.0
f 4_2	Ah20	3.9	3.2	7	0.42	16.55	15	2	0.28	0.09	0.57	0.22	1.16	49.1	19.0	24.1	7.8
g 5	Ah20	4.2	3.4	9	0.40	21.25	16	0	0.31	0.12	1.57	0.38	2.38	66.0	16.0	13.0	5.0
h 7	Ah20	3.5	2.9	22	1.01	21.53	29	0	0.59	0.17	2.84	1.03	4.63	61.3	22.2	12.7	3.7
i 8	Ah20	3.8	2.9	8	0.54	15.55	13	0	0.28	0.09	0.51	0.33	1.21	42.1	27.3	23.1	7.4
j 9	Ah20	4.2	3.5	8	0.58	14.31	12	0	0.28	0.12	1.24	0.22	1.36	66.7	11.8	15.1	6.5
k 10	Ah20	3.5	2.8	36	1.00	36.00	45	10	0.77	0.13	4.08	1.21	6.19	65.9	19.5	12.4	2.1
l 20_1	Ah20	4.2	3.5	10	0.50	20.00	14	0	0.28	0.09	0.30	0.26	0.93	32.3	28.0	30.1	9.7
m 20_2	Ah20	3.9	3.2	15	0.90	16.76	18	0	0.38	0.12	0.95	0.51	1.96	48.5	26.0	19.4	6.1
n 21_2	Ah20	3.5	2.8	20	0.70	28.32	20	0	0.43	0.13	1.98	0.78	3.32	59.6	23.5	13.0	3.9
o 21_2	Ah20	3.7	3.1	11	0.63	17.86	16	0	0.33	0.12	0.64	0.36	1.45	44.1	24.8	22.8	8.3
p 22_1	Ah20	4.1	3.4	7	0.43	15.11	16	3	0.31	0.09	1.73	1.01	3.14	55.1	32.2	9.9	2.9
r 22_2	Ah20	4.3	3.4	7	0.25	28.22	20	0	0.38	0.09	1.33	0.74	2.54	52.4	29.1	15.0	3.5
s 23_1	Ah20	4.1	3.5	12	0.78	15.85	12	0	0.28	0.17	0.55	0.31	1.31	42.0	23.7	21.4	13.0
t 23_2	Ah20	4.2	3.5	10	0.60	15.78	9	0	0.17	0.09	0.42	0.18	0.86	48.8	20.9	19.8	10.5
u 6	Ah20	4.2	3.4	6	0.38	16.84	18	3	0.36	0.09	1.75	0.50	2.90	67.2	17.2	12.4	3.1
Popr.		4.0	3.3	12	0.59	19.74	19	1	0.38	0.12	1.88	0.67	3.05	56.3	22.5	15.7	5.4

Priloga 2a: Rezultati analiz vzorcev tal spooladi in jeseni 1987 (01 horizont)

Oznaka	Horizont	pH H2O	pH KCl	C %	N %	C/N	K2O meq	P2O5 meq	Ca meq	Mg meq	K meq	Na meq	S meq	Ca' %	Mg' %	K' %	Na' %	
a1	1	01	4.80	3.62	41.0	1.09	37.61	66	5	12.41	2.57	1.97	0.17	17.12	72.5	15.0	11.5	1.0
a2	1	01	4.70	3.65	52.0	1.43	36.36	78	32	14.84	4.89	1.82	0.28	21.83	68.0	22.4	8.3	1.3
b1	2	01	4.49	3.95	39.0	1.08	36.11	72	6	10.65	2.53	1.82	0.13	15.18	70.2	17.0	12.0	0.9
b2	2	01	4.96	3.88	43.0	1.13	38.05	55	27	14.53	2.59	1.02	0.26	18.40	79.0	14.1	5.5	1.4
c1	3/1	01	4.51	3.92	49.0	1.75	28.00	47	8	14.86	2.04	1.25	0.17	18.32	81.1	11.1	6.8	0.9
c2	3/1	01	4.63	2.66	48.0	1.89	25.40	47	23	11.47	1.69	1.23	0.28	14.67	78.2	11.5	8.4	1.9
d1	3/2	01	4.23	3.74	51.0	1.23	41.46	84	25	14.20	4.16	2.05	0.30	20.71	68.6	20.1	9.9	1.4
d2	3/2	01	4.40	3.72	46.0	1.40	32.86	76	6	12.71	3.02	1.84	0.17	17.74	71.6	17.0	10.4	1.0
e1	4/1	01	4.39	3.54	33.0	0.90	36.67	80	19	9.85	2.72	2.15	0.13	14.85	66.3	18.3	14.5	0.9
e2	4/1	01	4.92	3.53	0.0	0.85	0.00	46	17	8.77	1.61	1.05	0.17	11.60	75.6	13.9	9.1	1.5
f1	4/2	01	4.64	3.56	32.0	1.03	31.07	60	17	8.19	1.96	1.56	0.17	11.88	68.9	16.5	13.1	1.4
f2	4/2	01	4.44	3.35	24.0	0.76	31.58	22	5	4.18	0.95	1.02	0.17	6.32	66.1	15.0	16.1	2.7
g1	5	01	4.55	3.65	46.0	1.04	44.23	83	24	7.41	2.04	2.20	0.13	11.78	62.9	17.3	18.7	1.1
g2	5	01	4.37	3.26	35.0	1.19	29.41	45	24	8.59	1.34	1.02	0.17	11.12	77.2	12.1	9.2	1.5
h1	7	01	4.51	3.50	38.0	1.34	28.36	89	20	8.51	3.53	1.76	0.16	13.96	61.0	25.3	12.6	1.1
h2	7	01	4.71	3.78	45.0	1.33	33.83	90	14	9.58	3.38	2.43	0.28	15.67	61.1	21.6	15.5	1.8
i1	8	01	4.27	3.01	52.0	1.38	37.68	50	18	6.95	1.46	1.28	0.26	9.95	69.8	14.7	12.9	2.6
i2	8	01	4.35	3.25	57.0	1.49	38.26	65	26	8.99	1.52	1.74	0.28	12.53	71.7	12.1	13.9	2.2
j1	9	01	4.22	3.44	52.0	0.97	53.61	50	6	8.36	1.45	1.23	0.17	11.21	74.6	12.9	11.0	1.5
j2	9	01	4.27	3.20	47.0	0.94	50.00	40	22	6.75	1.32	1.02	0.17	9.26	72.9	14.3	11.0	1.8
k1	10	01	3.94	3.09	53.0	1.29	41.09	56	9	5.20	1.18	1.53	0.09	8.00	65.0	14.8	19.1	1.1
k2	10	01	4.08	2.96	50.0	1.20	41.67	52	27	4.49	1.02	1.23	0.17	6.91	65.0	14.8	17.8	2.5
l1	20/1	01	3.95	3.26	46.0	1.31	35.11	58	5	6.71	1.55	1.74	0.48	10.48	64.0	14.8	16.6	4.6
l2	20/1	01	4.22	3.09	41.0	1.12	36.61	55	22	5.61	1.46	1.28	0.13	8.48	66.2	17.2	15.1	1.5
m1	20/2	01	4.01	3.32	43.0	0.99	43.43	57	4	0.80	0.44	0.36	0.04	1.44	41.7	30.6	25.0	2.8
m2	20/2	01	4.26	3.47	46.0	0.95	48.42	60	17	4.75	1.32	1.28	0.13	7.48	63.5	17.6	17.1	1.7
n1	21/1	01	3.75	3.07	54.0	1.16	46.55	50	10	0.87	0.53	0.38	0.09	1.87	46.5	28.3	20.3	4.8
n2	21/1	01	3.84	3.04	48.0	1.13	42.48	48	20	5.74	1.28	1.23	0.13	8.38	68.5	15.3	14.7	1.6
o1	21/2	01	3.85	3.38	53.0	1.27	41.73	49	9	6.21	1.51	1.25	0.17	9.14	67.9	16.5	13.7	1.9
o2	21/2	01	4.10	2.96	50.0	1.59	31.45	45	0	6.09	1.31	1.23	0.13	8.76	69.5	15.0	14.0	1.5
p1	22/1	01	4.41	3.72	53.0	1.63	32.52	75	14	14.42	2.80	1.79	0.26	19.27	74.8	14.5	9.3	1.3
p2	22/1	01	3.78	3.24	45.0	1.03	43.69	60	20	10.00	2.67	1.33	0.17	14.17	70.6	18.8	9.4	1.2
r1	22/2	01	4.94	4.09	50.0	0.70	71.43	74	9	15.46	3.73	1.82	0.13	21.14	73.1	17.6	8.6	0.6
r2	22/2	01	4.16	3.64	52.0	1.41	36.88	70	34	12.83	3.10	1.53	0.13	17.59	72.9	17.6	8.7	0.7
s1	23/1	01	4.22	3.67	46.0	1.47	31.29	60	23	11.28	2.09	1.53	0.28	15.18	74.3	13.8	10.1	1.8
s2	23/1	01	4.13	3.48	41.0	1.38	29.71	47	19	8.30	1.62	1.25	0.09	11.26	73.7	14.4	11.1	0.8
t1	23/2	01	4.36	3.52	56.0	1.25	44.80	53	17	8.00	1.40	1.28	0.26	10.94	73.1	12.8	11.7	2.4
t2	23/2	01	4.39	3.55	43.0	1.45	29.66	47	9	7.64	1.59	1.28	0.17	10.68	71.5	14.9	12.0	1.6
Podr.	01		4.34	3.45	44.74	1.23	37.34	59	16	8.84	2.04	1.44	0.19	12.51	68.9	16.6	12.8	1.7



## Priloga 2b: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi in jeseni 1987 (Oh2 horizont)

Oznaka	Horizont	pH H2O	pH KCl	C %	N %	C/N	K2O meq	P2O5 meq	Ca meq	Mg meq	K meq	Na meq	S meq	Ca' %	Mg' %	K' %	Na' %
a1	1 Oh2	4.39	3.78	18.2	0.15	121.33	38	9	6.78	2.12	1.00	0.26	10.16	66.7	20.9	9.8	2.6
a2	1 Oh2	4.61	3.79	15.0	0.89	16.85	40	2	5.22	1.11	0.13	0.13	6.59	79.2	16.8	2.0	2.0
b1	2 Oh2	4.41	3.43	17.6	1.79	9.83	30	7	6.76	1.36	0.66	0.17	8.95	75.5	15.2	7.4	1.9
b2	2 Oh2	4.72	4.11	2.5	0.20	12.50	14	0	0.59	0.31	0.38	0.04	1.32	44.7	23.5	28.8	3.0
c1	3/1 Oh2	4.90	3.56	21.0	1.33	15.79	32	8	2.64	0.89	0.82	0.26	4.61	57.3	19.3	17.8	5.6
c2	3/1 Oh2	4.32	3.70	22.0	1.19	18.49	27	2	6.49	1.11	0.82	0.17	8.59	75.6	12.9	9.5	2.0
d1	3/2 Oh2	4.38	3.58	17.0	0.81	20.99	27	1	3.83	1.09	0.82	0.09	5.83	65.7	18.7	14.1	1.5
d2	3/2 Oh2	4.37	3.78	17.6	0.98	17.96	32	8	4.15	1.27	0.72	0.26	6.40	64.8	19.8	11.2	4.1
e1	4/1 Oh2	4.46	3.40	7.5	0.37	20.27	15	0	4.24	1.21	0.38	0.09	5.92	71.6	20.4	6.4	1.5
e2	4/1 Oh2	4.25	3.30	11.0	0.35	31.43	14	0	1.73	0.63	0.28	0.09	2.73	63.4	23.1	10.3	3.3
f1	4/2 Oh2	4.34	3.43	6.1	0.37	16.49	12	6	1.00	0.44	0.31	0.04	1.79	55.9	24.6	17.3	2.2
f2	4/2 Oh2	4.07	3.30	5.9	0.31	19.03	10	0	0.48	0.35	0.28	0.09	1.20	40.0	29.2	23.3	7.5
g1	5 Oh2	4.00	3.18	15.0	0.69	21.74	16	0	2.46	0.74	0.26	0.04	3.50	70.3	21.1	7.4	1.1
g2	5 Oh2	4.15	3.06	9.6	0.49	19.59	12	5	1.56	0.56	0.31	0.09	2.52	61.9	22.2	12.3	3.6
h1	7 Oh2	3.90	3.23	22.0	0.92	23.91	34	4	5.58	1.25	1.00	0.26	8.09	69.0	15.5	12.4	3.2
h2	7 Oh2	3.71	2.74	28.0	1.18	23.73	32	10	5.34	1.84	0.72	0.17	8.07	66.2	22.8	8.9	2.1
i1	8 Oh2	3.49	2.64	47.0	1.57	29.94	38	0	5.00	1.23	1.02	0.28	7.53	66.4	16.3	13.5	3.7
i2	8 Oh2	4.06	2.47	40.0	1.37	29.20	39	11	5.23	1.78	1.05	0.30	8.36	62.6	21.3	12.6	3.6
j1	9 Oh2	3.74	2.81	18.0	0.59	30.51	17	7	2.02	0.69	0.41	0.17	3.29	61.4	21.0	12.5	5.2
j2	9 Oh2	3.34	2.77	27.5	1.10	25.00	22	3	3.80	1.08	0.69	0.17	5.74	66.2	18.8	12.0	3.0
k1	10 Oh2	3.37	2.56	39.0	1.73	22.54	31	1	4.04	1.06	1.00	0.26	6.36	63.5	16.7	15.7	4.1
k2	10 Oh2	3.48	2.58	43.0	1.24	34.68	25	12	3.68	0.98	0.66	0.17	5.49	67.0	17.9	12.0	3.1
l1	20/1 Oh2	3.98	3.24	11.7	0.49	23.88	15	2	1.12	0.49	0.41	0.09	2.11	53.1	23.2	19.4	4.3
l2	20/1 Oh2	4.19	3.13	15.3	0.94	16.28	20	0	1.20	0.49	0.43	0.13	2.25	53.3	21.8	19.1	5.8
m1	20/2 Oh2	4.24	3.21	15.0	0.72	20.83	20	0	1.66	0.46	0.41	0.09	2.62	63.4	17.6	15.6	3.4
m2	20/2 Oh2	4.22	3.12	9.2	0.59	15.59	24	2	5.53	1.56	1.51	0.09	8.69	63.6	18.0	17.4	1.0
n1	21/1 Oh2	3.39	2.64	14.3	1.15	12.43	18	1	1.78	0.75	0.41	0.09	3.03	58.7	24.8	13.5	3.0
n2	21/1 Oh2	3.29	2.43	46.0	1.55	29.68	25	4	3.59	1.13	0.56	0.17	5.45	65.9	20.7	10.3	3.1
o1	21/2 Oh2	3.50	2.91	21.7	1.09	19.91	15	3	2.61	1.00	0.69	0.13	4.43	58.9	22.6	15.6	2.9
o2	21/2 Oh2	3.46	2.62	29.0	1.21	23.97	25	0	2.60	0.76	0.59	0.17	4.12	63.1	18.4	14.3	4.1
p1	22/1 Oh2	3.72	3.08	16.6	0.88	18.86	20	4	5.10	1.32	0.43	0.09	6.94	73.5	19.0	6.2	1.3
p2	22/1 Oh2	4.04	3.31	14.0	0.76	17.95	20	2	3.80	1.23	0.36	0.04	5.43	70.0	22.7	6.6	0.7
r1	22/2 Oh2	4.08	3.32	19.5	0.65	28.26	15	0	4.76	1.43	0.66	0.09	6.94	68.6	20.6	9.5	1.3
r2	22/2 Oh2	3.86	3.07	17.2	0.91	18.90	19	6	4.95	1.52	0.41	0.13	7.01	70.6	21.7	5.8	1.9
s1	23/1 Oh2	3.89	3.18	18.2	0.51	35.69	20	4	1.85	0.72	0.18	0.17	2.92	63.4	24.7	6.2	5.8
s2	23/2 Oh2	4.06	3.35	20.0	0.59	33.90	20	4	1.59	0.82	0.59	0.26	3.26	48.8	25.2	18.1	8.0
t1	23/2 Oh2	4.00	3.20	26.5	1.36	19.49	22	2	3.52	1.40	0.66	0.13	5.71	61.6	24.5	11.6	2.3
t2	23/1 Oh	4.12	3.36	11.6	1.27	9.13	23	4	2.02	0.84	0.69	0.09	3.64	55.5	23.1	19.0	2.5
Popr.	Oh2	4.12	3.25	20.44	0.93	25.04	24	4	3.52	1.05	0.61	0.15	5.34	65.0	21.3	13.1	3.3

## Priloga 2c: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi in jeseni 1987 (Of horizont)

Oznaka	Horizont	pH H2O	pH KCl	C %	N %	C/N	K2O meq	P2O5 meq	Ca meq	Mg meq	K meq	Na meq	S meq	Ca' %	Mg' %	K' %	Na' %
i1	8 Of	3.79	2.85	51.0	1.41	36.17	57	20	7.81	1.46	1.71	0.30	11.28	69.2	12.9	15.2	2.7
i2	8 Of	3.89	2.96	50.0	1.48	33.78	39	4	6.31	1.25	1.07	0.28	8.91	70.8	14.0	12.0	3.1
j1	9 Of	3.48	2.86	41.0	1.38	29.71	30	4	5.46	1.27	0.82	0.13	7.68	71.1	16.5	10.7	1.7
j2	9 Of	3.88	2.83	27.0	1.30	20.77	25	15	4.24	0.84	0.56	0.13	5.77	73.5	14.6	9.7	2.3
Popr.	Of	3.76	2.88	42.25	1.39	30.11	38	11	5.96	1.21	1.04	0.21	8.41	71.2	14.5	11.9	2.4

Priloga 2d: Rezultati analiz vzorcev tal spomladi in jeseni 1987 (0hAh2-20 horizonti)

Oznaka	Horizont	pH	pH	C	N	C/N	K2O	P2O5	Ca	Mg	K	Na	S	Ca'	Mg'	K'	Na'	
		H2O	KCl	%	%		meq	meq	meq	meq	meq	meq	meq	%	%	%	%	
a1	1	Ah20	4.15	3.52	12.8	0.63	20.32	14	0	0.54	0.45	0.33	0.09	1.41	38.3	31.9	23.4	6.4
a2	1	Ah20	4.71	3.95	13.5	0.87	15.52	32	0	4.25	1.10	1.02	0.09	6.46	65.8	17.0	15.8	1.4
b1	2	Ah20	4.15	3.35	11.5	0.62	18.55	20	4	3.79	0.95	0.41	0.17	5.32	71.2	17.9	7.7	3.2
b2	2	Ah20	4.60	4.10	2.3	0.17	13.53	10	0	0.29	0.25	0.26	0.04	0.84	34.5	29.8	31.0	4.8
c1	3/1	Ah20	4.23	3.76	12.8	1.78	7.19	20	0	0.53	0.49	0.43	0.26	1.71	31.0	28.7	25.1	15.2
c2	3/1	Ah20	4.57	3.34	13.3	0.91	15.16	20	0	1.47	0.55	0.43	0.13	2.58	57.0	21.3	16.7	5.0
d1	3/2	Ah20	4.43	3.72	12.8	0.79	16.20	22	0	2.27	0.72	0.56	0.09	3.64	62.4	19.9	15.4	2.5
d2	3/2	Ah20	4.23	3.58	13.2	0.86	15.35	25	0	1.78	0.83	0.64	0.26	3.51	50.7	23.6	18.2	7.4
e1	4/1	Ah20	4.65	3.38	5.8	0.25	23.20	10	0	2.87	1.05	0.31	0.09	4.32	66.4	24.3	7.2	2.1
f1	4/2	Ah20	4.19	3.53	4.8	0.27	17.78	9	2	0.44	0.33	0.26	0.04	1.07	41.1	30.8	24.3	3.7
g1	5	Ah20	4.08	3.17	10.0	0.55	18.18	13	0	1.12	0.62	0.31	0.04	2.09	53.6	29.7	14.8	1.9
g2	5	Ah20	4.14	3.18	6.9	0.45	15.33	11	4	0.96	0.46	0.28	0.09	1.79	53.6	25.7	15.6	5.0
h1	7	Ah20	3.54	3.02	15.0	0.30	50.00	17	6	3.55	1.04	0.41	0.13	5.13	69.2	20.3	8.0	2.5
h2	7	Ah20	3.95	3.15	10.7	0.45	23.78	17	0	1.89	0.76	0.41	0.26	3.32	56.9	22.9	12.3	7.8
i1	8	Ah20	3.53	2.89	8.5	0.39	21.79	27	0	0.84	0.58	0.26	0.17	1.85	45.4	31.4	14.1	9.2
i2	8	Ah20	3.92	3.20	6.0	0.25	24.00	8	0	0.31	0.36	0.23	0.17	1.07	29.0	33.6	21.5	15.9
j1	9	Ah20	3.55	2.84	11.5	0.49	23.47	12	0	1.26	0.58	0.31	0.09	2.24	56.3	25.9	13.8	4.0
j2	9	Ah20	3.48	2.95	11.5	0.58	19.83	12	0	0.91	0.47	0.31	0.17	1.86	48.9	25.3	16.7	9.1
k1	10	Ah20	3.73	3.08	10.7	0.49	21.84	8	0	0.60	1.44	0.31	0.09	2.44	24.6	59.0	12.7	3.7
k2	10	Ah20	3.56	2.78	13.8	0.52	26.54	12	0	0.64	0.42	0.31	0.09	1.46	43.8	28.8	21.2	6.2
l1	20/1	Ah20	4.13	3.54	8.3	0.45	18.44	10	0	2.36	0.73	0.66	0.09	3.84	61.5	19.0	17.2	2.3
l2	20/1	Ah20	4.48	3.68	7.4	0.45	16.44	8	0	0.30	0.25	0.23	0.09	0.87	34.5	28.7	26.4	10.3
m1	20/2	Ah20	3.93	3.33	9.6	0.52	18.46	14	0	0.78	0.49	0.38	0.09	1.74	44.8	28.2	21.8	5.2
m2	20/2	Ah20	4.23	3.47	8.8	0.49	17.96	13	0	0.55	0.30	0.31	0.09	1.25	44.0	24.0	24.8	7.2
n1	21/1	Ah20	3.15	2.53	33.2	1.29	25.74	20	7	2.69	1.03	0.56	0.17	4.45	60.4	23.1	12.6	3.8
n2	21/1	Ah20	3.73	3.22	7.9	0.41	19.27	10	1	0.32	0.44	0.31	0.04	1.11	28.8	39.6	27.9	3.6
o1	21/2	Ah20	3.97	3.25	8.5	0.47	18.09	10	26	0.45	0.36	0.28	0.13	1.22	36.9	29.5	23.0	10.7
o2	21/2	Ah20	3.92	3.30	9.0	0.92	9.78	13	0	0.50	0.50	0.31	0.09	1.40	35.7	35.7	22.1	6.4
p1	22/1	Ah20	4.11	3.41	7.8	0.54	14.44	14	0	1.34	0.86	0.26	0.04	2.50	53.6	34.4	10.4	1.6
p2	22/1	Ah20	4.12	3.25	5.4	0.31	17.42	10	0	1.41	0.66	0.26	0.09	2.42	58.3	27.3	10.7	3.7
r1	22/2	Ah20	3.91	3.30	9.5	0.89	10.67	25	4	1.41	0.89	0.38	0.09	2.77	50.9	32.1	13.7	3.2
r2	22/2	Ah20	3.65	3.18	7.8	0.51	15.29	11	0	1.08	0.67	0.26	0.04	2.05	52.7	32.7	12.7	2.0
s1	23/1	Ah20	4.61	4.02	7.6	0.44	17.27	8	0	0.57	0.30	0.23	0.17	1.27	44.9	23.6	18.1	13.4
s2	23/1	Ah20	4.32	3.69	11.3	0.34	33.24	12	0	0.58	0.42	0.26	0.09	1.35	43.0	31.1	19.3	6.7
t1	23/2	Ah20	4.22	3.61	9.5	0.28	33.93	10	0	0.54	0.39	0.26	0.13	1.32	40.9	29.5	19.7	9.8
t2	23/2	Ah20	4.18	3.40	14.0	0.70	20.00	15	0	1.42	0.81	0.41	0.09	2.73	52.0	29.7	15.0	3.3
Popr.	Ah20		4.06	3.37	10.38	0.57	19.83	15	2	1.29	0.63	0.37	0.11	2.40	48.4	28.2	17.5	5.8

## Priloga 3: Seznam gliv, popisanih na raziskovalnih ploskvah

Oznaka	Datum	Sezona	Vrsta glive	Poj.Det.	Mik.g.	Poj.mik.g
1	19861027	J6	Armillariella mellea	3	AP	
1	19861027	J6	Calocera viscosa	1	AP	
1	19861027	J6	Clytocybe sp.(trosi 3.5/4-8/10)	1	AP	1
1	19861027	J6	Cystoderma carcharias	1	AP	
1	19861027	J6	Hypholoma capnoides	1	AP	
1	19861027	J6	Laccaria amethystina	4	AP	1 4
1	19861027	J6	Laccaria laccata	2	AP	1 2
1	19861027	J6	Lactarius sp.	2	AP	1 2
1	19861027	J6	Marasmiellus ranealis Sing. (?)	2	AP	
1	19861027	J6	Russula nigricans	1	AP	1 1
1	19861027	J6	Russula ochroleuca	1	AP	1 1
1	19861027	J6	Russula sp.	1	AP	1 1
1		J6		12	20	7 12
1	19870910	J7	Clavulina rugosa Schnet.	3	AP	
1	19870910	J7	Laccaria amethystina	4	AP	1 4
1	19870910	J7	Mycena sp.	1	AP	
1	19870910	J7	Tylopilus felleus	2	AP	1 2
1		J7		4	10	2 6
10	19861001	J6	Amanita subalpina (ined)	1	AP	1 1
10	19860902	J6	Calocera viscosa	1	DJ	
10	19861001	J6	Collybia distorta Quel.	1	AP	
10	19861022	J6	Collybia fodiens Favre	1	AP	
10	19861001	J6	Cortinarius sp.	2	AP	1 2
10	19861001	J6	Cystoderma longisporum Heinen.et Thoen	1	AP	
10	19861001	J6	Hygrophorus pustulatus Fr.	2	AP	1 2
10	19861001	J6	Hypholoma capnoides	3	AP	
10	19861022	J6	Hypholoma capnoides Kumer	2	AP	
10	19861001	J6	Laccaria amethystina	2	AP	1 2
10	19861001	J6	Laccaria laccata	2	AP	1 2
10	19861001	J6	Marasmius alliaceus	1	AP	
10	19861001	J6	Mycena sp.	2	AP	
10	19861001	J6	Oudemansiella mucida v.Hoehn.	1	AP	
10	19861001	J6	Russula nigricans Fr.	1	AP	1 1
10	19861001	J6	Russula ochroleuca	2	AP	1 2
10	19861022	J6	Russula ochroleuca	3	AP	1 3
10	19860902	J6	Russula sp.	1	DJ	1 1
10	19861001	J6	Xerocomus badius	2	AP	1 2
10	19861001	J6	Xerocomus chrysenteron	1	AP	1 1
10	19861001	J6	Xylaria hypoxylon Hill.ex Grev.	1	AP	
10		J6		20	33	11 18
10	19870910	J7	Cantharellus tubaeformis	2	AP	1 2
10	19870910	J7	Laccaria amethystina	2	AP	1 2
10	19870910	J7	Laccaria laccata	3	AP	1 3
10	19870910	J7	Marasmius alliaceus	2	AP	
10	19870910	J7	Mycena sp.	2	AP	
10	19870910	J7	Russula ochroleuca	3	AP	1 3
10		J7		6	14	4 10
2	19861103	J6	Calocera viscosa	1	AP	
2	19861103	J6	Cantharellus friesii Quelet	1	AP	1 1
2	19861103	J6	Gymnopilus hybridus	3	AP	
2	19861103	J6	Hydnum rufescens	1	AP	1 1
2	19861103	J6	Lactarius vellereus var. velutinus	1	AP	1 1
2	19861103	J6	Lycoperdon sp.	1	AP	1 1
2	19861103	J6	Russula ochroleuca	1	AP	1 1
2	19860902	J6	Tylopilus felleus	1	DJ	1 1
2		J6		8	10	6 6
2	19870910	J7	Aleuria aurantia	3	AP	

2	19870910	J7	Laccaria proxima	3 AP	1	3
2	19870910	J7	Mycena epipterygia	1 AP		
2	19870910	J7	Pholiota flamans	1 AP		
2	19870910	J7	Russula fellea	1 AP	1	1
2	19870910	J7	Xerocomus sp. (mlad)	1 AP	1	1
2		J7		6 10	3	5
20	19861001	J6	Amanita subalpina (ined.)	1 AP	1	1
20	19861022	J6	Amanita vaginata	1 AP	1	1
20	19861001	J6	Armillariella mellea Karst.	1 AP		
20	19861001	J6	Cortinarius spp.	2 AP	1	2
20	19861001	J6	Cystoderma carcharias Fay.	1 AP		
20	19861022	J6	Elaphomyces granulatus (Fries)	1 AP	1	1
20	19861001	J6	Gymnopilus sp.	1 AP		
20	19861001	J6	Hypholoma capnoides	2 AP		
20	19861001	J6	Laccaria amethystina Mürr.	2 AP	1	2
20	19861001	J6	Lactarius sp.	1 AP	1	1
20	19861001	J6	Marasmius alliaceus Fr.	1 AP		
20	19861001	J6	Mycena sp.	1 AP		
20	19861001	J6	Oudemansiella mucida	1 AP		
20	19861001	J6	Pholiota sp.	1 AP	1	1
20	19861001	J6	Russula amethystina Quel.	1 AP	1	1
20	19861001	J6	Russula fellea Fr.	2 AP	1	2
20	19861001	J6	Russula ochroleuca	2 AP	1	2
20	19861022	J6	Russula ochroleuca	2 AP	1	2
20	19860902	J6	Russula sp.	2 DJ	1	2
20	19861022	J6	Russula sp. (stara)	1 AP	1	1
20	19861001	J6	Tricholoma sciodes Mart.	1 AP	1	1
20	19861001	J6	Xerocomus badius	1 AP	1	1
20	19861001	J6	Xerocomus chrysenteron	1 AP	1	1
20	19861022	J6	Xerocomus chrysenteron	1 AP	1	1
20		J6		21 31	17	23
20	19870914	J7	Coprinus atramentarius (Bull.ex Fr.) Fr.	1 AP		
20	19870914	J7	Cortinarius sp. (disi po prahu)	2 AP	1	2
20	19870914	J7	Galerina sp.	1 AP		
20	19870914	J7	Laccaria amethystina	3 AP	1	3
20	19870914	J7	Laccaria laccata	2 AP	1	2
20	19870914	J7	Rhodophyllus sp.	1 AP		
20	19870914	J7	Russula integra L.ex Fr.ss.R.Mre.	2 AP	1	2
20	19870914	J7	Russula virescens (Schff.ex Zant.) Fr.	1 AP	1	1
20		J7		8 13	5	10
21	19861001	J6	Amanita subalpina	1 AP	1	1
21	19861022	J6	Amanita vaginata	1 AP	1	1
21	19860902	J6	Calocera viscosa Pers.ex Fr.	1 DJ		
21	19861001	J6	Cortinarius sp.	1 AP	1	1
21	19861001	J6	Cystoderma longisporum Heniem.et Thoen (?)	1 AP		
21	19861001	J6	Hypholoma capnoides Kumer	2 AP		
21	19860902	J6	Laccaria amethystina	1 DJ	1	1
21	19861001	J6	Laccaria bicolor Orton	2 AP	1	2
21	19861001	J6	Laccaria proxima Pat.	2 AP	1	2
21	19861001	J6	Lactarius mitissimus Fr.	1 AP	1	1
21	19851001	J6	Lactarius rufus Fr.	1 AP	1	1
21	19861001	J6	Paxillus involutus	1 AP	1	1
21	19861001	J6	Russula aduosa Lect.	1 AP	1	1
21	19861001	J6	Russula emetica Fr.	1 AP	1	1
21	19861022	J6	Russula ochroleuca	3 AP	1	3
21	19861001	J6	Russula ochroleuca	2 AP	1	2
21	19860902	J6	Russula spp.	2 DJ	1	2
21	19861001	J6	Russula xerampellina Fr.	1 AP	1	1
21	19861001	J6	Scleroderma aurantium L.ex Pers.	1 AP	1	1
21	19861001	J6	Xerocomus badius Kuhn.ex Gilb.	2 AP	1	2
21	19861001	J6	Xerocomus chrysenteron Quel.	1 AP	1	1
21		J6		21 29	17	25

21	19870914	J7	<i>Amanita rubescens</i> (Pers.ex Fr.) S.F.Gray	1 AP	1	1
21	19870914	J7	<i>Amanita vaginata</i> (Bull.ex Fr.) Quel. (skup.)	1 AP	1	1
21	19870914	J7	<i>Gyroporus cyanescens</i> (Bull.ex Fr.) Quel.	1 AP		
21	19870914	J7	<i>Laccaria bicolor</i> (R.Mre.)Orton	2 AP	1	2
21	19870914	J7	<i>Paxillus involutus</i>	2 AP	1	2
21	19870914	J7	<i>Russula ochroleuca</i> (Pers.) Fr.	4 AP	1	4
21	19870914	J7	<i>Russula vesca</i> Fr.	2 AP	1	2
21	19870914	J7	<i>Xerocomus badius</i>	2 AP	1	2
21	19870914	J7	<i>Xerocomus chrysenteron</i> var. <i>robustus</i> (Bull.ex St.Am.) Quel.	1 AP	1	1
21		J7		9 16	8	15
22	19860902	J6	<i>Amanita vaginata</i>	1 DJ	1	1
22	19860902	J6	<i>Cantharellus cibarius</i>	2 DJ	1	2
22	19861022	J6	<i>Collybia perronata</i> (?)	1 AP		
22	19861022	J6	<i>Hygrophorus pustulatus</i>	4 AP	1	4
22	19861022	J6	<i>Lactarius mitissimus</i> Fr.	1 AP	1	1
22	19861022	J6	<i>Lepista rickenii</i> Sing.	1 AP		
22	19861022	J6	<i>Lycoperdon</i> sp.	2 AP	1	2
22	19861022	J6	<i>Micromphale perforans</i>	4 AP		
22	19861022	J6	<i>Russula ochroleuca</i>	4 AP	1	4
22	19861022	J6	<i>Russula vesca</i>	2 AP	1	2
22	19860902	J6	<i>Scleroderma aurantium</i>	1 DJ	1	1
22	19861022	J6	<i>Scleroderma</i> sp.	3 AP	1	3
22	19861022	J6	<i>Tricholoma vaccinum</i> (Pers.ex Fr.) Kumm.	1 AP	1	1
22	19861022	J6	<i>Xerocomus badius</i>	1 AP	1	1
22		J6		14 34	11	22
22	19870625	S7	<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Gill.	1 AP	1	1
22	19870625	S7	<i>Calocera cornea</i> (Batsch.ex Fr.) Fr.	1 AP		
22	19870625	S7	<i>Dasyscyphus</i> sp.	1 AP		
22	19870625	S7	<i>Lycogala epidendron</i> (Micheli) Fries	1 AP		
22	19870625	S7	<i>Lycoperdon</i> sp.	1 AP	1	1
22	19870625	S7	<i>Micromphale perforans</i> (Hofm.+Fr.)Sing.	4 AP		
22	19870625	S7	<i>Mycena</i> spp.	2 AP		
22	19870625	S7	<i>Oudemansiella platyphylla</i> (Pers.ex Fr.) Mos.	2 AP		
22	19870625	S7	<i>Polyporus lepideus</i> Fr.	2 AP		
22	19870625	S7	<i>Russula cyanoxantha</i> Schff.ex Fr.	1 AP	1	1
22	19870625	S7	<i>Trametes versicolor</i> (L.ex Fr.)Pill.	2 AP		
22		S7		11 18	3	3
22	19870914	J7	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Fr.	2 AP	1	2
22	19870914	J7	<i>Mycena</i> sp.	1 AP		
22	19870914	J7	<i>Porphyrellus pseudoscaber</i> (Secr.) Sing.	3 AP		
22	19870914	J7	<i>Russula ochroleuca</i>	3 AP	1	3
22	19870914	J7	<i>Russula vesca</i> Fr.	2 AP	1	2
22	19870914	J7	<i>Suillus grevillei</i> (Klotzsch) Sing.	1 AP	1	1
22	19870914	J7	<i>Suillus</i> sp.(obrocek,svetel,rumenookrast rdeckast klobuk,mil	1 AP	1	1
22	19870914	J7	<i>Xerocomus badius</i>	2 AP	1	2
22		J7		8 15	6	11
23	19861022	J6	<i>Amanita vaginata</i>	3 AP	1	3
23	19860902	J6	<i>Calocera viscosa</i> Pers.ex Fr.	1 DJ		
23	19860902	J6	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	2 DJ	1	2
23	19861023	J6	<i>Cortinarius</i> sp.	1 AP	1	1
23	19861022	J6	<i>Gymnopilus sapineus</i> Mre.	1 AP		
23	19861022	J6	<i>Hygroporopsis aurantiaca</i>	2 AP		
23	19861022	J6	<i>Hypoloma capnoides</i> Kumer	2 AP		
23	19861023	J6	<i>Laccaria laccata</i>	2 AP	1	2
23	19861022	J6	<i>Russula nigricans</i>	1 AP	1	1
23	19861022	J6	<i>Russula ochroleuca</i>	4 AP	1	4
23	19860902	J6	<i>Scleroderma aurantium</i> Vaill.ex Pers.	1 DJ	1	1
23	19860902	J6	<i>Tremella mesenterica</i> Retz.ex Hook. (?)	1 DJ		
23	19861022	J6	<i>Tricholoma vaccinum</i>	1 AP	1	1
23	19861022	J6	<i>Xerocomus badius</i>	1 AP	1	1
23		J6		14 23	9	16
23	19870625	S7	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	3 AP	1	3

23	19870625	S7	<i>Lycogala epidendron</i> (Micheli) Fries	1	AP			
23	19870625	S7	<i>Micromphale perforans</i> (Hofm.+Fr.) Sing.	3	AP			
23	19870625	S7	<i>Mycena alkalina</i>	2	AP			
23	19870625	S7	<i>Mycena</i> sp. (majhna, bela)	1	AP			
23	19870625	S7	<i>Typhula</i> ?	3	AP			
23		S7		6	13		1	3
23	19870910	J7	<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Gill.	1	AP		1	1
23	19870910	J7	<i>Amanita rubescens</i> (Pers.ex Fr) S.F.Gray	1	AP		1	1
23	19870910	J7	<i>Cantharellus cibarius</i>	2	AP		1	2
23	19870910	J7	<i>Hygroporopsis aurantiaca</i>	1	AP			
23	19870910	J7	<i>Inocybe</i> sp.	1	AP		1	1
23	19870910	J7	<i>Laccaria laccatta</i>	3	AP		1	3
23	19870910	J7	<i>Lactarius theogallus</i>	1	AP		1	1
23	19870910	J7	<i>Mycena epipterygia</i>	2	AP			
23	19870910	J7	<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	2	AP		1	2
23	19870910	J7	<i>Phencolibya lugubris</i>	1	AP			
23	19870910	J7	<i>Russula delica</i> Fr.	2	AP		1	2
23	19870910	J7	<i>Russula integra</i>	1	AP		1	1
23	19870910	J7	<i>Russula nigricans</i> (Bull.) Fr.	1	AP		1	1
23	19870910	J7	<i>Russula ochroleuca</i> (Pers.) Fr.	4	AP		1	4
23	19870910	J7	<i>Scleroderma citrinum</i>	3	AP		1	3
23	19870910	J7	<i>Xerocomus badius</i>	1	AP		1	1
23		J7		16	27		13	23
3_1	19861103	J6	<i>Amanita citrina</i>	2	AP		1	2
3_1	19861103	J6	<i>Amanita vaginata</i>	3	AP		1	3
3_1	19861110	J6	<i>Calocera cornea</i>	4	DJ			
3_1	19860902	J6	<i>Calocera viscosa</i>	1	DJ			
3_1	19861103	J6	<i>Cortinarius</i> sp.	1	AP		1	1
3_1	19861103	J6	<i>Gymnopilus hybridus</i>	2	AP			
3_1	19861103	J6	<i>Hygrophorus nemoreus</i>	1	AP		1	1
3_1	19861103	J6	<i>Laccaria amethystina</i>	3	AP		1	3
3_1	19861103	J6	<i>Lactarius mitissimus</i>	1	AP		1	1
3_1	19861103	J6	<i>Lactarius theiogalus</i> Fr.	3	AP		1	3
3_1	19860902	J6	<i>Lycoperdon</i> sp.	1	DJ		1	1
3_1	19861110	J6	<i>Osmoporus odoratus</i> ?	4	DJ			
3_1	19861103	J6	<i>Russula ochroleuca</i>	4	AP		1	4
3_1		J6		13	34		9	23
3_1	19870605	S7	<i>Polyporus arcularius</i> [Batsch.ex.Fr.] Fr.	2	SH			
3_1	19870605	S7	<i>Polyporus varius</i> [Pers.ex.Fr.] Fr.	2	SH			
3_1		S7		2	2		0	0
3_1	19870910	J7	<i>Hygrophorus nemoreus</i>	2	AP		1	2
3_1	19870910	J7	<i>Xylospheera</i> sp.	2	AP			
3_1		J7		2	4		1	2
3_2	19860902	J6	<i>Calocera viscosa</i>	1	DJ			
3_2	19861103	J6	<i>Calocera viscosa</i>	1	AP			
3_2	19861103	J6	<i>Cortinarius</i> sp.	1	AP		1	1
3_2	19861103	J6	<i>Laccaria amethystina</i>	3	AP		1	3
3_2	19861103	J6	<i>Laccaria laccata</i>	2	AP		1	2
3_2	19861103	J6	<i>Mycena</i> sp.	1	AP			
3_2	19861103	J6	<i>Russula badia</i>	1	AP		1	1
3_2	19861103	J6	<i>Russula</i> sp.	1	AP		1	1
3_2	19861103	J6	<i>Xerocomus chrysenteron</i>	1	AP		1	1
3_2		J6		9	12		6	9
3_2	19870910	J7	<i>Amanita citrina</i>	3	AP		1	3
3_2	19870910	J7	<i>Laccaria amethystina</i>	3	AP		1	3
3_2	19870910	J7	<i>Laccaria proxima</i>	4	AP		1	4
3_2	19870910	J7	<i>Mycena</i> sp.	2	AP			
3_2	19870910	J7	<i>Pluteus</i> sp.	2	AP			
3_2	19870910	J7	<i>Russula feillea</i>	1	AP		1	1
3_2	19870910	J7	<i>Russula nigricans</i>	2	AP		1	2
3_2		J7		7	17		5	13
4	19860902	J6	<i>Cantharellus cibarius</i>	4	DJ		1	4

4	19861027 J6	Cortinarius sp.	1 AP	1	1
4	19861027 J6	Gymnopilus hybridus Sing.	1 AP		
4	19861027 J6	Hygrophorus discoideus	1 AP		
4	19861027 J6	Lactarius mittissimus	1 AP	1	1
4	19860902 J6	Phylloporus rhodoxanthus (Schw.) Bres.	1 DJ		
4	19861027 J6	Russula ochroleuca	1 AP	1	1
4	19861027 J6	Russula turci/amehystina ?	1 AP	1	1
4	J6		8 11	5	8
4	19870606 S7	Exidia glandulosa [Boul.ex.St.Amans] Fr.	1 SH		
4	19870605 S7	Trametes hirsuta [Wulf.ex.Fr.] Pilat	1 SH		
4	S7		2 2	0	0
4	19870910 J7	Cantharellus cibarius var. amethysteus	2 AP	1	2
4	19870910 J7	Cortinarius sp.	2 AP	1	2
4	19870910 J7	Dermocybe cinabarina	3 AP	1	3
4	19870910 J7	Lactarius amethystinus	1 AP	1	1
4	19870910 J7	Xerocomus chrysenteron	1 AP	1	1
4	J7		5 9	5	9
5	19861027 J6	Gymnopilus hybridus Sing.	2 AP		
5	19861027 J6	Russula cyanoxantha	1 AP	1	1
5	19861027 J6	Russula fellea	3 AP	1	3
5	19861027 J6	Russula nigricans	1 AP	1	1
5	19861027 J6	Russula ochroleuca	2 AP	1	2
5	19860902 J6	Scleroderma aurantium	1 DJ	1	1
5	19861027 J6	Scleroderma citrinum	1 AP	1	1
5	19861027 J6	Xerocomus chrysenteron	2 AP	1	2
5	J6		13	6	11
5+6	19870910 J7	Aleuria aurantium	2 AP		
5+6	19870910 J7	Amanita citrina	1 AP	1	1
5+6	19870910 J7	Amanita pantherina var. abietinum	1 AP	1	1
5+6	19870910 J7	Calocera viscosa	2 AP		
5+6	19870910 J7	Cantharellus cibarius var. amethysteus	4 AP	1	4
5+6	19870910 J7	Entoloma sp.	1 AP		
5+6	19870910 J7	Hydnum rufescens	2 AP	1	2
5+6	19870910 J7	Laccaria amethystina	4 AP	1	4
5+6	19870910 J7	Laccaria laccatta	4 AP	1	4
5+6	19870910 J7	Lactarius subdulcis	2 AP	1	2
5+6	19870910 J7	Russula amethystina	1 AP	1	1
5+6	19870910 J7	Russula fellea	1 AP	1	1
5+6	19870910 J7	Russula nigricans	1 AP	1	1
5+6	19870910 J7	Scleroderma citrinum	3 AP	1	3
5+6	19870910 J7	Thyromyces sp.	2 AP		
5+6	J7		15 31	11	24
7	19861103 J6	Amanita citrina.	1 AP	1	1
7	19861103 J6	Cystoderma longisporum	1 AP		
7	19861103 J6	Gymnopilus hybridus	1 AP		
7	19861103 J6	Laccaria laccata	2 AP	1	2
7	19861110 J6	Lactarius vellereus	1 DJ	1	1
7	19860902 J6	Lactarius vellereus	1 DJ	1	1
7	19861103 J6	Lactarius vellereus var. velutinus	2 AP	1	2
7	19861103 J6	Mycena sp.	1 AP		
7	19861103 J6	Russula cyanoxantha	1 AP	1	1
7	19861103 J6	Russula ochroleuca	2 AP	1	2
7	19861103 J6	Xerocomus chrysenteron	4 AP	1	4
7	J6		17	7	14
7	19870910 J7	Calocera viscosa (Pers.exFr.) Fr.	2 AP		
7	19870910 J7	Cantharellus cibarius Fr.	2 AP	1	2
7	19870910 J7	Cantharellus tubaeformis Bull.ex Fr.	2 AP	1	2
7	19870910 J7	Cortinarius sp. (rumenkast sp.)	1 AP	1	1
7	19870910 J7	Gymnopilus sapineus (Fr.) Mre.	2 AP		
7	19870910 J7	Laccaria amethystina	3 AP	1	3
7	19870910 J7	Laccaria laccata	3 AP	1	3
7	19870910 J7	Lactarius theiogalus Bull.ex Fr.	2 AP	1	2

7	19870910	J7	Lactarius vellereus var. velutinus Bert.	2 AP	1	2
7	19870910	J7	Lycoperdon umbrinum Pers.	2 AP	1	2
7	19870910	J7	Mycena sp.	1 AP		
7	19870910	J7	Nematoloma radicosum	1 AP		
7	19870910	J7	Paxillus involutus (Batsch) Fr.	2 AP	1	2
7	19870910	J7	Ramaria sp.	2 AP	1	2
7	19870910	J7	Russula fellea Fr.	1 AP	1	1
7	19870910	J7	Russula illota Romagn.	1 AP	1	1
7	19870910	J7	Russula ochroleuca (Pers.) Fr.	2 AP	1	2
7	19870910	J7	Tricholomopsis rutilans (Schff.ex Fr.) Sing.	2 AP		
7	19870910	J7	Tylopilus felleus (Bull.ex Fr.) Karst.	2 AP	1	2
7		J7		19 35	12	27
8	19861103	J6	Albatrellus ovinus	3 AP		
8	19861001	J6	Albatrellus ovinus Kotl.et Pouzar	3 AP		
8	19861001	J6	Amanita citrina S.F.Gray	1 AP	1	1
8	19861001	J6	Amanita rubescens S.F.Gray	1 AP	1	1
8	19861001	J6	Amanita vaginata Quel.	2 AP	1	2
8	19861001	J6	Armillariella mellea Karst.	2 AP		
8	19861001	J6	Cortinarius collinitus Fr.	2 AP	1	2
8	19861001	J6	Cortinarius spp. (3 razl.)	1 AP	1	1
8	19861001	J6	Cortinarius vibratilis	2 AP	1	2
8	19860902	J6	gastromicete pod zemljo	2 DJ	1	2
8	19861001	J6	Gomphidius glutinosus Fr.	1 AP	1	1
8	19861001	J6	Gymnopilus sp.	1 AP		
8	19861001	J6	Laccaria proxima	2 AP	1	2
8	19861001	J6	Lactarius vellereus Fr.	3 AP	1	3
8	19861103	J6	Lactarius vellereus var. velutinus	1 AP	1	1
8	19861103	J6	Mycena epipterygia	1 AP		
8	19861001	J6	Paxillus involutus	2 AP	1	2
8	19861103	J6	Phaeolus schweintzii	1 AP		
8	19861001	J6	Pholiota sp.	2 AP		
8	19861103	J6	Pseudohydnum gelatinosum	1 AP		
8	19861001	J6	Rozites caperata Karst.	2 AP	1	2
8	19861103	J6	Russula ochroleuca	1 AP	1	1
8	19861103	J6	Tricholomopsis rutilans	1 AP		
8	19861001	J6	Tricholomopsis rutilans Sing.	1 AP		
8	19861001	J6	Xerocomus badius	2 AP	1	2
8		J6		23 41	15	26
8	19870910	J7	Albatrellus ovinus	3 AP		
8	19870910	J7	Amanita citrina	1 AP	1	1
8	19870910	J7	Calocera viscosa	2 AP		
8	19870910	J7	Cantharellus tubaeformis	2 AP	1	2
8	19870910	J7	Cortinarius sp.	2 AP	1	2
8	19870910	J7	Cortinarius vibratilis	2 AP	1	2
8	19870910	J7	Dermocybe semisanguinea	2 AP	1	2
8	19870910	J7	Lactarius necator	1 AP	1	1
8	19870910	J7	Russula densifolia	1 AP	1	1
8	19870910	J7	Russula vesca	1 AP	1	1
8	19870910	J7	Tylopilus felleus	2 AP	1	2
8	19870910	J7	Xerocomus badius	1 AP	1	1
8		J7		12 20	10	15
9	19861001	J6	Amanita subalpina (ined)	2 AP	1	2
9	19861001	J6	Boletus edulis Bull.ex Fr.	2 AP	1	2
9	19861001	J6	Cortinarius sp.	1 AP	1	1
9	19861001	J6	Hydnum repandum L.ex Fr.	2 AP	1	2
9	19861001	J6	Laccaria laccata Bk.et Br.	2 AP	1	2
9	19861001	J6	Mycena sp.	2 AP		
9	19861001	J6	Naucoria sp.	1 AP		
9	19861001	J6	Paxillus involutus Fr.	2 AP	1	2
9	19861022	J6	Pholiota sp.	1 AP		
9	19861001	J6	Pholiota sp.	1 AP		
9	19861001	J6	Russula mustelina Fr.	2 AP	1	2



9	19861022 J6	Russula nigricans	3 AP	1	3
9	19861001 J6	Russula nigricans Fr.	1 AP	1	1
9	19861001 J6	Russula ochroleuca Fr.	3 AP	1	3
9	19860902 J6	Russula sp.	2 DJ	1	2
9	19861022 J6	Tricholomopsis rutilans	1 AP		
9	19861022 J6	Xerocomus badius	1 AP	1	1
9	19861001 J6	Xerocomus badius Kuhn.ex Gilb.	2 AP	1	2
9	19861001 J6	Xerocomus chrysenteron var. robustus Quel.	2 AP	1	2
9	J6		19 33	12	27
9	19870910 J7	Boletus edulis	2 AP	1	2
9	19870910 J7	Cortinarius sp. (lila b.)	1 AP	1	1
9	19870910 J7	Cortinarius sp. (rjav, skup.Orellani-po prahu disi)	2 AP	1	2
9	19870910 J7	Inocybe sp.	1 AP	1	1
9	19870910 J7	Laccaria amethystina (Bolt.ex Hooker) Murr.	2 AP	1	2
9	19870910 J7	Laccaria laccata (Scop.ex Fr.) Bk.+Br.	2 AP	1	2
9	19870910 J7	Lactarius hygginus Fr.	1 AP	1	1
9	19870910 J7	Lactarius necator	2 AP	1	2
9	19870910 J7	Lentineilus cochleatus	1 AP		
9	19870910 J7	Paxillus involutus	3 AP	1	3
9	19870910 J7	Russula cyanoxantha Schff.ex Fr.	1 AP	1	1
9	19870910 J7	Russula ochroleuca	3 AP	1	3
9	19870910 J7	Tricholomopsis rutilans	3 AP		
9	19870910 J7	Xerocomus badius (Fr.) Kuhn.ex Gilb.	2 AP	1	2
9	J7		14 26	12	22

Seznam vrst in pogostost pojavljanja (Poj.) gliv, popisanih na raziskovalnih ploskvah ob oznacenih datumih. St.vrst = stevilo vseh vrst, Mik.g. = stevilo mikoriznih vrst, Poj. = pogostost pojavljanja (1 = redka, 2 = 2 primerka, 3 = vec primerkov, pogosta, 4 = masovno pojavljanje). Poj.mik.g. = pogostost pojavljanja mikoriznih vrst. Det. = determinator (AP = A.Piltaver, SH = S.Hocevar, DJ = D.Jurc).

---

---

Priloga 4: Vrstni popis gliv in oznaka mikoriznih rodov

---

Mikorizna Vrsta glive

---

- Albatrellus ovinus Kotl.et Pouzar  
Aleuria aurantium  
1 Amanita citrina S.F.Gray  
1 Amanita gemmata (Fr.) Gill.  
1 Amanita pantherina var. abietinum  
1 Amanita rubescens (Pers.ex Fr.) S.F.Gray  
1 Amanita subalpina (ined.)  
1 Amanita vaginata (Bull.ex Fr.) Quel. (skup.)  
Armillariella mellea Karst.  
1 Boletus edulis Bull.ex Fr.  
Calocera cornea (Batsch.ex Fr.) Fr.  
Calocera viscosa (Pers.exFr.) Fr.  
1 Cantharellus cibarius Fr.  
1 Cantharellus cibarius var. amethysteus  
1 Cantharellus friesii Quelet  
1 Cantharellus tubaeformis Bull.ex Fr.  
Clavulina rugosa Schroet.  
1 Clytocibe sp. (troši 3.5/4-8/10)  
Collybia distorta Quel.  
Collybia fodiens Favre  
Collybia perronata (?)  
Coprinus atramentarius (Bull.ex Fr.) Fr.  
1 Cortinarius collinitus Fr.  
1 Cortinarius sp. (lila b.)  
1 Cortinarius sp. (rjav, skup.Orellani-po prahu disi)  
1 Cortinarius sp. (rumenkast sp.)  
1 Cortinarius vibratilis  
Cystoderma carcharias Fay.  
Cystoderma longisporum Heinen.et Thoen  
Dayscyphus sp.  
1 Dermocybe cinabarina  
1 Dermocybe semisanguinea  
1 Elaphomyces granulatus (Fries)  
Entoloma sp.  
Exidia glandulosa [Boul.ex.St.Amans] Fr.  
Galerina sp.  
1 gastromicete pod zemljo  
1 Gomphidius glutinosus Fr.  
Gymnopilus hybridus Sing.  
Gymnopilus sapineus (Fr.) Mre.  
Gyroporus cyanescens (Bull.ex Fr.) Quei.  
1 Hydnum repandum L.ex Fr.  
1 Hydnum rufescens  
Hygrophorus discoideus  
1 Hygrophorus nemoreus  
1 Hygrophorus pustulatus Fr.  
Hygroporopsis aurantiaca  
Hypholoma capnoides Kumer  
1 Inocybe sp.  
1 Laccaria amethystina (Bolt.ex Hooker) Murr.  
1 Laccaria bicolor (R.Mre.)Orton  
1 Laccaria isaccata (Scop.ex Fr.) Bk.+Br.  
1 Laccaria proxima Pat.  
1 Lactarius amethystinus  
1 Lactarius hygginus Fr.  
1 Lactarius mitissimus Fr.  
1 Lactarius necator

1 *Lactarius rufus* Fr.  
 1 *Lactarius* sp.  
 1 *Lactarius subdulcis* (Bull.) Fr.  
 1 *Lactarius theiogalus* Bull.ex Fr.  
 1 *Lactarius vellereus* Fr.  
 1 *Lactarius vellereus* var. *velutinus* Bert.  
   *Lentinellus cochleatus*  
   *Lepista rickenii* Sing.  
   *Lycogala epidendron* (Micheli) Fries  
 1 *Lycoperdon* sp.  
 1 *Lycoperdon umbrinum* Pers.  
   *Marasmiellus ranealis* Sing. (?)  
   *Marasmius alliaceus* Fr.  
   *Micromphale perforans* (Hofm.+Fr.) Sing.  
   *Mycena alkalina*  
   *Mycena epipterygia*  
   *Mycena* sp.  
   *Mycena* sp. (majhna, bela)  
   *Maucoresia* sp.  
   *Nematoloma radicosum*  
   *Osmoporus odoratus* ?  
   *Oudemansiella mucida* v.Hoehn.  
   *Oudemansiella platyphylla* (Pers.ex Fr.) Mos.  
 1 *Paxillus involutus* (Batsch) Fr.  
   *Phaeolus schweintzii*  
   *Phenacolibya lugubris*  
   *Pholiota flamans*  
   *Pholiota* sp.  
   *Phylliopus rhodoxanthus* (Schw.) Bres.  
   *Pluteus* sp.  
   *Polyporus arcularius* [Batsch.ex.Fr.] Fr.  
   *Polyporus lepideus* Fr.  
   *Polyporus varius* [Pers.ex.Fr.] Fr.  
   *Porphyrellus pseudoscaber* ( Secr. ) Sing.  
   *Pseudohydnum gelatinosum*  
 1 *Ramaria* sp.  
   *Rhodophyllus* sp.  
 1 *Rozites caperata* Karst.  
 1 *Russula amethystina* Quel.  
 1 *Russula aquosa* Lact.  
 1 *Russula badia*  
 1 *Russula cyanoxantha* Schff.ex Fr.  
 1 *Russula delica* Fr.  
 1 *Russula densifolia*  
 1 *Russula emetica* Fr.  
 1 *Russula fellea* Fr.  
 1 *Russula illota* Fomagn.  
 1 *Russula integra*  
 1 *Russula integra* L.ex Fr.ss.R.Mre.  
 1 *Russula mustelina* Fr.  
 1 *Russula nigricans* (Bull.) Fr.  
 1 *Russula ochroleuca* (Pers.) Fr.  
 1 *Russula turci/amethystina* ?  
 1 *Russula vesca* Fr.  
 1 *Russula virescens* (Schff.ex Zant.) Fr.  
 1 *Russula xerampellina* Fr.  
 1 *Scleroderma aurantium* Vaill.ex Pers.  
 1 *Scleroderma* sp.  
 1 *Suillus grevillei* (Klotzsch) Sing.  
 1 *Suillus* sp. (obrocek,svetel,rumenokrast rdeckast klobuk,mil  
 1 *Thylopius felleus*  
   *Thyromyces* sp.

Trametes hirsuta (Wulf.ex.Fr.) Pilat  
Trametes versicolor (L.ex Fr.) Pill.  
Tremella mesenterica Retz.ex Hook. (?)  
1 Tricholoma sciodes Mart.  
1 Tricholoma vaccinum (Pers.ex Fr.) Kumm.  
Tricholomopsis rutilans (Schff.ex Fr.) Sing.  
1 Tylopilus felleus (Bull.ex Fr.) Karst.  
Typhula ?  
1 Xerocomus badius (Fr.) Kuhn.ex Gilb.  
1 Xerocomus chrysenteron Quel.  
1 Xerocomus chrysenteron var.robustus (Bull.ex St.Am.) Quel.  
Xylaria hypoxylon Hill.ex Grev.  
Xyiosphera sp.

---

---

75 mikoriznih (rodovi po Trappe,1962), skupno 131 vrst in var.

---

---