

GDK: 114.444 + 228 : (497.12 Pokljuka)

Prispelo/Received: 3.7.2001  
Sprejeto/Accepted: 12.7.2001

Izvirni znanstveni članek  
Original scientific paper

## RASTIŠČNE ZNAČILNOSTI IZBRANIH POKLJUŠKIH BARIJ IN OKOLIŠKEGA SMREKOVEGA GOZDA

Lado KUTNAR\*, Primož SIMONČIČ\*\*, Alenka GABERŠČIK\*\*\*, Andrej MARTINČIČ\*\*\*\*

### Izvleček

Obravnavana so smrekova barja na pokljuški planoti, ki poleg pravih visokih barij prav tako sodijo med šotna barja. Barja in njihova obrobja smo s klastersko analizo fitocenoloških popisov uvrstili v več skupin, ki pripadajo različnim sintaksonom. Poleg podobne vegetacijske zgradbe so za opredeljene skupine značilne tudi specifične rastiščne razmere, kar potrjuje indikacijsko vrednost vegetacije. Zaradi izrazitih razlik se vegetacijske skupine razvrščajo predvsem po gradientih vlažnosti in reakcije tal, vsebnosti celotnega C in C/N razmerja tal. Skupine se očitno razlikujejo tudi po povprečni vsebnosti izmenljivih kationov Ca, H in Al.

Ključne besede: smrekovo barje, visoko barje, hidrologija, kemijske lastnosti tal, *Sphagno-Piceetum*, *Pino mugi-Sphagnetum*, DCA ordinacija, šotna tla, Pokljuka

## SITE CHARACTERISTICS OF SELECTED MIRES AND SURROUNDING SPRUCE FORESTS ON THE POKLJUKA PLATEAU

### Abstract

*This research focuses on the spruce mires of the Pokljuka plateau, which like raised bogs can also be classified as peat bogs. By using cluster analysis of the phytosociological relevés, we have classified the mires into several groups that belong to different syntaxa.*

*Apart from a similar vegetation structure, the defined groups also have specific hydrological and ecological conditions, which emphasises the indicative value of the vegetation. Because of significant differences, the vegetation groups are classified mainly according to the levels of soil humidity, the pH value of the soil, the amount of total carbon and the C/N ratio of the soil. The groups are, apparently, also different according to their average quantities of Ca, H and Al exchangeable cations.*

*Key words: spruce mire, raised bog hydrology, chemical characteristics of soil, Sphagno-Piceetum, Pino mugi-Sphagnetum, DCA ordination, peat soil, Pokljuka*

\* dr., Gozdarski inštitut Slovenje, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN

\*\* dr., Gozdarski inštitut Slovenje, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN

\*\*\* doc. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, SVN

\*\*\*\* prof. dr., Zaloška 78a, 1000 Ljubljana, SVN

**VSEBINA**  
**CONTENTS**

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	
	INTRODUCTION.....	85
<b>2</b>	<b>RAZISKOVALNE PLOSKVE IN METODE</b>	
	RESEARCH PLOTS AND METHODS.....	87
<b>3</b>	<b>REZULTATI</b>	
	RESULTS.....	90
<b>4</b>	<b>RAZPRAVA</b>	
	DISCUSSION.....	107
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČKI</b>	
	CONCLUSIONS.....	116
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b> .....	117
<b>7</b>	<b>SUMMARY</b> .....	120
<b>8</b>	<b>VIRI</b>	
	REFERENCES.....	122
<b>9</b>	<b>ZAHVALA</b>	
	ACKNOWLEDGEMENTS.....	125

## 1 UVOD INTRODUCTION

Definicije barij so zelo različne. Ena od njih pravi, da je barje predel s šotnimi tlemi, ki so debela vsaj 30 centimetrov in vsebujejo več kot 30 % organske snovi (ROESCHMANN in sod. 1993).

V grobem delimo barja na visoka in nizka. Visoko barje (ang. *bog*) je šotno barje, za katero je značilna ombrotrofnost, ne glede na ostale fizikalne in vegetacijske značilnosti (GROSSE-BRAUCKMANN 1996a, JOHNSON 1996). Za visoka barja je značilen nizek pH, majhna vsebnost baz in hranil. Med rastlinami prevladujejo predvsem mahovi iz rodu *Sphagnum* (BRIDGHAM in sod. 1996).

Nizko barje (ang. *fen*) je na široko definirano kot šotno barje, za katero je značilna minerotrofnost. Zaradi tega so nizka barja bogatejša s hranili kot visoka. Vrste nizkih barij imajo primerjalno večje potrebe po hranilih. Nizka barja poraščajo predvsem različna šašja (*Carex spp.*). Pogosto jih porašča tudi grmiščna vegetacija (JOHNSON 1996).

Za opredelitev tipa barij ter za razumevanje procesov na barjih je potrebno poznati različne dejavnike. V ta namen se poslužujemo meritev talnih parametrov, kot so pH, razmerje med organskim ogljikom in celotnim dušikom (C/N), vsebnost dušika, vsebnost karbonata, stopnja nasičenosti z bazami (ROESCHMANN in sod. 1993).

Reakcija šotnih tal je eden od pomembnejših parametrov za opredelitev barij in je odvisna od tipa matične podlage in pripadajočih pedogenetskih procesov. Količina izmenljivih kationov kalcija, magnezija, kalija in natrija je odvisna od reakcije tal in količine akumuliranih organskih snovi (CZERWIŃSKI / PRACZ / CZERWIŃSKA 1995b).

C/N razmerje šotnih tal je dober kazalec razmer, saj ne odraža le preskrbe barij z dušikom, temveč tudi intenziteto primarnih in sekundarnih dekompozicijskih procesov. Intenzivnejši potek razgradnje je vedno povezana z nižjim C/N razmerjem (GROSSE-BRAUCKMANN 1996b).

Voda vstopa v barjanski sistem v različnih oblikah in predstavlja pomemben element v različnih procesih v barjanskih šotnih tleh. Vpliva na dinamiko barja, na vsebnost kisika v tleh, reakcijo tal, kroženje hranil in ogljika, na vrstno sestavo vegetacije in razvoj barja (BRIDGHAM / RICHARDSON 1993).

Zaradi stalnih sprememb v kemizmu vode v tleh sta Martinčič in Piskernik (1985) na nekaterih visokih barjih Slovenije spremljala njeno prostorsko in časovno dinamiko. Pri tem sta ugotavljala pH in prevodnost vodne raztopine, vsebnost ionov kalcija, magnezija, natrija, kalija in silicija (MARTINČIČ / PISKERNIK 1985).

Nivo vode in njen kemizem so analizirali tudi na italijanskih barjih v južnem delu Alp (GERDOL / TOMASELLI / BRAGAZZA 1994, ALBER / BRAGAZZA / GERDOL 1996, BRAGAZZA 1997). Posebej pa so se na barjih ukvarjali z vplivom vode na aerobne pogoje v šotnih tleh (BRAGAZZA 1996). Pri teh raziskavah so ugotavljali sezonske spremembe kemizma talne vode (BRAGAZZA 1994, BRAGAZZA / ALBER / GERDOL 1998).

Voda ima povezovalno vlogo med sosednjimi gozdnimi in barjanskimi združbami, saj predstavlja element migracije ionov (CZERWIŃSKI / PRACZ / CZERWIŃSKA 1995a). Od hidroloških razmer in kemizma vode v šotnih tleh je odvisna tudi raznolikost tipov barij (BOEYE / CLEMENT / VERHEYEN 1994, KLOSS / SIENKIEWICZ 1995) in trofični nivo barij (JEGLUM 1991).

Variabilnost barjanskih in obbarjanskih fitocenoz je predvsem posledica razlik v hidrologiji in kemizmu vode. Torej lahko sklepamo, da je pester niz med značilno barjansko vegetacijo in gozdno vegetacijo na Pokljuki (KUTNAR 2000, KUTNAR / MARTINČIČ 2001) rezultat raznolikosti rastiščnih dejavnikov, ki se spreminjajo z različnimi gradienti od barja proti okoliškim sistemom. Na osnovi domneve, da je vegetacija dober indikator rastiščnih razmer, lahko pričakujemo, da se skupine, oblikovane na osnovi floristične in strukturne podobnosti med seboj dobro razlikujejo tudi po različnih rastiščnih dejavnikih.

Zato smo si v raziskavi zastavili naslednje cilje:

- ugotoviti vzroke za pojavljanje različnih fitocenoz na poključskih barjih in njihovi okolici;
- spoznati, kako vplivajo kemijske lastnosti tal na pojavljanje različnih vegetacijskih tipov;
- ugotoviti nihanje globine talne vode in kemizem vode na izbranih poključskih barjih.

## **2 RAZISKOVALNE PLOSKVE IN METODE RESEARCH PLOTS AND METHODS**

### **2.1 RAZISKOVALNI OBJEKTI RESEARCH OBJECTS**

V raziskavi smo zajeli barja, ki ležijo na poključki planoti. Izbrani objekti so pretežno poraščeni s smreko. Transekte, ki jih sestavlja niz raziskovalnih ploskev, smo postavili tako, da kar v največji meri zajemajo izbrana barja ter hkrati segajo na njihova obrobja. Transekte smo postavili na šestih barjih. V skladu s številkami negozdnih parcel (Gozdnogospodarska karta GE Pokljuka 1986) smo jih označili b24, b25, b8, b11, b12 in bGP (ni posebej označeno na karti, poimenovano je po Grajski planini).

Na šestih transektih smo izbrali po sedem raziskovalnih ploskev. Razmik med ploskvami je odvisen od dolžine posameznega transekta in je stalen znotraj transekta. Velikost ploskev je  $2 \times 4$  metre.

Na raziskovalnih ploskvah je bila popisana in analizirana vegetacija. Na osnovi fitocenoloških popisov smo oblikovali skupine podobnih ploskev (KUTNAR 2000, KUTNAR / MARTINČIČ 2001), ki nam služijo kot podlaga za analizo rastiščnih razmer.

### **2.2 VZORČENJE IN KEMIJSKA ANALIZA TAL SOIL SAMPLING AND CHEMICAL ANALYSIS OF SOIL**

Vzorce tal smo vzeli v neposredni bližini vseh štirih oglišč raziskovalnih ploskev. Štiri vzorce tal smo za vsako ploskev združili v dva skupna vzorca za dve različni globini (0-10 cm in 10-30 cm). Pri vzorčenju smo na barjanskih tleh odstranili rastoče mahove in rastline (živi del). V vzorce avtomorfnih tal nismo zajeli zgornjih delov organskega horizonta O (Ol - opad in Of - fermentacijski podhorizont z delno razkrojenim rastlinskim ostankom). V Laboratoriju za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije smo 84 združenih vzorcev tal ustrezno pripravili in jim določili naslednje lastnosti:

- vrednosti pH v deionizirani vodi (H<sub>2</sub>O) in v kalcijevem kloridu (0,01 M raztopina CaCl<sub>2</sub>) elektrometrično, s stekleno elektrodo (BLUM / SPIEGEL / WENZEL 1989, SIST ISO 10390);
- vsebnosti celotnega dušika (N<sub>tot</sub>) po modificirani Kjeldahlovi metodi z aparaturo Gerhardt po standardu SIST ISO 11261;
- vsebnosti celotnega ogljika (C<sub>tot</sub>) s suhim sežigom z aparaturo Charmomath - ADG 8 po standardu SIST ISO 10694;
- vsebnosti karbonata (CaCO<sub>3</sub>) s Scheiblerjevim kalcimetrom po SIST ISO 10693;
- vsebnosti izmenljivih kationov (Ca, Mg, K, Al, Fe, Mn) z atomsko absorpcijsko spektroskopijo po ekstrakciji talnih vzorcev z 0,1 M BaCl<sub>2</sub> (BLUM / SPIEGEL / WENZEL 1989, SIST ISO 11260, ÖNORM L 1086). Koncentracijo izmenljivega H določimo iz pH vrednosti ekstrakta vzorca z 0,1 M BaCl<sub>2</sub>.

Računsko smo določili še:

- vsebnosti organskega ogljika ( $C_{org} = C_{tot} - C_{min} = C_{tot} - (CaCO_3 * 0.12)$ );
- količine organske snovi ( $org. snov = C_{org} * 1,724$ );
- razmerja med organskim ogljikom in celotnim dušikom (C/N);
- razmerja kationov (Al/Ca+Mg).

Kakovost laboratorijskih meritev smo preverjali s testnimi vzorci tal iz medlaboratorijske primerjave (ALVA 1994, 1995).

### **2.3 ANALIZE TALNE VLAGE, NIVOJA VODE IN KAKOVOSTI TALNE VODE**

#### **ANALYSES OF SOIL-WATER CONTENT, WATER-TABLE LEVEL AND GROUND-WATER SOLUTION QUALITY**

Vzorke za trenutno ali momentalno talno vlažnost (MV) smo vzeli na robu vseh raziskovalnih ploskev. Vzorce smo vzeli spomladi (20. maj 1998), kmalu zatem, ko je na vseh barjih skopnel sneg in so bila tla zelo namočena. Naslednjič smo vzeli vzorce v sušnem obdobju sredi poletja (11. avgust 1998). Globine jemanja vzorcev za talno vlago so bile: a) 5 cm; b) 20 cm in c) 40 cm.

Trenutno vlažnost predstavlja delež vode v vzorcu tal. Izračun trenutne vlažnosti poteka po naslednji formuli:

Pri tem je:

$$MV = \frac{m_v - m_{105}}{m_{105}} * 100 \%$$

MV..... trenutna vlažnost vzorca;

$m_v$ ..... masa odvzetega vzorca tal;

$m_{105}$ ..... masa vzorca, posušenega pri 105°C.

Na polovici transektov (barja b24, b8 in b11) smo na ploskvah znotraj območja barij namestili v tla plastične cevi za spremljanje nivoja vode. Cevi smo namestili na 6 mestih na barju b24 in b8 ter na 4 mestih na barju b11. Da bi dosegli izravnavo nivoja in kakovosti vode v okolici in znotraj cevi, smo uporabili perforirane cevi, ki omogočajo stalen pretok vode in snovi v obe smeri. Spremljali smo tudi nihanje gladine potoka na barju b11 (blizu ploskve b11-2). Nivo vode in potoka smo merili dvakrat mesečno v približno enakih časovnih razmakih. Izjemoma pa smo meritve izvajali tudi pogosteje.

V poletnem času smo zajeli vzorce vode za analizo fizikalnih in kemijskih parametrov. Vzorce vode smo zajemali iz vseh cevi na barjih b24, b8 in b11. Mesto črpanja vodne raztopine je bilo približno 5 do 10 centimetrov pod nivojem vode v ceveh.

Vzorcem vode smo v Laboratoriju za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije določili naslednje parametre:

- vrednosti pH s stekleno kombinirano elektrodo;
- elektroprevodnost;
- vsebnosti  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  z atomsko absorpcijsko spektroskopijo;
- vsebnosti  $NH_4^+$  s spektrofotometričnim merjenjem rumeno obarvanega kompleksa z Nesslerjevim reagentom;
- vsebnosti anionov  $Cl^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  z ionsko kromatografijo z uporabo konduktometričnega detektorja Shodex (CD\_5).

Metode za analizo vode so usklajene z metodologijo ECE-ICP (1994).

## 2.4 STATISTIČNE METODE STATISTICAL METHODS

Osnovne statistične analize smo izdelali s paketom EXCEL za Windows 95 (KELLY 1996) in statističnim paketom STATISTICA za Windows 95 (1996).

Za analizo glavnih ekoloških in strukturnih gradientov smo uporabili DCA ordinacijo (*Detrended Correspondence Analysis*). Kot glavno matriko smo uporabili fitocenološke popise po ploskvah (KUTNAR 2000, KUTNAR / MARTINČIČ 2001). Odnos med vegetacijo na ploskvah in pripadajočimi pogoji (npr. kemijske lastnosti tal, hidrološke razmere) smo prikazali z vektorji. Vektorje ekoloških parametrov smo izračunali iz pripadajočih sekundarnih matrik, ki so vsebovale podatke o razmerah na raziskovalnih ploskvah.

Nagib oz. smer vektorja predstavlja smer povečevanja ali zmanjševanja določenega parametra. Dolžina vektorja pa kaže na to, kako tesne so povezave med podatki obeh matrik. Daljši vektor nakazuje intenzivnejše naraščanje vrednosti obravnavanega parametra v določeni smeri.

Ordinacijsko analizo smo izvedli z računalniškim paketom PC-ORD (McCUNE / MEFFORD 1995, 1997).

## 3 REZULTATI RESULTS

Na osnovi floristične sestave in vegetacijske strukture ploskev so bile oblikovane skupine (klastri) podobnih ploskev (KUTNAR 2000, KUTNAR / MARTINČIČ 2001). Analizirali smo njihove rastiščne razmere in ugotavljali odvisnosti vegetacije od rastiščnih razmer. Rastiščne razmere s poudarkom na talnih dejavnikih smo analizirali po naslednjih skupinah:



- barjansko (ombrotrofno) ruševje na distričnih šotnih tleh (ploskve b8-3, b8-4, b8-5, b12-1, b12-2, b12-3, b24-2);
- barjansko smrekovje na distričnih šotnih tleh (ploskve bGP-1, bGP-2, bGP-3, bGP-4, b8-1, b8-2, b8-6, b12-4, b12-5);
- smrekovje na avtomorfnih, trdinskih tleh z revnejšo vrstno sestavo s prevladujočimi acidofilnimi, piceetalnimi elementi (ploskve bGP-5, bGP-6, bGP-7, b8-7, b11-6, b11-7, b12-6, b12-7, b25-1);
- smrekovje na avtomorfnih, trdinskih tleh z bogatejšo vrstno sestavo, s prisotnostjo vrst, značilnejših za manj zakisana tla (ploskve b11-1, b11-5, b24-6, b24-7, b25-6, b25-7);
- barjanska travišča s prevladovanjem vrst *Carex spp.* na prevladujočih evtričnih šotnih tleh (ploskve b11-2, b11-3, b11-4, b24-3, b24-4, b25-3, b25-4);
- obrobni pas barjanskih travišč na prehodu proti smrekovjem na avtomorfnih tleh (ploskve b24-1, b24-5, b25-2, b25-5).

### **3.1 HIDROLOGIJA** HYDROLOGY

#### **3.1.1 Trenutna vlažnost tal po ploskvah in skupinah** Momentary soil-water content on plots and in groups

Rezultati meritev trenutne ali momentalne vlažnosti (MV) kažejo na velike razlike v vsebnosti vode v vzorcih tal. V nekaterih vzorcih barjanskih tal je količina vode celo več kot 30-kratnik mase suhe snovi (3000 %).

V mesecu maju so bile vsebnosti vode največje v šotnih tleh, ki jih porašča barjansko ruševje (5 cm: b8-5 (3316 %), 20 cm: b12-3 (3467 %), 40 cm: b8-5 (2540 %)). Najmanjše vsebnosti vode po globinah pa so imela avtomorfna, trdinska tla (5 cm: b25-7 (84 %), 20 cm: bGP-7 (9 %), 40 cm: bGP-7 (7 %)).

Ob avgustovski meritvi so največje vsebnosti vode, tako kot v maju, dosegala šotna tla (5 cm: b12-3 (1696 %), 20 cm: b8-5 (3552 %), 40 cm: b8-5 (3336 %)). Najmanjše vsebnosti

vode pa smo avgusta izmerili v avtomorfnih, trdinska tleh (5 cm: b25-7 (38 %), 20 cm: bGP-7 (16 %), 40 cm: bGP-7 (11 %)).

Maja se je z globino zniževala povprečna stopnja trenutne vlažnosti tal. V avgustu pa so bila tla povprečno najbolj namočena v globini 20 centimetrov, kar kaže, da so se zgornje plasti tal od pomladi do srede poletja precej osušile. Še posebej to velja za šotna tla na najbolj namočenih barjih, kjer so razlike največje.

Preglednica 1: Povprečna trenutna vlažnost tal (v %) po skupinah v globinah 5, 20 in 40 centimetrov, v maju in avgustu 1998

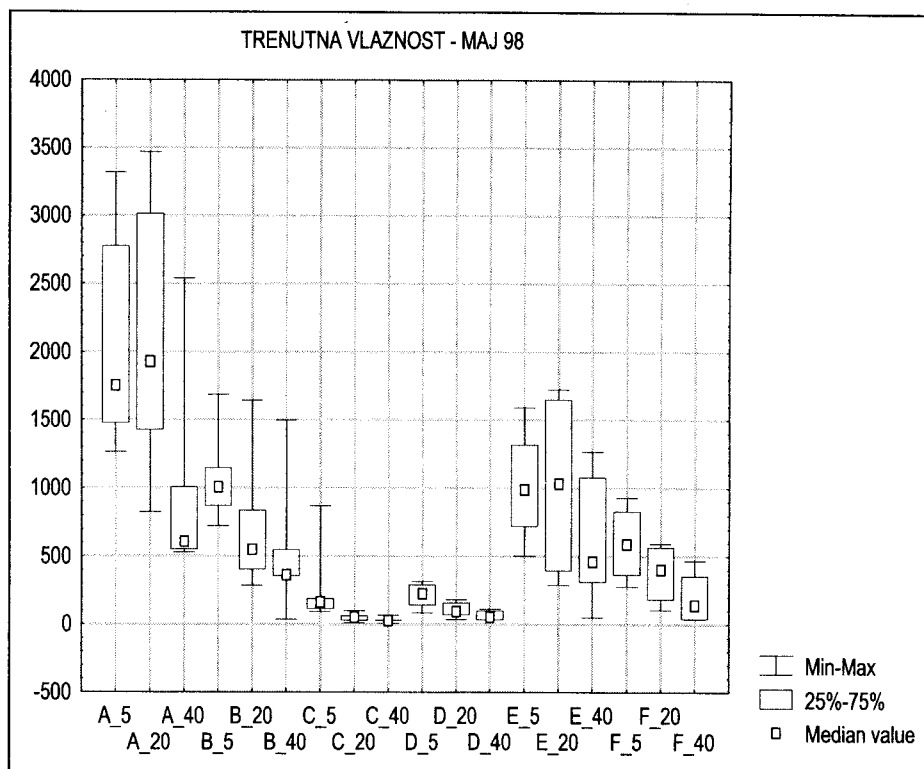
Table 1: Average momentary soil-water content (%) in groups, at depths of 5, 20 and 40 centimetres, in May and August 1998

MV (%)	A	B	C	D	E	F
MAJ1998-5	2030	1092	231	214	987	598
MAJ1998-20	2142	766	48	107	1002	377
MAJ1998-40	937	534	30	64	587	197
AVG1998-5	963	734	115	155	661	578
AVG1998-20	1697	726	34	99	800	448
AVG1998-40	1302	470	32	66	607	252

Povprečja trenutne vlažnosti tal po skupinah podobnih ploskev se močno razlikujejo (preglednica 1). V mesecu maju so bile v globini 5 centimetrov povprečno najbolj vlažne ploskve barjanskega ruševja (2030 %) in barjanskega smrekovja (1092 %), najmanj pa ploskve zunaj barij (skupina D 214 % in C 231 %). V globini 20 centimetrov je bilo to razmerje malo spremenjeno. Najbolj namočene so bile ploskve barjanskega ruševja (2142 %), sledile pa so ji ploskve barjanskih travšč (1002 %). V tej globini so bila najmanj vlažna tla ploskev iz skupine C (48 %). V globini 40 centimetrov je zaporedje skupin enako kot v globini 20 centimetrov (preglednica 1).

Tudi v sušnejšem delu leta so bile v vseh globinah najbolj namočene ploskve, ki jih porašča barjansko ruševje (preglednica 1). Te ploskve so bile v povprečju najbolj vlažne v globini 20 centimetrov (1697 %), najmanj vlažne pa so bile na površju tal (globina 5 centimetrov). V vseh treh globinah tal so bile avgusta najmanj vlažne ploskve skupine C. Vrednosti trenutne vlažnosti po skupinah se močno razlikujejo (grafikona 1 in 2). Skupina barjanskega ruševja, katere ploskve so v povprečju najbolj namočene, je zelo

heterogena. V tej skupini so razponi med minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi trenutne vlažnosti največji (grafikon 1). To velja za vse tri globine. Trenutne vlažnosti avtomorfni tal (skupini C in D) se med seboj razmeroma malo razlikujejo.

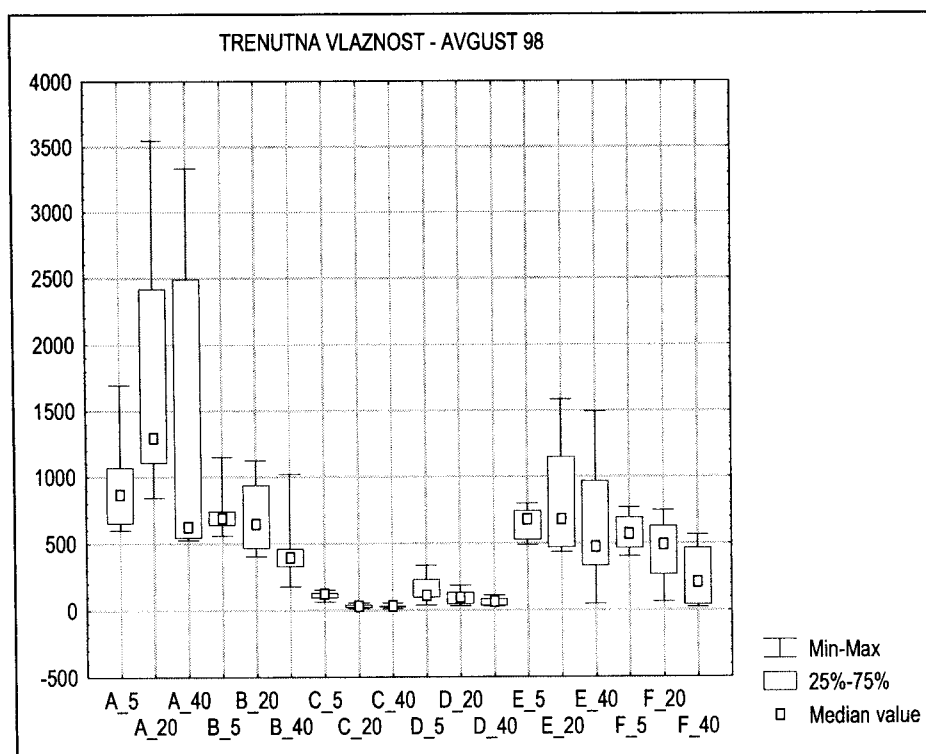


Grafikon 1: Trenutna vlažnost tal (v %) po skupinah, v globinah 5, 20 in 40 centimetrov, v maju 1998

Graph 1: Momentary soil-water content (%) in groups, at depths of 5, 20 and 40 centimetres, in May 1998

Avgusta so ploskve barjanskega ruševja na površju nekoliko bolj osušene kot spomladi (grafikon 2). Tudi razlike med ploskvami te skupine so avgusta manjše kot spomladi. V globinah 20 in 40 centimetrov pa se trenutne vlažnosti tal močno razlikujejo.

V ostalih skupinah se je poleti zmanjšala razlika med trenutnimi vlažnostmi ploskev. Variabilnost je še posebej majhna med ploskvami skupine C (grafikon 2).



Grafikon 2: Trenutna vlažnost tal (v %) po skupinah, v globinah 5, 20 in 40 centimetrov, v avgustu 1998

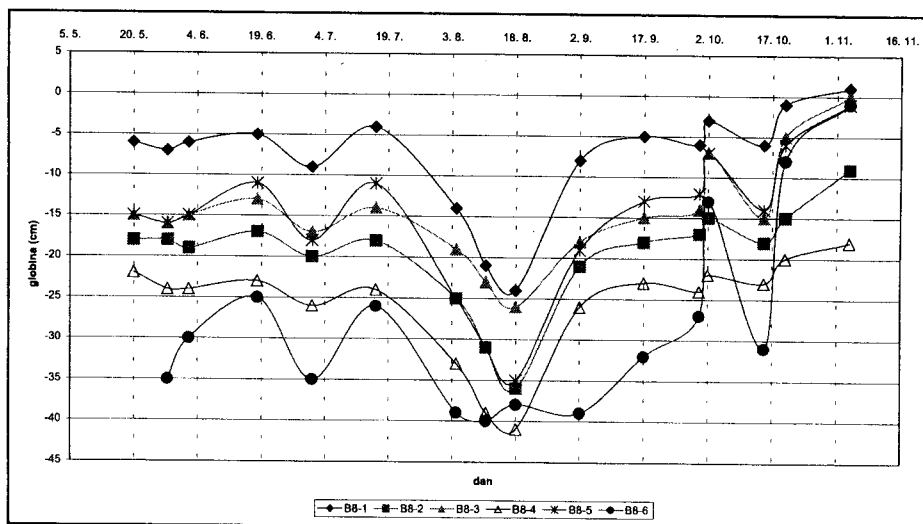
Graph 2: Momentary soil-water content (%) in groups, at depths of 5, 20 and 40 centimetres, in August 1998

### 3.1.2 Nivo vode na izbranih barjih

Water-table depth on chosen mires

Grafikon 3 kaže nihanje vode v tleh na barju b8, ki ga v osrednjem delu porašča barjansko ruševje in barjansko smrekovje na obrobju. Na vseh ploskvah smo izmerili izrazit padec nivoja vode v poletnem času. Izjema je le ploskev b8-6, ki leži na prehodu barjanskih v avtomorfna, trdinska tla. Poletni minimum smo izmerili 18. avgusta. Drugi, manj izraziti minimum smo ugotovili v začetku julija. Nivo vode je bil najvišji po jesenskem deževju. Vse ploskve imajo zelo podoben režim nihanja nivoja vode, z izjemo

ploskve b8-6. Na njej smo ugotovili tudi največjo razliko med najnižjim in najvišjim nivojem vode, ki je znašala skoraj 40 centimetrov.

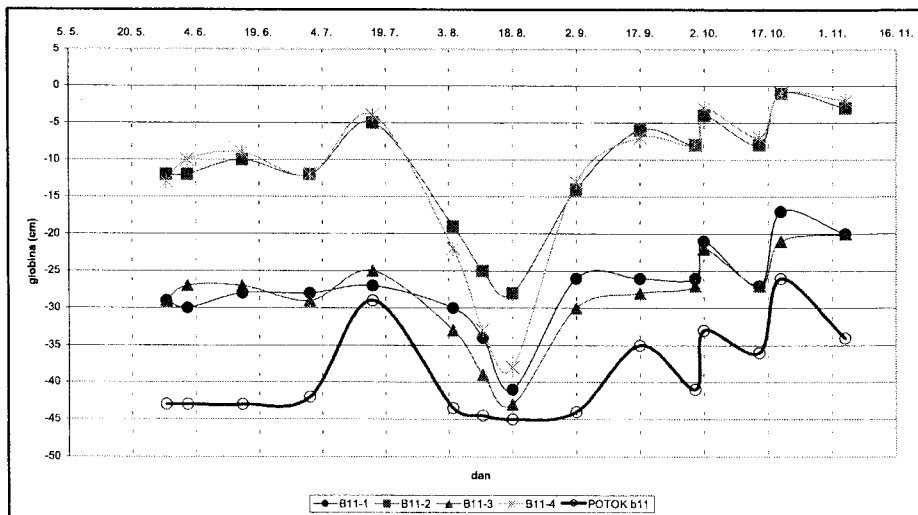


Grafikon 3: Nihanje nivoja vode na barju b8 v obdobju med 20. majem in 4. novembrom 1998  
 Graph 3: Fluctuation of water-table depth on the b8 mire, in the period between 20<sup>th</sup> May and 4<sup>th</sup> November 1998

Grafikon 4 prikazuje nihanje nivoja vode v tleh in potoka na barju b11. Osrednji del tega barja poraščajo barjanska travišča. Kot na barju b8 smo tudi na tem ugotovili izrazit poletni padec nivoja vode. Manj izrazito je nivo padel v začetku julija. Zadnja meritev (4. november) ne predstavlja najvišjega nivoja vode na tem barju, kar verjetno kaže na hitrejšo odtekanje po obilnem deževju v oktobru. Za nihanje gladine potoka na robu ploskve b11-2 je značilen podoben režim kot za nihanje nivoja vode v barjanskih tleh. Neizrazit padec gladine potoka v poletnem času je posledica scejanja vode iz okolice v strugo potoka.

Poskusne meritve smo opravili tudi v krajših časovnih razmakih kot sicer. Pokazale so, da je lahko nihanje nivoja vode na barjih zelo intenzivno. Meritve, opravljene v času spremenljivega jesenskega vremena (30. september in 2. oktober, 15. oktober in 20.

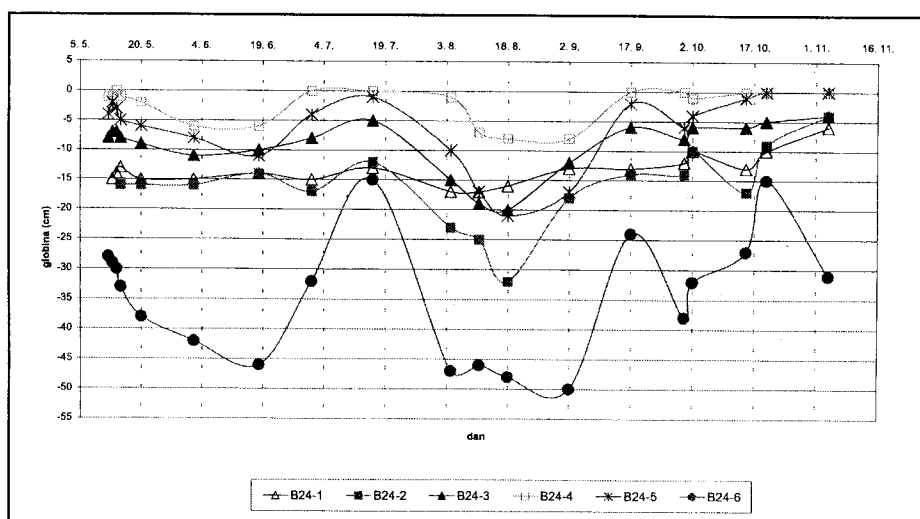
oktober), so na vseh ploskvah barj b8 in b11 pokazale očiten skok nivoja vode v kratkem časovnem intervalu.



Grafikon 4: Nihanje nivoja vode in gladine potoka na barju b11 v obdobju med 28. majem in 4. novembrom 1998

Graph 4: Fluctuation of water-table depth on the b11 mire, in the period between 28<sup>th</sup> May and 4<sup>th</sup> November 1998

Nihanje vode na barju b24 (grafikon 5), ki je v osrednjem delu poraščeno s traviščno vegetacijo, poteka po nekoliko drugačnem režimu kot na barjih b8 in b11. Poletni padec nivoja vode je na barju b24 manj izrazit. Tudi nihanje skozi vse leto je manj opazno kot na drugih dveh barjih. Nihanje nivoja vode v tleh na ploskvi b24-6 pa se precej razlikuje od nihanja na ostalih ploskvah tega barja. Na tej ploskvi smo ugotovili tudi največjo razliko med najvišjim in najnižjim nivojem vode, ki je znašala 35 centimetrov. Ploskev b24-6 se leži na prehodu barja v obrobje s strnjanim smrekovim gozdom.



Grafikon 5: Nihanje nivoja vode na barju b24 v obdobju med 12. majem in 4. novembrom 1998  
 Graph 5: Fluctuation of water-table depth on the b24 mire, in the period between 12<sup>th</sup> May and 4<sup>th</sup> November 1998

### 3.1.3 Kemijski parametri talne vode

Chemical parameters of ground water

Preglednica 2 prikazuje rezultate analiz talne vode. Značilno je, da ima vodna raztopina s ploskev, ki so poraščene z barjanskimi travišči (večina b24 in b11), velike vrednosti pH, elektroprevodnosti in visoke koncentracije ionov kalcija in magnezija. Te vrednosti pa so razmeroma majhne v vodni raztopini s ploskev, poraščenih z barjanskim ruševjem in barjanskim smrekovjem (b8). Vodna raztopina s ploskev z barjanskimi travišči ima vrednost pH okoli 8 ali več, elektroprevodnost večinoma nad 200 ali celo 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , koncentracijo  $\text{Ca}^{2+}$  nad 50 mg/l in  $\text{Mg}^{2+}$  nad 1,5 mg/l. Na ploskvah z barjanskim ruševjem in barjanskim smrekovjem pa je pH večinoma pod 5, elektroprevodnost večinoma pod 35  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , koncentracijo  $\text{Ca}^{2+}$  pod 1,5 mg/l in  $\text{Mg}^{2+}$  pod 0,5 mg/l.

Vrednosti teh parametrov na ploskvi b24-2 so precej manjše kot na ostalih ploskvah tega barja. Očitne razlike se kažejo tudi v sestavi vegetacije, saj smo na osnovi tega kriterija

ploskev b24-2 uvrstili v skupino A, ki zajema barjanska ruševja na distričnih šotnih tleh. Ostale ploskve tega barja pa so pretežno poraščene z različnimi tipi barjanskih travišč.

Vrednosti teh parametrov odstopajo tudi na ploskvi b11-3, ki ima v vegetacijski sestavi zelo nasprotujoče elemente. Poleg prevladujočih vrst iz družine *Cyperaceae* (ostričevke) so na tej ploskvi prisotni tudi sfagnumi in drugi mahovi. Ta ploskev je v vegetacijskem smislu nehomogena in prehodna.

Razlike v koncentraciji amonijevih ( $\text{NH}_4^+$ ), nitratnih ( $\text{NO}_3^-$ ), nitritnih ( $\text{NO}_2^-$ ), sulfatnih ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), kloridnih ( $\text{Cl}^-$ ) in kalijevih ( $\text{K}^+$ ) ionov niso izrazite in ne nakazujejo jasnih razlik v kemizmu različnih tipov barij.

Preglednica 2: Nivo talne vode, pH, elektroprevodnost (Ep) in koncentracije ionov v talni vodni raztopini na barjih b24, b8 in b11 na dan 11. avgust 1998

Table 2: Water-table depth, pH, electrical conductivity and ion concentration of ground-water solution, on the b24, b8 and b11 mires, on 11 August 1998

Ploskev	Globina cm	pH	Ep $\mu\text{S/cm}$	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	mg/l				
							$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$
b24-1	-17	8,39	458,50	0,85	1,00	0,00	1,15	1,75	0,85	90,00	8,39
b24-2	-25	6,26	25,87	3,47	0,75	0,00	1,21	0,84	0,49	3,55	0,55
b24-3	-19	8,27	382,20	3,27	0,00	0,00	1,14	1,25	0,35	76,89	3,25
b24-4	-7	8,25	318,50	0,53	0,87	0,00	3,32	1,03	0,20	73,88	3,38
b24-5	-17	8,11	273,30	1,02	0,77	0,00	0,96	0,85	0,28	51,01	3,93
b8-1	-21	4,66	29,09	4,14	0,00	0,00	1,46	0,94	0,57	1,58	0,22
b8-2	-31	4,39	32,30	2,85	0,00	0,00	2,02	0,84	0,67	1,11	0,19
b8-3	-23	4,41	30,87	3,77	0,00	0,00	2,46	0,76	0,77	1,25	0,22
b8-4	-39	4,65	24,47	3,39	0,00	0,00	1,21	0,77	0,38	0,90	0,17
b8-5	-31	4,80	21,93	2,82	0,00	0,00	1,09	0,81	0,56	1,03	0,17
b8-6	-40	6,88	47,04	4,69	0,87	0,00	2,34	1,49	1,11	4,34	0,55
b11-1	-34	8,35	381,20	4,41	0,74	0,00	2,50	2,03	1,26	75,85	1,61
b11-2	-25	7,98	166,80	1,43	0,75	0,00	1,48	0,91	0,38	38,31	0,54
b11-3	-39	5,73	32,41	3,51	0,86	0,00	1,42	0,79	0,43	4,53	0,30
b11-4	-33	7,35	89,21	3,78	0,77	2,35	2,16	0,99	0,59	12,83	0,42



### 3.2 KEMIJSKI PARAMETRI TAL CHEMICAL PARAMETERS OF SOIL

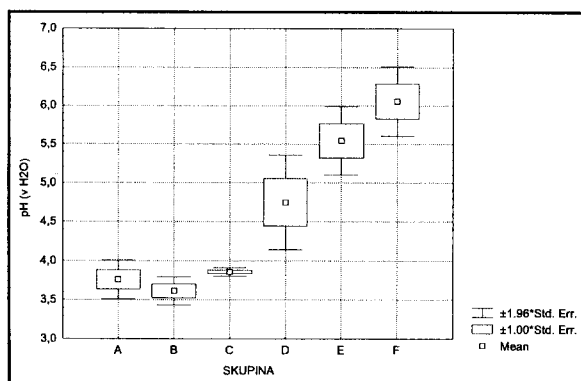
Preglednica 3 prikazuje povprečne vrednosti parametrov tal po skupinah podobnih ploskev, izmerjene in izračunane za zgornjo (0-10 cm) in za spodnjo talno plast (10-30 cm). S temnejšim poljem so označene najvišje povprečne vrednosti posameznih parametrov.

Preglednica 3: Povprečne vrednosti parametrov tal po skupinah v globinah 0-10 in 10-30 centimetrov

Table 3: Mean values of soil parameters in groups, in depths 0-10 centimetres and 10-30 centimetres

parametri	enote	A		B		C		D		E		F	
		0-10 cm	10-30 cm	0-10 cm	10-30 cm	0-10 cm	10-30 cm	0-10 cm	10-30 cm	0-10 cm	10-30 cm	0-10 cm	10-30 cm
pH <sub>H2O</sub>		3,76	3,74	3,62	3,75	3,86	4,34	4,75	5,81	5,55	5,55	6,06	6,44
pH <sub>CaCl2</sub>		3,15	3,13	3,07	3,15	3,11	3,61	4,25	5,30	5,09	5,08	5,70	5,89
CaCO <sub>3</sub>	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	0,45	0,25	1,00	0,89
C <sub>tot</sub>	%	43,07	44,07	41,81	39,92	15,53	2,81	18,38	7,58	38,50	40,25	34,44	22,56
org.snov	%	74,26	75,98	72,07	68,82	26,77	4,84	31,68	12,84	66,28	69,34	59,16	38,71
N <sub>tot</sub>	%	1,10	1,33	1,45	1,69	0,68	0,21	0,88	0,49	2,05	1,94	1,60	1,12
C/N		39,99	33,76	29,57	23,86	22,07	12,99	20,71	15,38	19,26	21,44	21,40	19,62
Ca	cmol(+)/kg	16,47	18,22	14,54	14,29	5,28	0,87	30,14	32,47	78,53	88,90	94,04	79,56
Mg	cmol(+)/kg	4,74	2,99	3,25	1,77	1,03	0,15	2,46	1,06	3,21	1,80	5,24	2,24
K	cmol(+)/kg	1,54	0,65	1,69	0,53	0,57	0,10	0,51	0,12	1,43	0,20	1,58	0,12
Al	cmol(+)/kg	3,78	6,36	4,82	7,62	8,66	8,65	2,91	2,07	0,86	0,80	0,00	0,24
Fe	cmol(+)/kg	2,45	2,29	2,23	1,11	2,20	0,93	0,83	0,16	0,08	0,07	0,02	0,01
Mn	cmol(+)/kg	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,06	0,02	0,10	0,02	0,04	0,00
H	cmol(+)/kg	32,12	28,22	30,89	23,02	18,58	3,57	4,83	0,70	0,87	0,65	0,03	0,00
Al/Ca+Mg		0,21	0,34	0,30	0,72	1,94	11,46	0,15	0,80	0,01	0,01	0,00	0,00

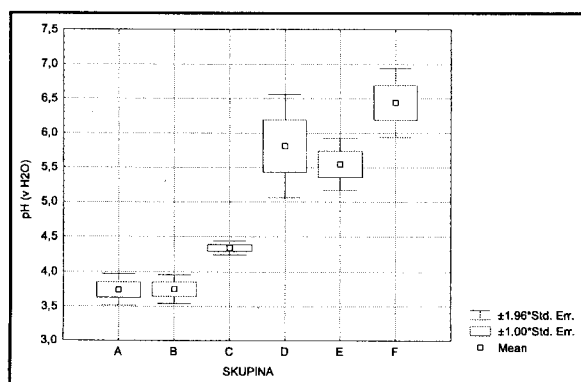
Grafikoni 6 do 19 prikazujejo stanje nekaterih pomembnejših talnih parametrov po skupinah. Med seboj primerjajo razmere v zgornji in spodnji talni plasti po skupinah podobnih ploskev.



Grafikon 6: Srednje vrednosti pH (izmerjene v H<sub>2</sub>O) v globini tal 0-10 centimetrov po skupinah podobnih ploskev

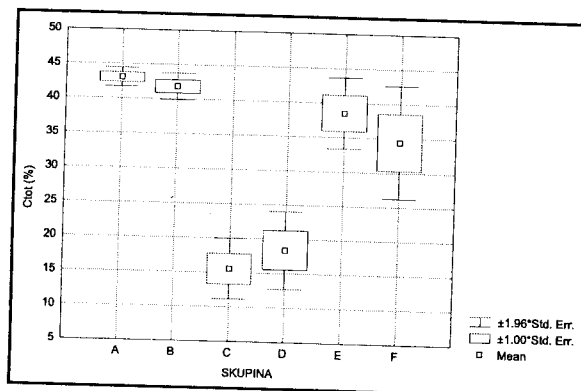
Graph 6: Mean pH (in H<sub>2</sub>O) in soil depth 0-10 centimetres, in groups of similar plots

Reakcija tal (pH izmerjen v H<sub>2</sub>O) je v obeh talnih plasteh v povprečju najvišja v skupini F, ki predstavlja prehodno cono med barji in okoliškimi gozdom (grafikona 6 in 7, preglednica 3). V zgornji plasti tal te skupine je povprečni pH 6,1 in v spodnji plasti 6,4. Najnižje reakcije tal smo izmerili v na ploskvah barjanskega ruševja (A) in barjanskega smrekovja (B). Vrednosti pH so med 3,6 in 3,8. V večini skupin se je pH povečal z globino tal, najbolj pa v skupini D (s 4,8 na 5,8).



Grafikon 7: Srednje vrednosti pH (izmerjene v H<sub>2</sub>O) v globini tal 10-30 centimetrov po skupinah

Graph 7: Mean pH (in H<sub>2</sub>O) in soil depth 10-30 centimetres, in groups of similar plots

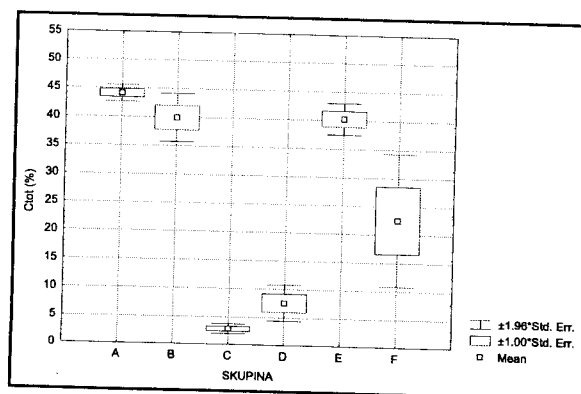


Grafikon 8: Srednje vrednosti vsebnosti celotnega ogljika ( $C_{tot}$ ) v globini tal 0-10 centimetrov po skupinah

Graph 8: Mean amounts of total carbon ( $C_{tot}$ ) in soil depth 0-10 centimetres, in groups

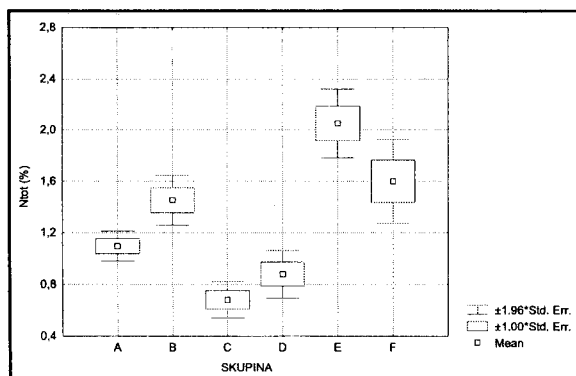
Povprečna vsebnost celotnega ogljika ( $C_{tot}$ ) je največja v skupinah A in B (grafikona 8 in 9, preglednica 3). V zgornji plasti šotnih tal, ki jih porašča barjansko ruševje (A), je povprečno 43 % celotnega ogljika, v spodnji plasti te skupine pa 44 %. Najmanjši povprečni delež celotnega ogljika imajo avtomorfna, trdinska tla (C in D).

V večini skupin se z globino manjša delež celotnega ogljika v tleh. Najbolj nehomogena je skupina F, saj se ploskve te skupine, še posebej v spodnji talni plasti, močno razlikujejo v vsebnosti celotnega ogljika.



Grafikon 9: Srednje vrednosti vsebnosti celotnega ogljika ( $C_{tot}$ ) v globini tal 10-30 centimetrov po skupinah

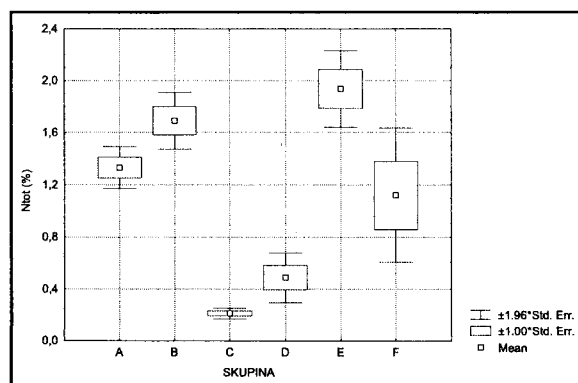
Graph 9: Mean amounts of total carbon ( $C_{tot}$ ) in soil depth 10-30 centimetres, in groups



Grafikon 10: Srednje vrednosti vsebnosti celotnega dušika ( $N_{tot}$ ) v globini tal 0-10 centimetrov po skupinah

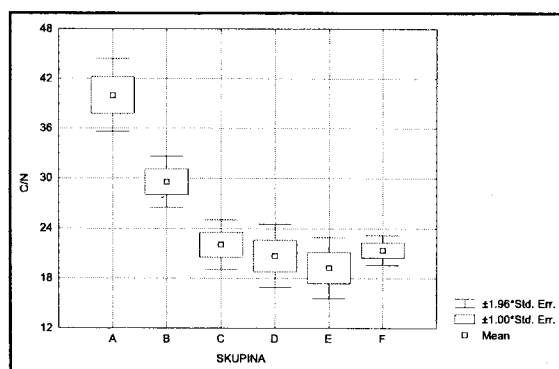
Graph 10: Mean amounts of total nitrogen ( $N_{tot}$ ) in soil depth 0-10 centimetres, in groups

Povprečna vsebnost celotnega dušika v tleh ( $N_{tot}$ ) je v povprečju največja na ploskvah barjanskih travišč (grafikona 10 in 11, preglednica 3). V zgornji talni plasti je delež nekoliko nad 2 %, v spodnji pa nekoliko pod 2 %. Najmanj celotnega dušika vsebujejo trdinska tla skupine C. Na ploskvah barjanskih skupin A in B je vsebnost dušika večja v spodnjih plasteh kot v zgornjih. V ostalih skupinah pa se z globino tal manjša vsebnost celotnega dušika.



Grafikon 11: Srednje vrednosti vsebnosti celotnega dušika ( $N_{tot}$ ) v globini tal 10-30 centimetrov po skupinah

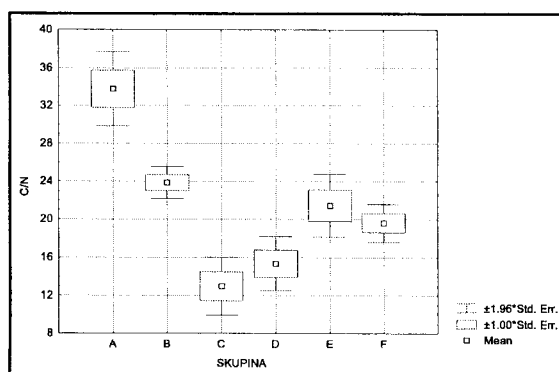
Graph 11: Mean amounts of total nitrogen ( $N_{tot}$ ) in soil depth 10-30 centimetres, in groups



Grafikon 12: Srednje vrednosti razmerja med organskim ogljikom in dušikom (C/N) v globini tal 0-10 centimetrov po skupinah

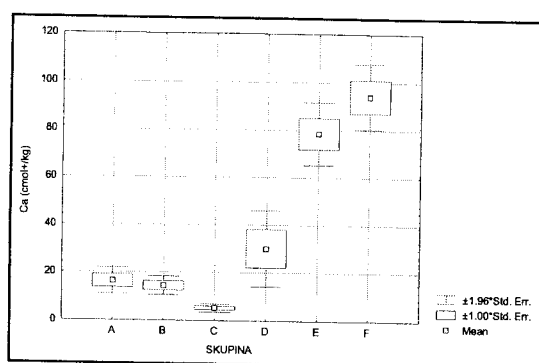
Graph 12: Mean ratio of organic carbon to nitrogen (C/N) in soil depth 0-10 centimetres, in groups

Razmerje med organskim ogljikom in dušikom (C/N) je v povprečju največje v tleh barjanskega ruševja, ki je zajeto v skupini A (grafikona 12 in 13, preglednica 3). V zgornji talni plasti znaša 40, v spodnji plasti pa 34. V zgornji plasti je najmanjše v skupini E (19), v spodnji plasti pa v skupini C (13). V večini skupin se z globino zmanjša vrednost C/N razmerja. Izjema je le skupina barjanskih travnišč (E), v kateri se z globino poveča povprečno razmerje C/N z 19 na 21.



Grafikon 13: Srednje vrednosti razmerja med organskim ogljikom in dušikom (C/N) v globini tal 10-30 centimetrov po skupinah podobnih ploskev

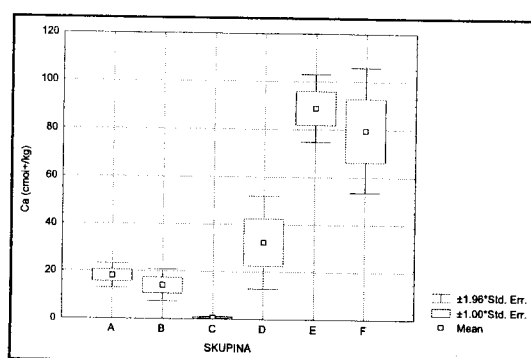
Graph 13: Mean ratio of organic carbon to nitrogen (C/N) in soil depth 10-30 centimetres, in groups



Grafikon 14: Srednje vrednosti vsebnosti izmenljivega kalcija (Ca) v globini tal 0-10 centimetrov po skupinah

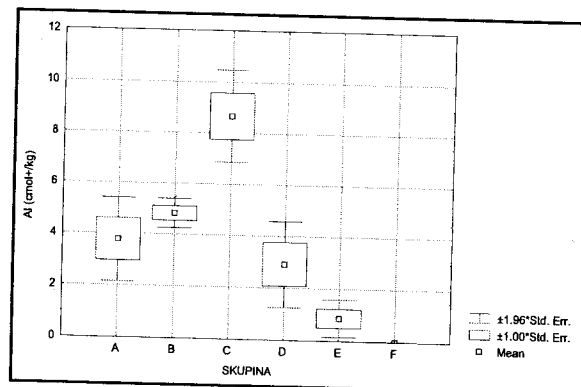
Graph 14: Mean values of exchangeable calcium (Ca) in soil depth 0-10 centimetres, in groups

Povprečna vsebnost izmenljivega kalcija je največja v evtričnih šotnih tleh, ki so poraščena z različnimi tipi barjanskih travišč. V zgornji talni plasti je vsebnost največja v skupini F in znaša 94 cmol(+)/kg (grafikon 14). V spodnji plasti pa je povprečna vsebnost največja v skupini E in znaša 89 (grafikon 15). Vsebnosti kalcija v trdinskih tleh skupin C in D se močno razlikujejo. Skupina C ima od vseh skupin v povprečju najmanjšo vsebnost kalcija (5,3 in 0,9 cmol(+)/kg). Vsebnosti izmenljivega kalcija v tleh skupine D pa so blizu povprečne vsebnosti za vse skupine (33 cmol(+)/kg).



Grafikon 15: Srednje vrednosti vsebnosti izmenljivega kalcija (Ca) v globini tal 10-30 centimetrov po skupinah

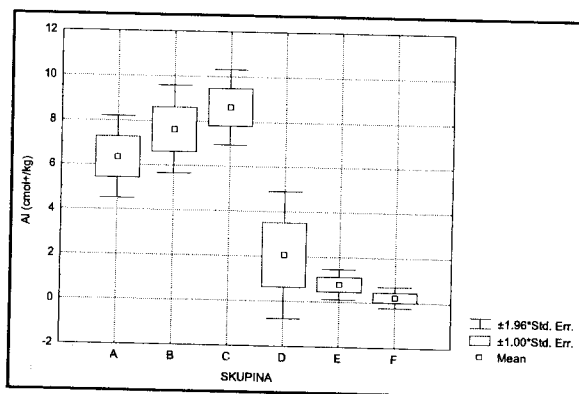
Graph 15: Mean values of exchangeable calcium (Ca) in soil depth 10-30 centimetres, in groups



Grafikon 16: Srednje vrednosti vsebnosti izmenljivega aluminija (Al) v globini tal 0-10 centimetrov po skupinah

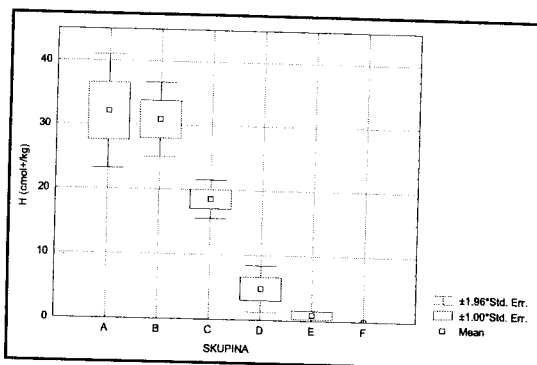
Graph 16: Mean values of exchangeable aluminium (Al) in soil depth 0-10 centimetres, in groups

Največjo povprečno vsebnost izmenljivega aluminija imajo trdinska tla skupine C (grafikona 16 in 17, preglednica 3). Vsebnost izmenljivega aluminija je približno enaka v zgornji in spodnji plasti te skupine (8,7 cmol(+)/kg). Povprečne vsebnosti aluminija so največje v evtričnih šotnih tleh, ki so poraščena z barjanskimi travišči (E in F). V teh tleh so povprečne vsebnosti pod 1 cmol(+)/kg).



Grafikon 17: Srednje vrednosti vsebnosti izmenljivega aluminija (Al) v globini tal 10-30 centimetrov po skupinah

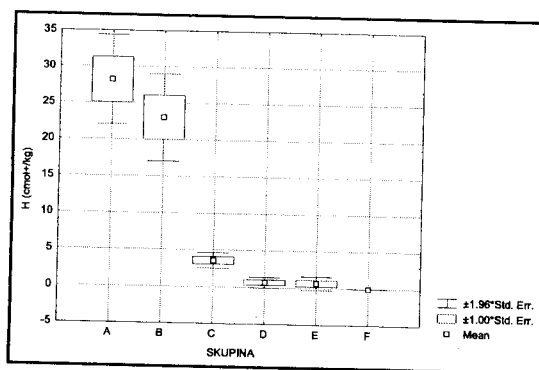
Graph 17: Mean values of exchangeable aluminium (Al) in soil depth 10-30 centimetres, in groups



Grafikon 18: Srednje vrednosti vsebnosti izmenljivega vodika (H) v globini tal 0-10 centimetrov po skupinah

Graph 18: Mean values of exchangeable hydrogen (H) in soil depth 0-10 centimetres, in groups

Povprečna vsebnost izmenljivega vodika je največja v distričnih šotnih tleh skupin A in B (grafikona 18 in 19, preglednica 3). Povprečji za zgornjo plast sta 32,1 cmol(+)/kg (A) in 30,9 cmol(+)/kg (B). Povprečni vsebnosti v spodnjih talnih plasteh pa sta 28,2 cmol(+)/kg (A) in 23 cmol(+)/kg (B). Vsebnosti vodikovih kationov v tleh so zelo majhne v skupinah F in E ter v spodnji plasti ploskev iz skupine D. V vseh skupinah se vsebnost izmenljivega vodika manjša z globino tal.



Grafikon 19: Srednje vrednosti vsebnosti izmenljivega vodika (H) v globini tal 10-30 centimetrov po skupinah

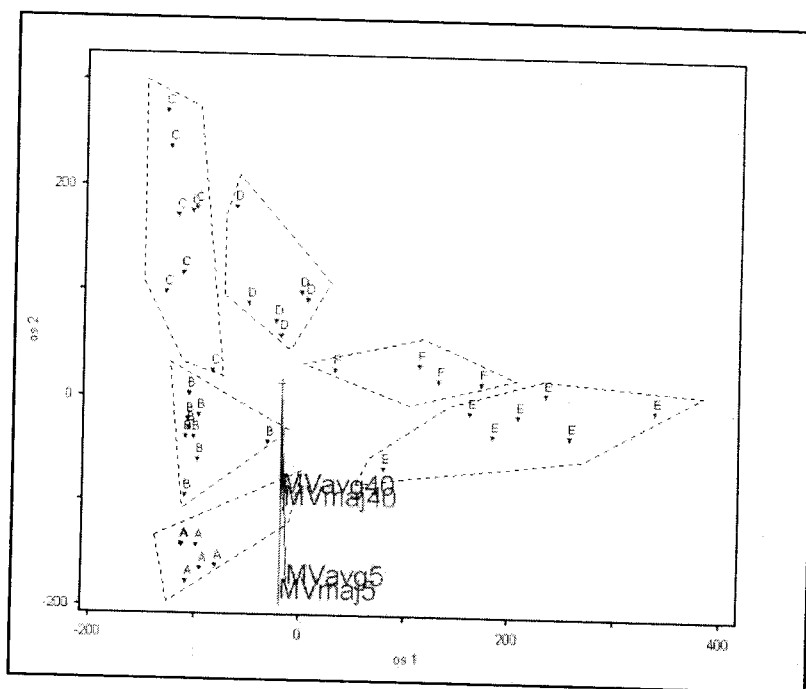
Graph 19: Mean values of exchangeable hydrogen (H) in soil depth 10-30 centimetres, in groups



## 4 RAZPRAVA DISCUSSION

### 4.1 VLAŽNOSTNE RAZMERE HYDROLOGICAL CONDITIONS

Voda ima v barjanskih sistemih pomembno strukturno in funkcionalno vlogo (BRIDGHAM in sod. 1996). Grafikon 20 prikazuje odnos med skupinami podobnih ploskev in vlažnostnimi razmerami. Vektorji trenutne vlažnosti tal (MV) nakazujejo smer povečevanja vlažnosti glede na skupine v dvorazsežnem ordinacijskem sistemu.



Grafikon 20: Vektorji trenutne vlažnosti v maju v globinah tal 5 centimetrov (VMaj5) in 40 centimetrov (VMaj40) ter v avgustu v globinah tal 5 centimetrov (Mavg5) in 40 centimetrov (Mavg40) glede na skupine podobnih ploskev (DCA ordinacija)

Graph 20: Vectors of momentary soil-water content in May at a depth of 5 centimetres (VMaj5) and at a depth of 40 centimetres (VMaj40), and in August at a depth of 5 centimetres (Mavg5) and at a depth of 40 centimetres (Mavg40), according to groups of similar plots (DCA ordination)

DCA ordinacija s pripadajočim prikazom vlažnostnih razmer potrjuje ugotovitve osnovnih analiz (preglednica 1, grafikona 1 in 2). Skupine, ki predstavljajo posamezne vegetacijske tipe, so jasno razvrščene vzdolž gradienta trenutne vlažnosti, kar ugotavljata tudi že JEG LUM in HE (1995).

Vektorji trenutne vlažnosti so v negativni korelaciji z osjo 2. Zaradi tega se z naraščanjem vrednosti osi 2 pojavljajo vse manj vlažni vegetacijski tipi. Vektorji torej nakazujejo naraščanje vlažnosti tal proti skupinam v spodnji polovici grafikona 20. Najbolj vlažna so tla ploskev iz skupine A (barjansko ruševje). Nekoliko manj pa so vlažna tla ploskev, ki pripadajo skupinama B (barjansko smrekovje) in E (barjanska travišča).

Trend povečevanja trenutne vlažnosti proti barjanskim sistemom je v maju in v avgustu izrazitejši v globini tal 5 centimetrov (daljša vektorja MVmaj5 in MVavg5). V globini 40 centimetrov so razlike v vlažnosti tal med barjanskimi in nebarjanskimi sistemi nekoliko manjše, na kar kaže tudi krajša vektorja MVmaj40 in MVavg40. Šota v tej globini ima manjšo sposobnost zadrževanja vode kot v globini 5 centimetrov, kjer lahko rastejo tudi posamezni živi deli šotnih mahov.

Trenutna vlažnost pa je le eden od enostavnejših kazalcev vlažnostnih razmer, ki v grobem prikazuje razmerje med različnimi sistemi. Pri ugotavljanju dejanske ekološke vloge vode v ekosistemu je potrebno upoštevati tudi sile vezave vode v tleh in njihovo dostopnost rastlinam (BURLICA 1972). To je pomembno upoštevati predvsem pri obravnavanju avtomorfni tal, v katerih je voda običajno prisotna v manjši meri in lahko pomeni tudi omejitveni dejavnik.

#### **4.2 LASTNOSTI TALNE RAZTOPINE** CHARACTERISTICS OF GROUND-WATER SOLUTION

Voda v tleh je eden od ključnih dejavnikov nastanka in obstoja barij. Njen pomen je še večji na meji areala razširjenosti, kjer je klima omejitveni dejavnik (GLASER in sod. 1997).

Ugotovitve s poključkih barij smo primerjali z ugotovitvami z barij, ki prav tako kot naša ležijo na južnem robu areala razširjenosti šotnih barij, in sicer na južni strani Alp, v Italiji.

ALBERJEVA s sodelavci (1996) je ugotovila, da se povprečne vrednosti pH talne vode na preučevanih sfagnumskih barjih na geološki podlagi iz kremenastih porfirjev gibljejo med 4,3 in 5,2. Vrednosti pH talne vodne raztopine na preučevanih barjih na Pokljuki so v povprečju večje od omenjenih (preglednica 2), kar je v veliki meri posledica prevladujoče karbonatne matične podlage. Najbolj podobne vrednosti pH smo izmerili na barju b8 (barjansko smrekovje in ruševje), ki so med 4,4 in 4,8. Na obrobju tega barja (b8-6), kjer se debelina šotne plasti tanjša in je možen neposreden vpliv matične podlage, pa je vrednost pH že precej večja in znaša 6,9. Na barjih b11 in b24, ki jih poraščajo predvsem različna barjanska travišča, so vrednosti mnogo večje. Gibljejo se celo med 5,7 in 8,4.

Vrednosti, izmerjene na barju b8, so primerljive tudi z vrednostmi pH talne vodne raztopine na visokih barjih v Sloveniji (MARTINČIČ / PISKERNIK 1985). Na barjih b11 in b24 pa so vrednosti pH razmeroma velike in so bolj primerljive s predeli barij, ki imajo poudarjen prehodni značaj (MARTINČIČ / PISKERNIK 1985).

Povprečne elektroprevodnosti vodne raztopine v različnih tipih italijanskih sfagnumskih barij so med 16 in 27  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Na obrobju barja znaša povprečna elektroprevodnost 54  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ALBER / BRAGAZZA / GERDOL 1996). Na raziskovalnih ploskvah na poključskih barjih smo izmerili večjo elektroprevodnosti. Tudi vrednosti tega parametra so najmanjše na ploskvah barja b8. Gibljejo se med 22 in 47  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Razmeroma majhne vrednosti elektroprevodnosti talne vodne raztopine smo izmerili tudi še na nekaterih ploskvah ostalih dveh barij, kjer povsem prevladujejo distrična šotna tla (b24-2, b11-3). Na mnogih ploskvah pa je bila elektroprevodnost nad 100 in več  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . V skrajnem primeru je vrednost presegla celo 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (b24-1).

Vsebnost  $\text{K}^+$  je v talni vodni raztopini italijanskih barij med 5,6 in 19,6  $\mu\text{eq}/\text{l}$  (ali med 0,2 in 0,8  $\text{mg}/\text{l}$ ) (ALBER / BRAGAZZA / GERDOL 1996). Tudi pri nas smo ugotovili podobne vsebnosti  $\text{K}^+$ , in sicer v intervalu med 0,2 in 1,3  $\text{mg}/\text{l}$ . V času zajemanja vzorcev na poključskih barjih pa je bila vsebnost kalija verjetno blizu minimalne vrednosti v celotnem letu, saj v ravnem obdobju vegetacija aktivno absorbira  $\text{K}^+$  (BRAGAZZA 1994, PROCTOR 1994).

Raziskave italijanskih barij (ALBER / BRAGAZZA / GERDOL 1996) so pokazale, da so vsebnosti  $\text{Ca}^{2+}$  in  $\text{Mg}^{2+}$  na obrobju precej večje kot na barju. Povprečne vsebnosti  $\text{Ca}^{2+}$  se na barju gibljejo med 90,2 in 174,0  $\mu\text{eq/l}$  (ali med 1,8 in 3,5 mg/l), na obrobju je ta vsebnost 448,3  $\mu\text{eq/l}$  (9,0 mg/l). Interval povprečne vsebnosti  $\text{Mg}^{2+}$  je med 31,0 in 41,9  $\mu\text{eq/l}$  (med 0,4 in 0,5 mg/l), na robu barja je povprečna vsebnost 54,5  $\mu\text{eq/l}$  (0,7 mg/l).

Mnogo večje vsebnosti teh dveh ionov v talni raztopini na preučevanih barjih na Pokljuki kažejo na prevladujočo karbonatno matično podlago, v kateri imajo ti elementi pomemben delež. Podobne vsebnosti  $\text{Ca}^{2+}$  in  $\text{Mg}^{2+}$  kot na italijanskih barjih, smo izmerili le barju b8. Na ostalih ploskvah, na katerih smo analizirali talno vodno raztopino, pa vsebnosti  $\text{Ca}^{2+}$  in  $\text{Mg}^{2+}$  dosegajo tudi 10-kratnike najvišjih italijanskih vrednosti (ALBER / BRAGAZZA / GERDOL 1996).

Vendar pa so primerjave naših meritev z italijanskimi (ALBER / BRAGAZZA / GERDOL 1996) precej neobjektivne. Z razliko od italijanskih raziskav, pri katerih so opravili večkratno vzorčenje talne vodne raztopine v vegetacijski sezoni, smo pri nas vzorčili le enkrat.

Med vegetacijsko dobo pa se kemizem talne vodne raztopine spreminja (MARTINČIČ / PISKERNIK 1985, PROCTOR 1994, BRAGAZZA 1994), kar je posledica fizioloških aktivnosti organizmov, procesov v tleh (npr. oksidacija, redukcija) in vpliva drugih okoljskih dejavnikov (npr. padavine, evapotranspiracija). Vzorci nihanja kemijskih lastnosti barjanske talne raztopine pa se zaradi različnih vplivov spreminjajo tudi od sezone do sezone, tako da ne moremo na osnovi meritev enega ciklusa sklepati na naslednjega. Sezonski vzorci spreminjanja kemizma talne raztopine so različni od barja do barja. Veliko bolj očitno je nihanje kemizma na barjih v ekstremnejših pogojih, na meji uspevanja ombrogenih barij (PROCTOR 1994).

Na osnovi izmerjenih parametrov talne vodne raztopine na ploskvi b24-1 pa lahko sklepamo na vpliv makadamske ceste, ki poteka od Mrzlega Studenca proti Gorjušam (preglednica 2). V talni vodni raztopini, ki smo jo zajeli na ploskvi b24-1, smo namreč ugotovili največjo vrednost pH (8,4), elektroprevodnost (458  $\mu\text{S/cm}$ ) in največji vsebnosti ionov  $\text{Ca}^{2+}$  (90,0 mg/l) in  $\text{Mg}^{2+}$  (8,4 mg/l). Na raziskovalni ploskvi, ki leži neposredno ob omenjeni makadamski cesti, prihaja do vnosa snovi. Karbonatni posipni

material se lahko s ceste na barje prenaša v obliki prahu ali pa priteka v obliki vodne raztopine v času intenzivnih padavin in taljenja snega.

#### 4.3 KEMIJSKE LASTNOSTI TAL CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL

Dvorazsežna DCA ordinacija (grafikon 21) prikazuje kemijske razmere v globini tal 0-10 centimetrov glede na skupine ploskev, ki so bile oblikovane na osnovi vegetacijske podobnosti. Vektor pH je približno vzporeden z osjo 1. S povečevanjem vrednosti osi 1 (proti desni strani grafikona) se v povprečju povečuje vrednost pH zgornje plasti tal. Na desni strani grafikona 21 so skupine (ploskve) z večjimi vrednostmi pH, na levi pa skupine z nižjimi.

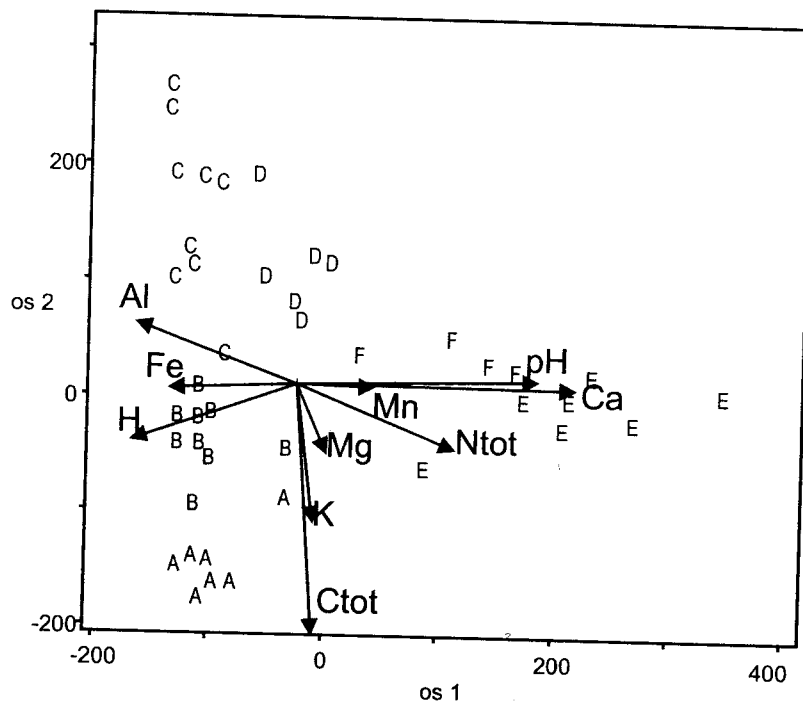
Povprečne vrednosti pH za skupine so v tej globini med 3,6 in 6,1 (preglednica 3, grafikon 6). Rezultati meritev vrednosti pH zgornje plasti tal (0-10 cm), ki so jih izvedli na Poljskem, so v podobnem intervalu med 2,5 in 6,3 (CZERWIŃSKI / PRACZ / CZERWIŃSKA 1995b). Spodnja meja intervala pripada visokemu barju. Za visoko barje navajajo, da je značilen pH pod 3,5 (CZERWIŃSKI / PRACZ / CZERWIŃSKA 1995b). Če pri analizi preučevanih poključskih barj upoštevamo ta kriterij, se izkaže, da med njimi ni visokih barj. Ker pa v naših razmerah prevladuje karbonatna matična podlaga, je mejna vrednost pH med visokimi in nizkimi barji postavljena precej višje in znaša 5 (MARTINČIČ / PISKERNIK 1985). Na osnovi tega lahko med visoka barja uvrstimo skupini A in B, ki zajemata barjansko ruševje in barjansko smrekovje.

Tla, na katerih se na Poljskem pojavlja združba *Sphagno girgensohnii-Piceetum*, imajo pH med 4,6 in 5,5 (CZERWIŃSKI / PRACZ / CZERWIŃSKA 1995b). Vegetacijo skupine B lahko prav tako uvrstimo v to asociacijo. Vendar pa je za tla te skupine značilna precej nižja reakcija (pH je pod 4).

Proti desni strani grafikona 21 naraščajo vsebnosti izmenljivega mangana. Še posebej močno se skupine na desni in levi strani grafikona razlikujejo po povprečni vsebnosti izmenljivega kalcija. Zaradi tega je vektor, ki prikazuje izmenljivi kalcij, izrazito dolg in nakazuje največjo vsebnost v skupinah barjanskih travišč (E in F).

Tako kot ugotavljajo že mnogi drugi raziskovalci (npr. GLASER / JANSSENS / SIEGEL 1990, JEGLUM 1991, JEGLUM / HE 1995), so tudi vegetacijski tipi na preučevanih poključkih barjih jasno razvrščeni vzdolž gradienta pH in vsebnosti kalcija.

Vektor celotnega dušika je krajši in nakazuje manj izrazite razlike med skupinami. Smer vektorja kaže na večjo vsebnost celotnega dušika v skupini E. Vektor vsebnosti celotnega ogljika leži skoraj vzporedno z osjo 2 in je z njo v negativni korelaciji. Nakazuje izrazito večje vsebnosti celotnega ogljika v skupinah na spodnjem delu grafikona. To pomeni intenzivno kopičenje organske snovi v zgornji plasti šotnih tal, ki so značilne za barjanske skupine (A, B in E).



Grafikon 21: Vektorji vrednosti pH, vsebnosti celotnega ogljika (Ctot), celotnega dušika (Ntot) in izmenljivih kationov (aluminija - Al, železa - Fe, vodika - H, kalija - K, magnezija - Mg, mangana - Mn in kalcija - Ca) v globini tal 0-10 centimetrov glede na skupine podobnih ploskev (DCA ordinacija)

Graph 21: Vectors of pH values, content of total carbon (Ctot), total nitrogen (Ntot), and of exchangeable cations (Al, Fe, H, K, Mg, Mn and Ca) in a soil depth of 0-10 centimetres, according to groups of similar plots (DCA ordination)

Vsebnosti kislinskih izmenljivih kationov Al, Fe in H v zgornji talni plasti so na splošno večje v skupinah na levi strani grafikona 21. Vsebnosti izmenljivega aluminija so največje na ploskvah iz skupine C. Povprečna vsebnost izmenljivega aluminija v tej skupini je 8,7 cmol(+)/kg. Vsebnost v tleh skupine C je blizu vsebnosti, ugotovljeni v podobnih tleh (distrična rjava, rjava opodzoljena tla in podzol) na raziskovalni ploskvi pri barju Šijec (URBANČIČ / KUTNAR 1997). Na izbranem mestu na tej ploskvi je bila v globini tal 5-10 centimetrov vsebnost aluminija 8,1 cmol(+)/kg.

Ugotovljena vsebnost izmenljivega aluminija za skupino C (smrekov gozd na trdinskih tleh) je nekoliko manjša kot sta vsebnosti v tleh smrekovo-macesnovega gozda na Prednjem vrhu pri Šoštanju (0-5 cm: 15,32 cmol(+)/kg; 5-10 cm: 9,31 cmol(+)/kg), hkrati pa je nekoliko večja od povprečnih vsebnosti v bukovo-smrekovem gozdu na Prednjem vrhu (0-5 cm: 10,89 cmol(+)/kg; 5-10 cm: 4,66 cmol(+)/kg) ali na ploskvi v smrekovi monokulturi na Osankarici na Pohorju (0-5 cm: 7,76 cmol(+)/kg; 5-10 cm: 6,91 cmol(+)/kg) (SIMONČIČ 1996).

V pogojih, kot so nizek pH tal, majhna vsebnost organske snovi in majhna vsebnost kalcija, ki so značilni predvsem za ploskve skupine C, lahko aluminij toksično deluje na koreninski pletež rastlin (VANMECHELEN / GROENEMANS / VAN RANST 1997).

Vsebnosti izmenljivega železa so največje v skupinah A, B in C (grafikon 21, preglednica 3). Vektor je v negativni korelaciji z osjo 1, zato imajo skupine na desni strani grafikona majhne vsebnosti izmenljivega železa.

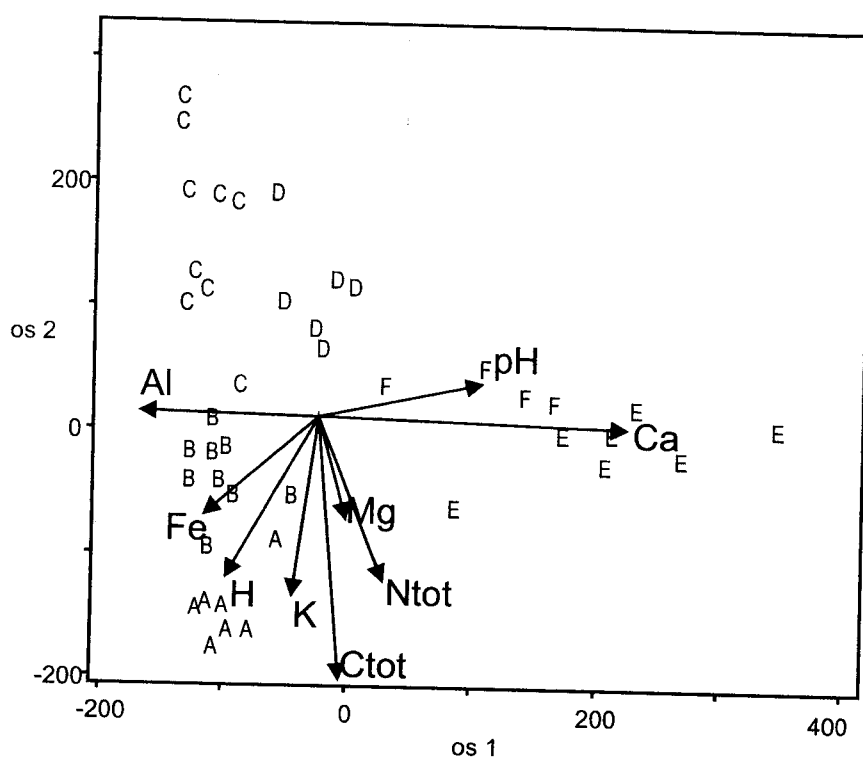
Vektor izmenljivega vodika je na grafikonu 21 usmerjen proti skupinama barjanskega ruševja (A) in barjanskega smrekovja (B). To potrjuje osnovne ugotovitve (grafikon 18), da vsebujejo največ vodikovega iona distrična šotna tla barjanskih skupin A in B, ki so nastala pretežno iz sfagnumskih mahov. Precej izmenljivega vodika vsebujejo tudi tla ploskev iz skupine C.

Vsebnosti izmenljivega železa in vodika v skupini C so podobne vsebnostim v talnih vzorcih z raziskovalne ploskve pri Šijcu (URBANČIČ / KUTNAR 1997).

Grafikon 22 prikazuje kemijske razmere v spodnji talni plasti (10-30 cm). Vektor pH na tem grafikonu je v primerjavi z grafikonom 21 pomaknjen nekoliko bolj proti skupinama na trdinskih, avtomorfni tleh (D in C), ker so vrednosti pH v teh skupinah višje v

spodnji kot v zgornji plasti tal. To posredno kaže na spiranje bazičnih kationov iz zgornje plasti in poudarjen vpliv karbonatne matične podlage v spodnji talni plasti.

V zgornjih plasteh teh ploskev se kopičijo organske snovi (smrekove iglice), ki lahko zakisajo tla. Na kopičenje organske snovi v zgornji plasti trdinskih tal (skupini C in D) lahko posredno sklepamo tudi na osnovi vsebnosti celotnega ogljika, ki je več kot dvakrat večja v zgornji talni plasti v primerjavi s spodnjo.



Grafikon 22: Vektorji vrednosti pH, vsebnosti celotnega ogljika (Ctot), celotnega dušika (Ntot) in izmenljivih kationov (aluminija - Al, železa - Fe, vodika - H, kalija - K, magnezija - Mg in kalcija - Ca) v globini tal 10-30 centimetrov glede na skupine podobnih ploskev (DCA ordinacija)

Graph 22: Vectors of pH values, content of total carbon (Ctot), total nitrogen (Ntot), and of exchangeable cations (Al, Fe, H, K, Mg and Ca) in a soil depth of 10-30 centimetres, according to groups of similar plots (DCA ordination)



Vektor celotnega ogljika nakazuje, da imajo tudi v tej globini tal izrazito večjo vsebnost skupine na spodnji strani grafikona 22. To so predvsem barjanske skupine A, B in E.

Vektor celotnega dušika je na grafikonu 22 pomaknjen nekoliko proti skupinama A in B. V spodnji plasti distričnih šotnih tal teh dveh skupin je vsebnost celotnega dušika večja kot v zgornji plasti (grafikona 10 in 11, preglednica 3). Do ugotovitve, da vsebnost dušika v zgornjih plasteh šotnih tal narašča z globino, so prišli že pri raziskavah Ljubljanskega barja (STEPANČIČ 1963).

Vektor izmenljivega kalcija za spodnjo plast izrazito deli skupine na dva dela. Skupine, katerih ploskve imajo večje vsebnosti, so na desni strani grafikona 22. To sta skupini barjanskih travišč in prehod (E in F). Glede na vektor je najbolj na levi strani grafikona skupina C, katere ploskve v povprečju vsebujejo najmanj izmenljivih kationov kalcija (tudi grafikon 15).

V spodnji talni plasti preučevanih barj imajo največje vsebnosti izmenljivega aluminija ploskve iz skupin, ki so razvrščene pri manjših vrednostih osi 1, na levi strani grafikona 22. To so skupine A, B in C.

Kot kažejo vektorji (grafikon 22), vsebujejo spodnje talne plasti teh treh skupin tudi največ izmenljivega železa in vodika. V povprečju največ izmenljivega železa in vodika, prav tako pa tudi izmenljivega magnezija in kalija, vsebujejo spodnje talne plasti ploskev iz skupine A (preglednica 3).

Razmerje C/N je dober kazalec procesov razgradnje v tleh in preskrbljenosti tal z dušikom. Tako kot je znano, da je razmerje med organskim ogljikom in celotnim dušikom (C/N) na šotnih barjih visoko (UPDEGRAFF in sod. 1995, GROSSE-BRAUCKMANN 1996b), je tudi v našem primeru. Največje je v distričnih šotnih tleh sfagnumskih barj iz skupin A in B. To kaže na počasnejše procese mineralizacije in na kopičenje organske snovi.

Na osnovi primerjave s C/N razmerji barjanskih tal v severozahodnem delu Nemčije (GROSSE-BRAUCKMANN 1996b) lahko preučevana poključka smrekova barja uvrstimo večinoma med nizka in prehodna barja. Vrednosti razmerja C/N, ki jih navaja GROSSE-BRAUCKMANN (1996b) za nizka barja, so med 10 in 35. V tem intervalu ležijo povprečja večine naših skupin (preglednica 3, grafikon 12). Nekoliko nad zgornjo

vrednostjo je le povprečno razmerje C/N zgornje plasti tal skupine barjanskega ruševja, ki znaša 40.

Razmerje pa je na posameznih ploskvah tudi višje in v nekaterih primerih leži že v intervalu (ali njegovi bližini), ki ga GROSSE-BRAUCKMANN (1996b) navaja za visoka barja (C/N med 50 in 100). Ploskev z najvišjim razmerjem C/N zgornje plasti tal je b12-2, ki jo porašča barjansko ruševje, in znaša 52.

## 5 ZAKLJUČKI CONCLUSIONS

Raziskava je potrdila, da je vegetacija razmeroma dober indikator rastiščnih razmer. Skupine, ki smo jih oblikovali na osnovi floristične in strukturne podobnosti vegetacije (KUTNAR 2000, KUTNAR / MARTINČIČ 2001), jasno odražajo tudi specifične talne in hidrološke razmere. Med vegetacijskimi skupinami obstajajo očitne razlike v trenutni vlažnosti tal, kemijskih lastnostih tal (npr. pH, vsebnost celotnega ogljika, razmerje C/N, vsebnosti izmenljivega kalcija, vodika, aluminija) in talne vode (npr. pH, elektroprevodnost, vsebnost kalcija in magnezija). Vektorji vlažnostnih in kemijskih razmer tal kažejo na jasno povezavo z vegetacijskimi tipi in rastlinskimi vrstami v dvorazsežnem ordinacijskem prostoru.

Voda je pomemben pogoj za obstoj in delovanje barij. Zaradi posebne zgradbe imajo šotni mahovi izredno sposobnost zadrževanja vode v tkivih. Velike količine vode pa zadržujejo tudi šotne plasti. V več primerih je masa vode v vzorcu šotnih tal presegala 20 ali celo 30-kratno maso suhe snovi. Te ekstremne vrednosti trenutne vlažnosti smo izmerili na barjih, ki jih poraščajo predvsem rušje in različni sfagnumski mahovi.

Na preučevanih barjih se nivo vode v tleh živahno odziva na dežne padavine. Po obdobjih izdatnejših padavin se razmeroma hitro dvigne. Posledica sušnejših obdobj pa je izrazit padec nivoja. Letno nihanje nivoja je največje na robu barij, na prehodu šotnih v avtomorfna tla.

Za tla sfagnumskih barij, ki jih poraščata barjansko ruševje in barjansko smrekovje (skupini A in B), so značilne nizke povprečne vrednosti pH ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} < 4$ ) in visoke

vsebnosti celotnega ogljika ( $C_{tot} > 40\%$ ). V šotnih tleh z ruševjem lahko razmerja C/N presegajo celo vrednost 50. V povprečju pa imajo šotna tla z ruševjem razmerje C/N 40 oz. 34, tla z barjanskim smrekovjem pa 30 oz. 24. Vsebnosti izmenljivega vodika so v šotnih tleh teh dveh skupin izrazito visoke. Povprečni vrednosti za zgornjo plast tal presegata 30 cmol(+)/kg.

Za barja, poraščena s traviščno vegetacijo (skupina E), v kateri prevladujejo različni šaši, je značilen razmeroma visok povprečen pH tal ( $pH_{H_2O} > 5,5$ ). Še višji je na obrobju omenjenih barj (skupina F), kjer so šotne plasti tanjše in je izrazitejši vpliv karbonatne matične podlage. Vsebnosti celotnega ogljika so relativno visoke. Povprečji za obe globini tal skupine E znašata okoli 40%. Povprečna razmerja C/N v tleh, ki so poraščena z barjanskimi travišči (skupini E in F), so blizu vrednosti 20. Od ostalih skupin očitno odstopata po visoki povprečni vsebnosti izmenljivega kalcija v tleh. Povprečne vrednosti so med 79 in 94 cmol(+)/kg.

Raziskave rastiščnih razmer na poključkih barjih in v njihovi okolici v veliki meri temeljijo na enkratnih vzorčenjih (talna voda, tla), zato dajejo le orientacijsko sliko. Tako niso zajeti dinamični procesi, ki se odvijajo v tleh predvsem med vegetacijsko sezono. Kljub temu, da večina meritev ni dala dinamične slike dogajanj na barjanskih in gozdnih rastiščih, pa jasno kažejo na razmerja med posameznimi vegetacijskimi skupinami in dodatno potrjujejo razmerja med rastiščem in vegetacijo.

## 6 POVZETEK

Namen raziskave je bil ugotavljanje odnosov med vegetacijskimi in rastiščnimi značilnostmi razmeroma slabo raziskanih barjanskih sistemov znotraj gozda na Pokljuki. Raziskavo smo izvedli na šestih barjih, ki ležijo v bližini Mrzlega Studenca oz. barja Šijec na Pokljuki. Na njih smo postavili transekte z oznakami b24, b25, b8, b11, b12 in bGP. Na vsakem transektu, ki vključuje del barja in njegovega obrobja, smo sistematično razmestili po 7 raziskovalnih ploskev z velikostjo  $2 \times 4$  metre.

Talnim vzorcem smo v laboratoriju določili naslednje lastnosti: pH (v H<sub>2</sub>O in CaCl<sub>2</sub>), vsebnosti celotnega dušika, celotnega ogljika, karbonata in vsebnosti izmenljivih kationov (Ca, Mg, K, Al, Fe, Mn, H). Na osnovi meritev talnih vzorcev pa smo izračunali še količino organske snovi in razmerje C/N.

Na robu ploskev smo spomladi (20. maj 1998) in sredi poletja (11. avgust 1998) v treh globinah (5 cm, 20 cm in 40 cm) zajeli tudi vzorce za ugotavljanje trenutne talne vlažnosti, ki predstavlja delež vode v tleh.

Na transektih b24, b8 in b11 smo na ploskvah znotraj območja barij namestili v tla 16 PVC cevi za spremljanje nivoja vode. Nivo smo merili dvakrat mesečno v približno enakih časovnih razmakih. Spremljali smo tudi nihanje gladine potoka na barju b11. V poletnem času smo iz cevi zajeli tudi vzorce talne vodne raztopine za analizo naslednjih kemijskih parametrov: pH, elektroprevodnost, vsebnosti K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> in NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

S predpostavko, da je vegetacija dober indikator rastiščnih razmer, smo med seboj primerjali hidrološke razmere, kemijske lastnosti tal in talne vodne raztopine skupin, ki so bile oblikovane na osnovi floristične sestave, stopnje zastiranja posameznih vrst in vertikalne členitve (KUTNAR 2000, KUTNAR / MARTINČIČ 2001). Skupine zajemajo naslednje tipe vegetacije: A - barjansko ruševje na distričnih šotnih tleh; B - barjansko smrekovje na distričnih šotnih tleh; C - smrekovje na avtomorfnih, trdinskih tleh z revnejšo vrstno sestavo, s prevladujočimi acidofilnimi, piceetalnimi elementi; D - smrekovje na avtomorfnih, trdinskih tleh z bogatejšo vrstno sestavo; E - barjanska travišča s prevladovanjem vrst *Carex spp.* na evtričnih šotnih tleh; F - obrobni pas barjanskih travišč, na prehodu proti smrekovjem na avtomorfnih tleh.

Zaradi značilne zgradbe imajo šotni mahovi izredno sposobnost zadrževanja vode v živih tkivih in tudi v deloma razgrajenih, v šoto spremenjenih delih mahov. Največja ugotovljena masa vode v vzorcu šote je presegala 35-kratno maso suhe snovi. Deleži vode v vzorcih avtomorfnih tal so znašali le po nekaj desetink mase suhe snovi. V bolj peščenih tleh je delež vode predstavljal le nekaj stotink mase suhe snovi.

Najvišjo povprečno trenutno vlažnost smo izmerili v šotnih tleh, ki smo jih zajeli v skupini A in B. Visok delež vode imajo tudi ploskve iz skupine E. Zgornje šotne plasti (globina 5 cm) iz skupine A, ki maja vsebujejo velike količine vode (več kot 20-kratnik suhe snovi vzorca), se poleti močno osušijo. Na ostalih ploskvah se zgornja plast manj osuši.

Na barjih, na katerih smo spremljali vode v tleh, smo ugotovili izrazit padec v poletnem sušnem obdobju. Nivo vode se razmeroma hitro odziva na intenzivnejše dežne padavine. Največje nihanje nivoja vode v vegetacijski sezoni smo ugotovili na obrobju barij, na prehodu proti avtomorfnim tlem.

Na splošno velja, da ima talna vodna raztopina iz skupin A in B majhne vrednosti pH, elektroprevodnost in majhne vsebnosti kalcija. Talna vodna raztopina skupin E in F pa ima vse te vrednosti relativno visoke.

Za skupini E in F je značilno, da imata tudi v zgornji (0-10cm) in spodnji (10-30 cm) talni plasti visok povprečen  $pH_{H_2O}$  (nad 5,5). Skupini A in B pa imata v povprečju nizek  $pH_{H_2O}$  (pod 4) v obeh plasteh.

V barjanskih tleh se kopiči organska snov, zato smo v skupinah A, B, E in prehodni skupini F izmerili veliko celotnega ogljika. Najvišje razmerje C/N v tleh ima skupina A (v zgornji talni plasti je 40, v spodnji plasti je 34). Razmeroma visoko razmerje C/N ima tudi skupina B (30 oz. 24).

Skupini E in F imata veliko vsebnost izmenljivega kalcija. Skupine A, B in C pa so skupine z malo izmenljivega kalcija v tleh. Največ izmenljivega aluminija, ki lahko deluje toksično na koreninski pletež rastlin, vsebujejo tla iz skupine C, v spodnji talni plasti pa ga veliko vsebujejo tudi ploskve iz skupine A in B. Te tri skupine vsebujejo tudi razmeroma veliko izmenljivega železa in vodika v obeh plasteh tal. Še posebej veliko izmenljivega vodika vsebujejo sfagnumska šotna tla (skupini A in B).

## 7 SUMMARY

*The main aim of this thesis was to gain an understanding of the vegetation and site characteristics of the relatively poorly investigated mire ecosystems within the forest area on the Pokljuka plateau.*

*We carried out the survey at six mires located near Mrzli Studenec and the Šijec mire on Pokljuka. There we set up transects named b24, b25, b8, b11, b12 and bGP. We systematically divided each transect, which included part of the mire and its edge, into seven research plots each with dimensions of 2 m x 4 m.*

*The soil samples were tested in the laboratory of the Slovenian Forestry Institute in order to obtain the following characteristics: pH (in H<sub>2</sub>O and CaCl<sub>2</sub>), the total amounts of nitrogen and carbon, amounts of carbonate and the quantity of exchangeable cations (Ca, Mg, K, Al, Fe, Mn, H). On the basis of these measurements we also calculated the amount of organic matter, the C/N ratio.*

*In spring (20 May 1998) and in mid-summer (11 August 1998) we also took samples at three different depths (5cm, 20cm and 40cm) from the edges of the plots in order to define the momentary soil-water content, which represents the fraction of water in the soil.*

*In plots within the mire areas on transects b24, b8 and b11 we put 16 perforated PVC tubes in the soil to determine the ground-water table, measurements were made twice per month in approximately equal time intervals. We also monitored the change in the level of the stream on transect b11. In summertime we also took samples of ground-water solution from the tubes, in order to analyse the following physical and chemical parameters: pH, electrical conductivity, and the quantity of K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> in NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ions.*

*On the basis of vegetational similarity we selected 6 groups (KUTNAR 2000, KUTNAR / MARTINČIČ 2001): A - the dwarf-pine mire community; B - the spruce-mire community; C - the spruce community on automorphic soil, with a poorer species composition of predominating acidophilic, piceetal elements; D - the spruce community on automorphic soil, with a richer species composition and with a more significant presence of species*

that are characteristic of less acidic soil; E - the different types of sedge fen vegetation and predominating species *Carex* spp. - the aggregate has a very alkaline character and a high level of soil humidity; F - transition of the sedge fen vegetation into the spruce community on the automorphic soil.

We analysed and compared different groups in terms of their hydrologic conditions, physical and chemical parameters of the soil and the ground-water solution.

Because of their specific structure, *Sphagnum* mosses have an extraordinary ability to retain water in living tissues and in partly decomposed tissues as well as those tissues that are already in the form of peat. The largest mass of water determined in a peat sample was more than 35 times the mass of the dry material. But the fractions of water in the samples from the automorphic soil were only a few tenths of the mass of the dry material. But in more sandy soil the fraction of water was only a few hundredths of the mass of the dry material. The highest average momentary soil-water content was measured in the peat soil which we removed for testing from groups A and B. Plots from group E also contain a high fraction of water. Upper peat layers (depth 5cm) from group A, which in May contain large amounts of water (over 20 times the mass of the dry sample material), become very dry in summer. On the other plots, the upper layer of soil becomes relatively less dry.

On the mires where we monitored the fluctuations in ground water we observed a significant drop in water level in the dry summer period. The ground-water table was found to react relatively quickly to more intensive periods of rain. We found the largest fluctuation of the ground-water table during the vegetation season at the edges of the mires, at the transition to automorphic soil.

In general, we believe that the ground-water solutions from groups A and B have low pH values, low electrical conductivity and small amounts of calcium. But ground-water solutions from groups E and F show high values for all the above-measured quantities.

It is characteristic of groups E and F that they also have high average  $pH_{H_2O}$  (above 5.5) in the upper (0-10cm) and lower (10-30cm) soil layers. But groups A and B have, on average, a low  $pH_{H_2O}$  (less than 4) in both soil layers.

*Organic substances are being accumulated in the mire soil, and for this reason large quantities of total carbon in the mire groups A, B, E and in the transitional group F were measured. The highest C/N ratio of the soil is in group A (in the upper soil layer the ratio is 40, in the lower soil layer it is 34). There is also a relatively high C/N ratio in group B (30 in the upper layer, 24 in the lower).*

*Groups E and F have a large amount of exchangeable calcium in the soil, while groups A, B and C have relatively small amounts. The largest amount of exchangeable aluminium is contained in the soil of group C, and in groups A and B there is a large amount of aluminium in the lower layer of the soil. These three groups also have relatively large amounts of exchangeable iron and hydrogen in both soil layers. There is a particularly large amount of exchangeable hydrogen contained in the Sphagnum peat soil (groups A and B).*

## 8 VIRI REFERENCES

- ALBER, R. / BRAGAZZA, L. / GERDOL, R., 1996. Ein Beitrag zur Moortypologie am südlichen Rand des *Sphagnum*-Moorareals in Europa.- *Phyton* 36, 1, Horn, Avstrija, s. 107-125.
- ALVA (Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich), Untersuchungsergebnisse Enquete. 1994.- Gumpenstein, ALVA Fachgruppe Boden, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, 106 s.
- ALVA (Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich), Untersuchungsergebnisse Enquete. 1995.- Gumpenstein, ALVA Fachgruppe Boden, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, 95 s.
- BLUM, W. E. H. / SPIEGEL, H. / WENZEL, W. W., 1989. Bodenzustands-inventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, s. 48-74.
- BOEYE, D. / CLEMENT, L. / VERHEYEN, R. F., 1994. Hydrochemical variation in a ground-water discharge fen.- *Wetlands* 14, 2, s. 122-133.
- BRAGAZZA, L., 1994. Seasonal changes in water chemistry in a bog on the southern Alps.- *Suc* 44, 4-5, Helsinki, s. 87-92.
- BRAGAZZA, L., 1996. Delimitation of the aerobic peat layer in a Sphagnum mire on the southern Alps.- *Oecologia Montana* 5, s. 41-46.
- BRAGAZZA, L., 1997. Sphagnum Niche Diversification in Two Oligotrophic Mires in the Southern Alps of Italy.- *The Bryologist* 100, 4, s. 507-515.



- BRAGAZZA, L. / ALBER, R. / GERDOL, R., 1998. Seasonal chemistry of pore water in hummocks and hollows in a poor mire in the southern Alps (Italy).-*Wetlands* 18, 3, s. 320-328.
- BRIDGHAM, S. D. / RICHARDSON, C. J., 1993. Hydrology and nutrient gradients in North Carolina peatlands.- *Wetlands* 13, 3, s. 207-218.
- BRIDGHAM, S. D. / PASTOR, J. / JANSSENS, J. / CHAPIN, C. / MALTERER, T. J., 1996. Multiple limiting gradients in peatlands: a call for a new paradigm.- *Wetlands* 16, 1, s. 45-65.
- BURLICA, Č., 1972. Vlažnost zemljišta u ocenjivanju ekološke vrijednosti šumskih zemljišta.- *Zemljište i biljka* 21, 1, Beograd, s. 1-10.
- CZERWIŃSKI, Z. / PRACZ, J. / CZERWIŃSKA, K., 1995a. Chemistry of the open and ground waters of the surface area studied within the Strzałowo Forest Inspectorate, Masurian Lakeland.- *Polish ecological Studies* 21, 2, s. 113-120.
- CZERWIŃSKI, Z. / PRACZ, J. / CZERWIŃSKA, K., 1995b. Chemical properties of the surface layer of forest soil studied in the Strzałowo Forest Inspectorate, Masurian Lakeland.- *Polish ecological Studies* 21, 2, s. 113-120.
- ECE-ICP - Manual for integrated monitoring. Programme phase 1993-1996. 1993.- Helsinki, UN ECE-ICP, Environment Data Center, National Board of Waters and the Environment, 114 s.
- ECE-ICP - Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. 1994.- UN ECE-ICP Programme Coordinating Centers, Hamburg, Praga, 177 s.
- GERDOL, R. / TOMASELLI, M. / BRAGAZZA, L., 1994. A Floristic-Ecologic Classification of Five Mire Sites in the Montane-Subalpine Belt of South Tyrol (S Alps, Italy).- *Pyton* 34, 1, Horn, Avstrija, s. 35-56.
- GLASER, P. H. / JANSSENS, J. A. / SIEGEL, D. I., 1990. The response of vegetation to chemical and hydrological gradients in the Lost River peatland, northern Minnesota.- *Journal of Ecology* 78, 4, s. 1021-1048.
- GLASER, P. H. / SIEGEL, D. I. / ROMANOWICZ, E. A. / SHEN, Y. P., 1997. Regional linkages between raised bogs and the climate, groundwater, and landscape of northwestern Minnesota.- *Journal of Ecology* 85, 1, s. 3-16.
- Gozdnogospodarska karta GE Pokljuka 1986-1995. 1986.- M 1:10.000, Sektor za urejanje in gojenje gozdov Bled.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G., 1996a. Ansprache und Klassifikation von Torfen und Mooren als Voraussetzung für Moorkartierungen (vor allem aus bodenkundlicher Sicht).- *Abh. Naturw. Verein Bremen* 43, 2, Bremen, s. 213-237.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G., 1996b. Classification of peat and peatbogs in Germany and its botanical, ecological and pedological foundations.- V: Proceedings of 10th International Peat Congress, "Peatlands Use - Present, Past and Future", 27 May - 2 June 1996, Bremen, Germany, International Peat Society, German National Committee, Stuttgart, s. 21-38.
- JEGLUM, J. K., 1991. Definition of trophic classes in wooded peatlands by means of vegetation types and plant indicators.- *Ann. Bot. Fennici* 28, s. 175-192.
- JEGLUM, J. K. / HE, F., 1995. Pattern and vegetation - environment relationships in a boreal forested wetland in northeastern Ontario.- *Canadian Journal of Botany* 73, 4, s. 629-637.
- JOHNSON, J. B., 1996. Phytosociology and gradient analysis of a subalpine treed fen in Rocky Mountain National Park, Colorado.- *Canadian Journal of Botany* 74, 8, s. 1203-1218.

- KELLY, J., 1996. Slovenski Microsoft Excel za Windows 95 - Korak za korakom (prevod MIHALIČ, R.).- Atlantis, Ljubljana, 381 s.
- KLOSS, M. / SIENKIEWICZ, J., 1995. Hydrological mire types in the Polish lowlands and their vegetation.- *Gunneria* 70, Trondheim, s. 139-148.
- KUTNAR, L., 2000. Vpliv okoljskih dejavnikov na biotsko raznovrstnost poključskih barjanskih smrekovij.- doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 245 s.
- KUTNAR, L. / MARTINČIČ, A., 2001. Vegetacijske značilnosti izbranih poključskih barj in okoliškega smrekovega gozda.- *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 64, s. 57-104.
- MARTINČIČ, A. / PISKERNIK, M., 1985. Die Hochmoore Sloweniens.- *Biološki vestnik*, Vol. extraord. 1, Ljubljana, 239 s.
- MCCUNE, B. / MEFFORD, M. J., 1995. PC-ORD : Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 2.0.- MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon, USA, 126 s.
- MCCUNE, B. / MEFFORD, M. J., 1997. PC-ORD : Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 3.0.- MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon, USA, 47 s.
- ÖNORM L 1086. Chemische Bodenuntersuchungen; Bestimmung von austauschbaren Kationen und Austauschkapazität (Kationenaustauschkapazität).- 1989. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 8 s.
- PROCTOR, M. C. F., 1994. Seasonal and short-term changes in surface-water chemistry on four English ombrogenous bogs.- *Journal of Ecology* 82, 3, s. 597-610.
- ROESCHMANN, G. / GROSSE-BRAUCKMANN, G. / KUNTZE, H. / BLANKENBURG, J. / TÜXEN, J., 1993. Vorschläge zur Erweiterung der Bodensystematik der Moore.- *Geol. Jb.*, F 29, Hannover, s. 3-20, 47/48, 48/49.
- SIMONČIČ, P., 1996. Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislinskih odložin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* (L.) Karst.) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) v vplivnem območju TE Šoštanj.- Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 156 s.
- SIST ISO 10390 - Soil quality - Determination of pH. 1996.- Z metodo razglasitve prevzet mednarodni standard ISO 10390: 1994, Prevod naslova: Kakovost tal - Ugotavljanje pH, Ur. l. RS št. 55/97.
- SIST ISO 10693 - Soil quality - Determination of carbonate content - Volumetric method. 1996.- Z metodo razglasitve prevzet mednarodni standard ISO 10693: 1995, Prevod naslova: Kakovost tal - Ugotavljanje vsebnosti karbonatov - Volumetrijska metoda, Ur. l. RS št. 55/97.
- SIST ISO 10694 - Soil quality - Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis). 1996.- Z metodo razglasitve prevzet mednarodni standard ISO 10694: 1995, Prevod naslova: Kakovost tal - Ugotavljanje organskega in skupnega ogljika po suhem sežigu (elementarna analiza), Ur. l. RS št. 55/97.
- SIST ISO 11260 - Soil quality - Determination of effective cation exchange capacity and base saturation level using barium chloride solution. 1996.- Z metodo razglasitve prevzet mednarodni standard ISO 11260: 1994, Prevod naslova: Kakovost tal - Ugotavljanje efektivne kationske izmenjevalne kapacitete in stopnje nasičenosti z bazičnimi kationi z uporabo raztopine barijevega klorida, Ur. l. RS št. 55/97.
- STATSOFT, INC., STATISTICA for Windows - Computer program manual. 1996.- Tulsa, OK, USA, zvezek I: s. 1001-1878, zvezek II: s. 3001-3782.
- STEPANČIČ, D., 1963. Hemijske i fizičke osobine dubokih i plitkih tresetnih zemljišta na Ljubljanskem barju.- *Zemljište i biljka* 12, 1-3, s. 201-212.

- UPDEGRAFF, K. / PASTOR, J. / BRIDGHAM, S. D. / JOHNSTON, C. A., 1995. Environmental and substrate controls over carbon and nitrogen mineralization in northern wetlands.- *Ecological Applications* 5, 1, s. 151-163.
- URBANČIČ, M. / KUTNAR, L., 1997. Odsev rastiščnih dejavnikov v rastlinski sestavi poključkega subalpinskega smrekovega gozda na stalni raziskovalni ploskvi pri barju "Šijec".- *Gozdarski vestnik* 55, 1, s. 2-23.
- VANMECHELEN, L. / GROENEMANS, R. / VAN RANST, E., 1997. Forest soil condition in Europe: Result of large-scale soil survey.- UN Economic Commission for Europe, European Commission, Brussels, Geneva, 261 s.

## 9 ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Prispevek zajema del raziskave, ki je potekala v okviru priprave doktorske disertacije "Vpliv okoljskih dejavnikov na biotsko raznovrstnost poključkih barjanskih smrekovij". Raziskavo je po pogodbi št. S34-404-003/15108/97 financiralo Ministrstvo za znanost in tehnologijo RS.

Za vsestransko pomoč pri postavitvi raziskovalnih ploskev, pri zajemanju talnih vzorcev, terenskih analizah in za najrazličnejše strokovne nasvete se zahvaljujemo sodelavcem Gozdarskega inštituta Slovenije, Miheju Urbančiču, mag. Igorju Smoleju, Mateju Ruplu in Zvonetu Stermšku. Za opravljene meritve talnih parametrov se zahvaljujemo sodelavkam Laboratorija za gozdno ekologijo GIS, dr. Poloni Kalan, Magdi Debeljak-Špenko in Nini Rotar. Hvala tudi dr. Mitji Zupančiču z Biološkega inštituta ZRC SAZU za strokovne nasvete pri izvajanju raziskave in korektno opravljeno recenzijo prispevka.