

BIO I 90.403/14

278/97
YU ISSN 0351 - 0077

PRIRODOSLOVNI MUZEJ SLOVENIJE
MUSEUM HISTORIAE NATURALIS SLOVENIAE

SCOPOLIA

14

OÖ. Landesmuseum
Biologiezentrum

4 Botanica

Andrej MARTINČIČ

**Geologica &
Palaeontologica**

Fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju

High Bog Fragments on Ljubljansko barje (The Ljubljana Moor)

Museologica

Zoologica

SCOPOLIA

No 14

pp. 1-53

Ljubljana

Dec. 1987

SCOPOLIA

Glasilo Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Izdaja Prirodoslovni muzej Slovenije, sofinancirali so: Raziskovalna skupnost Slovenije, Kulturna skupnost Slovenije, Znanstveno-raziskovalni center SAZU in Inštitut za biologijo univerze E. Kardelja. Uredniški odbor: Jože BOLE, Ernest FANINGER, Janez GREGORI (urednik), Boris KRYŠTUFEK, Ignac SIVEC, Kazimir TARMAN in Tone WRABER. Lektorja: Cvetana TAVZES (za slovenščino) in Helena SMOLEJ (za angleščino). Naslov uredništva in uprave: Prirodoslovni muzej Slovenije, 61000 Ljubljana, Prešernova 20. Izideta dve številki letno, naklada 500 izvodov. Cena številke za ustanove in podjetja 1000 din, za posameznike 500 din. Tekoči račun pri LB št. 50100-603-40115. Tisk TISKARNA KURIR, Ljubljana.

SCOPOLIA

Journal of the Museum of Natural History of Slovenia, Ljubljana, Edited by the Museum of Natural History of Slovenia, subsidized by Research Community of Slovenia, Cultural Community of Slovenia. Centre of Scientific Research of the SASA and Univ. Institute of Biology E. Kardelj. Editorial Staff: Jože BOLE, Ernest FANINGER, Janez GREGORI (Editor), Boris KRYŠTUFEK, Ignac SIVEC, Kazimir TARMAN, and Tone WRABER. Readers: Cvetana TAVZES (for Slovene) and Helena SMOLEJ (for English). Address of the Editorial Office and Administration: Prirodoslovni muzej Slovenije, YU 61000 Ljubljana, Prešernova 20. The Journal appears twice a year, 500 copies per issue. Issue price for institutions and establishments 1000 din, for individuals 500 din. Current account at LB No 50100-603-40115. Printed by tiskarna Kurir, Ljubljana

FRAGMENTI VIŠKEGA BARJA NA LJUBLJANSKEM BARJU

MARTINČIČ Andrej

YU 61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

VTO za biologijo BF

Sprejeto: 18. 11. 1987

UDK (UDC) 581. 526. 35 (497. 12) (045) = 863

IZVLEČEK – avtor obravnava sedanje stanje fragmentov nekdanjega visokega barja na Ljubljanskem barju, njihovo floro, vegetacijo in ekologijo (kemizem). Ugotavlja, da je razvoj na neporezani šoti dosegel razvojno stopnjo gozdičkov *Quercus robur* – *Pinus sylvestris* – *Betula*, ki ne vključuje več ombrotrofnih vrst. Večina današnjih predelov, ki kažejo ombrotrofni značaj, je nastala regresivno na porezani šoti ali v osuševalnih jarkih, kjer človek ni spremenil kemizma podlage.

ABSTRACT – HIGH BOG FRAGMENTS ON LJUBLJANSKO BARJE (THE LJUBLJANA MOOR)

– The author discusses the present condition of the former high bog of Ljubljansko barje, including its flora, vegetation and ecology (chemism). He ascertains that the development on the uncut peat has reached the phase of *Quercus robur* – *Pinus sylvestris* – *Betula* in which ombrotrophic species are not included anymore. The majority of areas which nowadays reveals an ombrotrophic character, arose regressively on the cut off peat or in the drain trenches where man has not changed the chemism of the substratum.

VSEBINA – CONTENTS

Uvod	2
1. Metodika dela	2
2. Fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju.....	2
3. Flora fragmentov	4
4. Vegetacija na fragmentih visokega barja	6
4.1. Združbe primarnega razvojnega niza	6
4.1.1. Nekdanja vegetacija	6
4.1.2. Sedanja vegetacija	6
4.2. Združbe razvojnega niza na porezani šoti	11
5. Kartiranje fragmentov in njihova ekologija	17
5.1. Fragmenti v okolici Bevk (Bevški Mah)	17
5.1.1. Flora in vegetacija	18
5.1.2. Ekologija	18
5.2. Fragmenti pri Goričici (Goriški Mah)	27
5.2.1. Flora in vegetacija	27
5.2.2. Ekologija	28
5.3. »Na Mahu« pri Grmezu	38
5.3.1. Flora in vegetacija	39
5.3.2. Ekologija	39
5.4. Kozlarjeva gošča	40
5.4.1. Flora in vegetacija	40
5.4.2. Ekologija	41
5.5. Barje na osamelcu Kostanjevica	42
5.5.1. Flora in vegetacija	42
5.5.2. Ekologija	46
Summary	50
Literatura	53

Uvod

Z izrazom visoko barje označujemo značilne biotope, kjer izoliranost od mineralno bogate podlage in odvisnost od padavinske vode ustvarjata specifične pogoje. To je najpomembnejši razlog, da sta se na visokih barjih naselili svojevrstna flora in vegetacija. V večini držav so ti biotopi obravnavani kot naravne znamenitosti z vsemi mogočimi naravovarstvenimi ukrepi.

Slovenija ima sicer precejšnje število visokih barj, vendar so ta predvsem v gorskem svetu (PISKERNIK, MARTINČIČ 1972, MARTINČIČ, PISKERNIK 1985). Zato so fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju posebnost, ki se od gorskih močno razlikuje in predstavlja specifično problematiko. Ti ostanki so pri nas edini primer nižinskega visokega barja. O njem poroča že VALVASOR, KRAMER (1905) pa ga imenuje »največje in najzanimivejše barje Avstrije«. Njegova vrednost je bila še toliko večja, če upoštevamo, da je bilo Ljubljansko barje najjužnejše evropsko visoko barje. V zadnjih 150 letih, ko se je pričelo načrtno osuševanje in rezanje ter požiganje šote, se je podoba barja povsem spremenila. Visoko barje je skoraj v celoti propadlo, ohranili so se le majhni predeli, ki še imajo visokobarjanski značaj oz. spominjajo na nekdanje visoko barje.

Ljubljansko barje pa danes ni samo botanična posebnost, temveč je prav tako tudi pokrajinska znamenitost, ki jo moramo v določeni meri ohraniti, čeprav je delo človeka. Napredujoča urbanizacija, nove komunikacije in predvidena industrijska območja lahko že v bližnji prihodnosti nepopravljivo zasekajo v barjansko pokrajino. Zato namen opravljenih raziskav ni bil samo ugotoviti sedanje stanje. Dobljeni rezultati omogočajo tudi vrednotenje ohranjenih področij s stališča varstva okolja ter dajejo podlago za strokovno utemeljen predlog o njihovi zaščiti. Istočasno pa pomenijo tudi prispevek k pravilnejšemu vrednotenju barjanskega prostor ter pomoč pri ustrežnejšem načrtovanju na območju Ljubljanskega barja. Vse do danes se namreč pomen fragmentov visokega barja bodisi precenjuje bodisi se njihova naravovarstvena vrednost negira.

Pri terenskem in laboratorijskem delu so sodelovali D. Vrhovšek, F. Batič, Dragica Luznar in T. Horvat. Pri dokončni obdelavi popisnega gradiva pa je z dragocenimi nasveti sodeloval tudi M. Zupančič, za kar se mu najlepše zahvaljujem. Raziskave je financirala Mestna raziskovalna skupnost Ljubljana v letih 1982–1983.

1. Metodika dela

Vegetacijski popisi so bili opravljeni po standardni srednjeevropski metodi, vendar smo ocenjevali le pokrovnost.

Meritve pH šote in vode smo opravljali s terenskim in laboratorijskim pH-metrom Iskra, električno upornost s konduktometrom Iskra, katione Ca^{++} , K^{+} , Na^{+} s plamenskim fotometrom firme EEL ter z atomsko absorpcijo. Meritve atomske absorpcije je opravila Katedra za pedologijo na VTO za agronomijo Biotehniške fakultete.

2. Fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju

Od kasnega glaciala do mostiščarske dobe je bilo na prostoru Ljubljanskega barja jezero, v katerem so se odlagali mineralni sedimenti-jezerska kreda. Organogena sedimentacija se je pričela ob propadanju mostiščarskega jezera, pred 3700–3800 leti, torej na koncu subboreala ali na začetku subatlantika (ŠERCELJ 1966). Organogene plasti, ki so tedaj pričele nastajati, tvorijo danes organsko blato, imenovano gyttja. Leži neposredno nad jezersko kredo. KRAMER (1905) razlikuje nad gyttjo po strukturi in barvi tri različne plasti šote. Najgloblje je

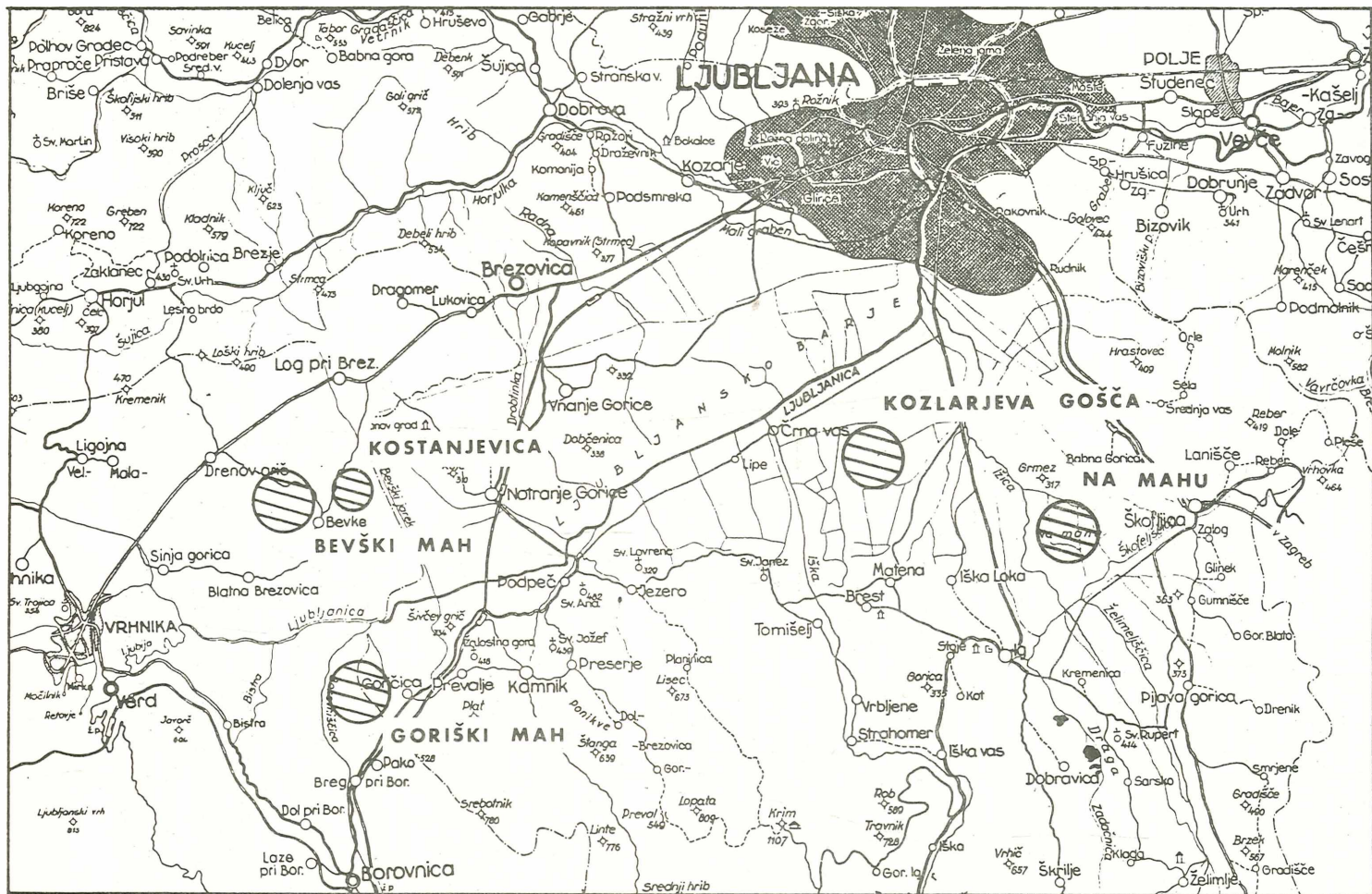


Fig. 1. High bog fragments on Ljubljansko barje.

Sl. 1. Fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju.

šota, ki vsebuje ostanke trsta, različne vrste iz rodov *Carex* in *Hypnum*. O šotnih mahovih v tej plasti ni sledov, kar potrjujejo tudi naša orientacijska raziskovanja. Ostanke navedenih rastlin pričajo, da pomeni pričetek organogene sedimentacije pričetek razvoja mineralnega močvirja, ki je tu in tam kazalo značilnosti nizkega barja. Slednje je verjetno preraslo večji del površine Ljubljanskega barja. Kdaj se je pričel prehod v visoko barje, po dosedanjih raziskovanjih ni znano. Po KRAMERJU se pojavi prvi ombrotrofni element *Oxycoccus quadripetalus* v srednji plasti, vendar brez navedbe starosti ali vsaj globine šote. Tudi ta plast je brez šotnih mahov. Ti se na veliko pojavijo šele v zgornji plasti, skupaj z drugimi ombrotrofnimi vrstami cvetnic. Te plasti, ki predstavljajo pravo visoko barje, so razmeroma mlade, saj obsegajo le najzgornejše ohranjene šotne plasti. Na Goričici pri Preserju obsegajo npr. le zgornjih 150 cm od skupno 360 cm šotnih plasti. Pričenjajo se z vrsto *Sphagnum fallax*, ki je vezana na zelo vlažna tla, in se nadaljujejo s *S. magellanicum* ter končujejo s *S. nemoreum*, kar kaže na osuševanje podlage. Bolj natančnega razvoja zaradi pomanjkljivih podatkov ne moremo konstruirati niti po botanični plati kakor tudi ne kronološko. Da bi lahko rekonstruirali botanični razvoj barja, bo potrebno čim prej izvršiti analizo makrofosilnih ostankov rastlin v šoti ter datacijo pomembnih plasti s C-14.

Visoko barje ni nastalo na vsej površini Ljubljanskega barja, temveč le na najbolj ugodnih, zakisanih površinah. Predvsem ni nastalo ob vodah, ki so pritekale s kraškega sveta in so bile bogate z apnencem. Zamočvirjene površine je človek dolga stoletja osuševal, peskal ter jih spreminjal v kmetijske ali zazidalne površine, krčil pa jih je tudi z rezanjem šote. Zniževanje nivoja talne vode je povzročilo znatno hitrejši potek naravnega zaraščanja močvirskih površin. Od nekdanjih 11.000 ha barjanških površin je bilo leta 1960 ohranjenih le še 135 ha (PETERLIN 1971) – pa še v tem primeru je šlo včasih za površine, pokrite s šoto, ne glede na floro.

Pravih fragmentov nekdanjega visokega barja danes na Ljubljanskem barju ni več. Ohranjene so le še površine, kjer je razvoj vegetacije že zdavnaj prešel stopnjo, ki bi jo lahko imenovali visoko barje. To so gozdički rdečega bora, brez in doba. Le ponekod, kjer je človek z rezanjem šote približal površino talni vodi, se zopet (sekundarno!) naseljujejo ombrotrofne, visokobarjanske vrste. Vse take površine lahko zajamemo v naslednje komplekse (sl. 1):

Goriški mah pri Goričici blizu Preserja
Bevški mah v okolici vasi Bevke
Na Mahu pri osamelcu Grmez
Kozlarjeva gošča pri Črni vasi

Posebej moramo omeniti manjše visoko barje na osamelcu Kostanjevica, ki je povsem izolirano od drugih fragmentov. Predstavlja edino ombrotrofno površino s primarnim razvojnem nizom vegetacije na Ljubljanskem barju.

3. Flora fragmentov

Visoka in prehodna barja so jasno omejeni biotopi, ki se povsem razlikujejo od neposredne okolice. Te razlike nastajajo zaradi posebnih ekoloških razmer, ki omogočajo uspevanje razmeroma maloštevilnim rastlinskim vrstam. V ekološkem pogledu lahko govorimo o dveh skupinah, ki jima je skupna le vezanost na zakisano podlago. Eno skupino tvorijo prave visokobarjanske vrste, ki izven barij ne uspevajo. Niso vezane le na zakisano podlago, temveč je njihov vodni režim v celoti vezan na atmosfersko vodo, revno z mineralnimi snovmi. To so prave ombrotrofne vrste. Vendar moramo poudariti, da poznamo le manjše število obligatnih visokobarjanskih, ombrotrofnih vrst. Nekateri avtorji celo menijo, da vrst, omejenih izključno na ombrotrofne biotope, ni (DU RIETZ 1954). Pretežni del vrst je vezan na visoka

barja le v določenem delu svojega areala. ALLETSEE (1967) govori zato o visokobarjanskih ekoarealih celotnega areala.

Na Ljubljanskem barju uspevajo danes naslednje ombrotrofne vrste oziroma ombrominero bionti po klasifikaciji ACKENHEIL-a (1944):

<i>Eriophorum vaginatum</i>	<i>Sphagnum magellanicum</i>
<i>Oxycoccus palustris</i>	<i>Sphagnum nemoreum</i>
<i>Andromeda polifolia</i>	<i>Sphagnum rubellum</i>
<i>Rhynchospora alba</i>	<i>Sphagnum papillosum</i>
<i>Drosera rotundifolia</i>	<i>Sphagnum cuspidatum</i>
<i>Polytrichum strictum</i>	<i>Sphagnum tenellum</i>
	<i>Sphagnum fallax</i>
	<i>Sphagnum fimbriatum</i>

Le del naštetih vrst štejemo v Sloveniji med obligatne ombrominero bionte (prim. MARTINČIČ, PISKERNIK 1985). Druge so sicer na Ljubljanskem barju vezane na ombrotrofna rastišča, vendar drugod uspevajo lahko tudi na mineralno bogatejši podlagi. Take vrste so npr. *Rhynchospora alba*, *Drosera rotundifolia*, *Sphagnum cuspidatum*, *S. nemoreum*, *S. fallax*.

S propadanjem visokobarjanskega biotopa se je na Ljubljanskem barju areal teh ekološko specializiranih vrst močno skrčil. Zato nekatere med njimi (*Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum fimbriatum*) uspevajo le še na enem ali dveh nahajališčih. Del vrst je med osuševanjem propadel in jih danes ne najdemo več. Katere vrste so doslej izginile, je v glavnem nemogoče ugotoviti. Deloma si lahko pomagamo s primerjavo starejših florističnih prispevkov. Tako omenja DESCHMANN (1856), da so v okolici Bevk in Grmeza zelo pogosto uspevale vrste *Carex limosa*, *Rhynchospora fusca* in *Scheuchzeria palustris*. Vse te so do danes na Ljubljanskem barju propadle. Isto usodo je doživela *Drosera anglica*, ki je uspevala na šotni podlagi, čeprav je v Sloveniji pravi minerotrofni element.

Drugo skupino tvorijo acidofilne vrste, ki normalno uspevajo izven visokega barja, na barjanskih fragmentih pa zaradi zakisane podlage uspevajo skupaj z ombrotrofnimi vrstami. Običajno se naseljujejo na bolj suho podlago, zato so na šotnih tleh Ljubljanskega barja večinoma splošno razširjene. Najpomembnejše med njimi so:

<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Molinia coerulea</i>
<i>Betula pubescens</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Salix aurita</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Frangula alnus</i>
<i>Drosera intermedia</i>	<i>Dryopteris cristata</i>

Omeniti moramo še vrste, ki so v Sloveniji indikatorji nizkega barja – torej take, ki običajno uspevajo na mineralno bogati podlagi, oziroma tam, kjer se kaže vpliv mineralno bogatejše talne vode. S svojim pojavljanjem med ombrotrofnimi vrstami opozarjajo, da lahko le s pridržkom govorimo o visokem barju na Ljubljanskem barju. Za marsikatero površino bi bil bolj ustrezen naziv prehodno barje. Dokončna odločitev je težavna, ker so vsi današnji fragmenti, razen barja na Kostanjevici, rezultati regresivnega razvoja. Zato je prava podoba zaradi osiromašenja lahko močno popačena. Najpomembnejše vrste so:

<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>Molinia arundinacea</i>
<i>Eriophorum latifolium</i>	<i>Sphagnum subsecundum</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>Sphagnum palustre</i>
<i>Carex stellulata</i>	<i>Sphagnum squarrosum</i>
<i>Carex rostrata</i>	<i>Sphagnum centrale?</i>

4. Vegetacija na fragmentih visokega barja

Vegetacijske opredelitve temeljijo na načelih, podanih v delih PISKERNIK in MARTINČIČ 1970 ter MARTINČIČ in PISKERNIK 1985. Vendar so razmere mnogo bolj preproste kot na naših gorskih barjih. Vertikalna zonacija sfagnumskih vrst, ki je sicer najpomembnejša za opredeljevanje, je na večini površin Ljubljanskega barja močno zabrisana ali pa je sploh ni. Zato primitivnejših združb, kjer prevladujejo šotni mahovi, ne moremo definirati na podlagi zonacije posameznih vrst.

4.1. Združbe primarnega razvojnega niza

4.1.1. Nekdanja vegetacija

O vegetaciji, ki je poraščala Ljubljansko barje pred velikimi posegi človeka v drugi polovici 19. stoletja, vemo zelo malo. Nekaj podatkov je bilo dobljenih z analizo makroskopskih ostankov rastlin v šoti ter ob palinoloških analizah (ŠERCELJ 1965, 1966). Vendar so podatki preveč fragmentarni, da bi nudili zanesljive podatke o razvoju barjanske vegetacije. Zato bo ena izmed prihodnjih nalog izvršiti temeljito analizo makroskopskih ostankov v šoti ob istočasni dataciji C-14 posameznih faz v razvoju barjanske vegetacije.

Nekaj več opore nam dajejo floristični podatki iz sredine preteklega stoletja (DESCHMANN 1858), čeprav je razvidno, da sfagnumske vrste niso izčrpno obdelane. V tem obdobju so bila pri Bevkah še oligotrofna jezerca (barjanska okna), ki so nastala na šotni podlagi. V njih je uspeval *Sphagnum cuspidatum*, zato lahko domnevamo, da je bila razvita združba *Sphagnetum cuspidati*. Določene površine je pokrivala tudi združba *Caricetum limosae* z obema značilnicama *Carex limosa* in *Scheuchzeria palustris*. Z veliko gotovostjo lahko sklepamo, da je bila razvita tudi združba *Rhynchospora albae-Sphagnetum tenelli*, čeprav niti DESCHMANN (1858) niti PAULIN (pri KRAMER 1905) ne omenjata vrste *Sphagnum tenellum*. Omenjena združba je namreč še danes razvita v fragmentarni obliki na Goričici pri Preserju v jarkih, izkopanih v šoto. Iz florističnih podatkov je razvidno, da sta bili tedaj že razviti vsaj pri Grmezu in Bevkah tudi združbi *Calluno-Sphagnetum* in *Sphagno-Betuletum*. Ni pa razvidno, ali so že tedaj na osušeni gozdni površini uspevali gozdički *Pino sylvestris-Betuletum* in *Betulo-Quercetum roboris*. Obe združbi danes predstavljata zadnjo (najvišjo) razvojno stopnjo na šotni podlagi Ljubljanskega barja.

Posebno pozornost vzbuja podatek, da sta tedaj na šotni podlagi uspevali tudi vrsta *Drosera anglica* ter *Rhynchospora fusca*. Danes uspevata skupaj obe vrsti na šotni podlagi le na barju pri Zelencih v zgornji Savski dolini. Združba tipološko še ni opredeljena, vendar je po florističnem inventarju nedvomno združba prehodnega in ne pravega visokega barja. To potrjuje tudi kemizem šote in vode. O identičnosti seveda ne moremo govoriti, kajti pri Zelencih je oblika združbe *Caricetum lasiocarpae*, ta vrsta pa na Ljubljanskem barju ni uspevala. Čeprav te združbe na Ljubljanskem barju ne moremo identificirati, pa daje nekdanje uspevanje obeh vrst določen vpogled v ekologijo biotopov. Potrebno je upoštevati, da je vrsta *Drosera anglica* pri nas izrazit minerotrofni element, razen pri Zelencih.

4.1.2. Sedanja vegetacija

Vegetacija iz primarnega razvojnega niza je dosegla danes že dokaj napredne razvojne stopnje. Najnižjo razvojno stopnjo iz primarnega razvojnega niza predstavlja združba *Calluno-Sphagnetum*, ki jo najdemo samo na izoliranem barju na osamelcu Kostanjevica.

Nadaljnji razvoj pelje v sklenjeni povezavi preko združb *Sphagno-Betuletum* in *Pino sylvestris-Betuletum* do najvišje razvojne stopnje, do združbe *Betulo-Quercetum roboris*. Vse tri združbe so danes razvite predvsem na ostankih neporezane ali delno porezane šote, deloma pokrivajo manjše površine tudi na barju na Kostanjevici.

Calluna (*Frangula*) – *Sphagnetum* ass. nova (tab. 1)

Združba predstavlja primitivnejšo razvojno stopnjo. Najvišjo biološko obliko tvori *Calluna vulgaris* iz skupine hamefitov. Le v delu popisov je nanofanerofit *Frangula alnus*, ki doseže v tej združbi višino do 0,5 m. Sfagnumske vrste, značilnice združbe so: *Sphagnum nemoreum*, *S. magellanicum* in *S. papillosum*, redko tudi *S. rubellum*. Njihova pokrovnost večinoma presega 50 %, vendar redkeje pokrivajo celotno površino. Skupina ombrotrofnih elementov je zastopana še z vrstami *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*, *Rhynchospora alba* in *Eriophorum vaginatum*.

Združba se jasno členi v dve subasociaciji. Subasociacijo *andromedetosum polifoliae* karakterizirajo ombrotrofne vrste. Od minerotrofnih vrst je redno navzoča le *Calluna vulgaris*, druge vrste le izjemoma. Omenjena subasociacija je razvita samo na Goriškem Mahu. Subasociaciji *molinetosum coeruleae* dajejo značilen pečat minerotrofne vrste, med njimi predvsem *Molinia coerulea* in *Eriophorum angustifolium*. Prostorska ločenost obeh subasociacij potrjuje tezo, da so bile med posameznimi predeli Ljubljanskega barja velike floristične razlike, pa tudi, da je bilo pravo visoko barje razvito le na Goriškem Mahu. Kompleksa Bevskega Mahu in Kostanjevice predstavljata namreč prehodno barje.

Iz florističnega sestava je razvidno, da gre za močno obubožano nižinsko barjansko združbo, ki je verjetno nekdaj poraščala Ljubljansko barje na mnogo večji površini (prim. DESCHMANN 1858).

Sphagno – *Betuletum* LIBBERT 1933 (tab. 2)

Združba predstavlja naprednejšo, progresivno stopnjo. Vključuje že lesne predstavnike, med njimi predvsem obe vrsti breze, *Betula pendula* in *B. pubescens*. Razlikovanje tipične vrste *B. pubescens* je dokaj težavno, saj obstajajo med obema vrstama pogosti križanci različnih stopenj. Obe vrsti, ki sta značilnici za združbo, uspevata ločeno ali najpogosteje skupaj. Njuna višina je zelo različna, od 0,5 do 6 m.

Z izjemo drevesne oziroma grmovne plasti je floristični sestav združbe bolj ali manj enak inventarju predhodne združbe. V glavnem so zaradi manjše vlažnosti podlage spremenjeni le količinski odnosi med vrstami. Še vedno je v celoti prisotna skupina ombrotrofnih vrst, značilnice združbe, sfagnumske vrste, pa imajo dokaj visoko pokrovnost. Zaradi bolj suhe podlage je ponekod opazno prevladovanje vrste *Sphagnum nemoreum*, kar je v skladu s shemo vertikalne zonacije šotnih mahov v Sloveniji (MARTINČIČ, PISKERNIK 1985). Število minerotrofnih vrst ni bistveno večje.

Tabela 1: *Calluno (Frangulo)–Sphagnetum* ass. novaTable 1: *Calluno (Frangulo)–Sphagnetum* ass.nova

Številka popisa (Relevé No.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25																																																																					
Lokacija (Location)	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	B	K	K	K	K	K	K	K	B	B	B	B	B	B																																																																					
Število vrst (Nr. of species)	5	3	4	5	6	6	7	8	7	8	8	5	6	7	6	8	10	9	7	8	8	8	7	6	6																																																																					
Subasociacija/subassociation	<i>Andromedetosum pol</i>												<i>molinetosum caerul</i>																																																																																	
Značilnice in razlikovalnice Ass. character species																																																																																														
M <i>Calluna vulgaris</i>	5	4	2	2	4	3	2	3	2	2	3	3	+	3	3	1	2	1	5	4	2	3	2	4	5																																																																					
O <i>Sphagnum nemoreum</i>	+			1	+	1	5	5	2	1	5	+	1	1	4	5	5	3	3	3	5	5	5	3	+																																																																					
O <i>Sphagnum magellanicum</i>		5	+	5	5	5	+	+		5	+		3	3	1	1	1	+	+	1	+	+	+	3																																																																						
O <i>Sphagnum papillosum</i>	+					5	+		4												+	+		+																																																																						
O <i>Sphagnum rubellum</i>																	+																																																																													
Diferencialne vrste subasociacije <i>C.–Sph. andromedetosum</i> Differential species for subass. <i>C.–Sph. andromedetosum</i>																																																																																														
O <i>Andromeda polifolia</i>	<table><tr><td>+</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>+</td><td></td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>+</td><td></td><td>1</td><td>+</td><td>+</td><td>1</td><td></td><td>+</td><td>+</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>+</td><td>+</td><td>1</td><td>+</td><td></td></tr></table>												+	1	1	2	+		2	1	2	1	1	1	1		+		1	+	+	1		+	+							2		+	+	1	+		+														+																															
+	1	1	2	+		2	1	2	1	1	1																																																																																			
1		+		1	+	+	1		+	+																																																																																				
					2		+	+	1	+																																																																																				
O <i>Polytrichum strictum</i>																																																																																														
O <i>Drosera rotundifolia</i>																																																																																														
Diferencialne vrste subasociacije <i>C.–Sph. molinetosum</i> Differential species for subass. <i>C.–Sph. molinetosum</i>																																																																																														
M <i>Molinia coerulea</i>													+	<table><tr><td>1</td><td>+</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>+</td></tr><tr><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>+</td><td>1</td><td>1</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>+</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>4</td></tr></table>													1	+	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	+	3	2	1			1	2	2		+	+	+	+						1	+	1	1	+	+	+	+	2											+											1	1	2	2	2	1	4
1	+	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	+																																																																																		
3	2	1			1	2	2		+	+	+	+																																																																																		
					1	+	1	1	+	+	+	+																																																																																		
2											+																																																																																			
									1	1	2	2	2	1	4																																																																															
M <i>Eriophorum angustifolium</i>													1																																																																																	
M <i>Potentilla erecta</i>																																																																																														
M <i>Molinia arundinacea</i>																																																																																														
M <i>Frangula alnus</i>													+																																																																																	

Ombrotrofne vrste/ombrotrophic species

1 *Rhynchospora alba*

+ + + + + + + 2 2 2

Eriophorum vaginatum

+ 1 +

Minerotrofne vrste/minerotrophic species

Carex canescens

+ 2 +

Aulacomnium palustre

3 + +

Eriophorum latifolium

3

Drosera intermedia

+

Viola palustris

+

Popisi/Relevé

K – Kostanjevica

G – Goriški Mah

B – Bevke

O – ombrotrofne vrste/ombrotrophic species

M – minerotrofne vrste/minerotrophic species

Tabela 2: *Sphagno-Betuletum* LIBBERT 1933Table 2: *Sphagno-Betuletum* LIBBERT 1933

Številka popisa/Relevé No.

Lokacija/Location

Število vrst/Nr. of species

Višina dreves/height of trees

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
K	K	G	G	B	M	G	B	B	B	B	B	B	B	K	M
6	7	6	8	12	12	7	10	10	11	13	14	10	12	7	16
4	3	0,5	0,7	6	–	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	4	0,5	3	0,5

Subasociacija/subassociation

*typicum**molinietosum*

Značilnice in razlikovalnice

Ass. character species

M *Calluna vulgaris*

4 4 5 3 2 1 3 3 2 2 1 1 + + 5 4

O *Sphagnum nemoreum*

5 1 3 4 + + 1 3 1 + + + 4 1

M *Betula pubescens*

1 1 1 2 1 4 2 + 2 + 2 2 1 1

M *Betula pendula*

1 1 5 1 + 3 ? 1 1 + 1 2 + 2

O *Sphagnum magellanicum*

5 1 + 1 + 4 1 + 2

O *Sphagnum papillosum*

1 + 1 4 3 4 1 + + 2

O *Sphagnum rubellum*

+ +

Cont. Tab. 2

Cont. Tab. 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Diferencialne vrste subasociacije <i>Sph.-B. molinietosum</i>																
Differential species for subass. <i>Sph.-B. molinietosum</i>																

M Molinia coerulea
M Molinia arundinacea

+	1	2	3	2	2	2	
2	1			1	4	2	1

Ombrotrofne vrste/ombrotrophic species

<i>Polytrichum strictum</i>	1		+	+	+		+				+	1	+	+		
<i>Andromeda polifolia</i>			+	1				1	1	1						
<i>Rhynchospora alba</i>					+						+	+	+	1		
<i>Drosera rotundifolia</i>			+								+	+				
<i>Oxycoccus palustris</i>								1	+							

Minerotrofne vrste/minerotrophic species

<i>Frangula alnus</i>	2	3		+	+	1		+	2	1	+	+	+	+	4	2
<i>Salix aurita</i>					+	1			+		+	+	+	+		+
<i>Rubus hirtus</i>					+	+										+
<i>Sphagnum palustre</i>												+	+			
<i>Dryopteris carthusiana</i>						+										1
<i>Drosera intermedia</i>												+	+			
<i>Potentilla erecta</i>											+				+	
<i>Sphagnum centrale</i>							5									
<i>Eriophorum angustifolium</i>														1		
<i>Angelica sylvestris</i>													+			
<i>Dicranella cerviculata</i>					+											+
<i>Dicranum scoparium</i>														+		
<i>Eriophorum latifolium</i>													+			
<i>Juncus conglomeratus</i>															1	
<i>Spiraea salicifolia</i>																

Popisi/Relevé:

B – Bevke
G – Goriški Mah
K – Kostanjevica
M – Na Mahu

O – ombrotrofne vrste/ombrotrophic species
M – minerotrofne vrste/minerotrophic species

Združba *Sphagno-Betuletum* se razvije iz predhodne zaradi osuševanja podlage, ko nastanejo ugodni pogoji za naseljevanje lesnih rastlin. Kot sukcesijska stopnja je v primarnem razvojnem nizu razvita samo na osamelcu Kostanjevica, kjer naseljuje obrobje ter nekoliko dvignjene, bolj osušene predele v centru. Izven Kostanjevice porašča združba le površine na delno porezani šoti. Zaradi večje vlažnosti podlage je prišlo do regresivnega nastanka primitivnejših vegetacijskih stopenj, npr. *Calluno-Sphagnetum*. Ob ponovnem osuševanju podlage pa je vegetacijski razvoj znova (sekundarno) dosegel sukcesijsko stopnjo združbe *Sphagno-Betuletum*. V florističnem pogledu je združba na Ljubljanskem barju močno osiromašena. To ne preseneča, saj predstavlja Ljubljansko barje južno obrobje areala visokih barij v nižinskih predelih Evrope.

Pino sylvestris – *Betuletum* ELLENBERG et KLÖTZLI 1972 (tab. 3)

Iz združbe *Sphagno-Betuletum* vodi nadaljnji razvoj v smer intenzivnega zaraščanja z lesnimi rastlinami. Vzporedno s tem se zmanjšuje število ombrotrofnih vrst. Na ostankih porezane ali delno porezane šote nastanejo gozdički, kjer doseže drevesna plast višino nad 10 m. Poleg rdečega bora sta značilnici združbe obe vrsti breze, *Betula pendula* in *B. pubescens*, ki ju je najti v večini popisov hkrati. V obravnavano združbo smo uvrstili tudi nekaj popisov brez vrste *Pinus sylvestris*. Posledica človekovih posegov je, da v teh primerih ni najti rdečega bora. Plast zelišč obsega sicer znatno več vrst kot v prejšnji združbi, vendar je pokrovnost v glavnem nizka.

Ombrotrofnih vrst skoraj ni več, kajti rastišča te združbe so dvignjena nad okolico, zato so šotna tla večinoma močno izsušena. Le pri popisih 1–3 so ombrotrofne vrste še zastopane, vendar z nizko pokrovnostjo. Iz višine drevesnih vrst lahko sklepamo, da gre vsaj v teh primerih za sekundarni progresivni razvoj, ki je komaj dosegel stopnjo te združbe. Seveda pa ne moremo z gotovostjo sklepati, da vsi drugi popisi predstavljajo primarni razvojni niz. Človekovega poseganja je namreč čedalje manj, zato je primerov izsekavanja gozdičkov in ponovnega rezanja šote v zadnjih desetletjih malo.

Površine, ki jih porašča združba *Pino sylvestris-Betuletum* so razmeroma majhne in raztresene po vsem Ljubljanskem barju med parcelami s kmetijskimi kulturami. Združbo sta opisala ELLENBERG in KLÖTZLI v Švici. Mnenja smo, da naši popisi predstavljajo identično združbo, saj so floristične razlike nebitne.

Betulo – *Quercetum roboris* ass. nova (tab. 4)

Najvišjo razvojno stopnjo vegetacije na izsušeni šotni podlagi predstavljajo gozdički rdečega bora in breze s primesjo doba, *Quercus robur*. Višina drevesne plasti je vedno nad 10 m. Značilnica *Quercus robur* sicer nikjer ne prevladuje, daje pa značilen floristični in ekološki pečat. Floristični sestav združbe se od prejšnje malo razlikuje. Predvsem se poveča število lesnih predstavnikov, število zelnatih vrst pa ostane bolj ali manj nespremenjeno. Pomembno je, da ni nobenih ombrotrofnih elementov. V večini popisov manjka tudi *Calluna vulgaris*. Združba se razvije iz prejšnje, vendar so površine, ki jih pokriva, razmeroma majhne. Morda človek z izsekavanjem gospodarsko vrednega hrasta ohranja večino gozdičkov na nivoju *Pino sylvestris-Betuletum*.

4.2. Združbe razvojnega niza na porezani šoti

Razen na barju na Kostanjevici je razvoj vegetacije na šotni podlagi Ljubljanskega barja danes že povsod dosegel najvišjo razvojno stopnjo, ki ne vključuje nobenih ombrotrofnih elementov. Zato so površine, ki imajo glede na floro in fiziognomijo videz visokega barja, nastale na regresivni način. Kjer je človek rezal šoto ali zarezal vanjo osuševane jarke, se je povečala vlažnost podlage. S tem so bili ustvarjeni pogoji za ponovno naseljevanje ombrotrofnih elementov nekdanjega visokega barja. Za ta regresivni razvoj je značilna zlasti ponovna naselitev sfagnumskih vrst. Od začetne faze dalje, ob ponovnem izsuševanju podlage, poteka tudi tak razvoj v progresivni smeri preko istih stopenj kot primarni razvojni niz.

Tabela 3: *Pino sylvestris* – *Betuletum* ELLENB. et KLÖTZLI 1972
Table 3: *Pino sylvestris* – *Betuletum* ELLENB. et KLÖTZLI 1972

Številka popisa/Relevé No.	1	2
Lokacija/Location	B	G
Število vrst/Nr. of species	12	11
Višina dreves/height of trees	1	1
Značilnice in razlikovalnice Ass. character species		
<i>Betula pendula</i>	2	2
<i>Betula pubescens</i>	1	1
<i>Pinus sylvestris</i>	2	2
<i>Frangula alnus</i>	1	1
<i>Salix aurita</i>		
<i>Rubus hirtus</i>		
<i>Populus tremula</i>		
<i>Spiraea salicifolia</i>		
<i>Sorbus aucuparia</i>		
Ombrotrofne vrste/ombrotrophic species		
<i>Sphagnum papillosum</i>	+	+
<i>Polytrichum strictum</i>	+	+
<i>Sphagnum nemoreum</i>	+	1
<i>Rhynchospora alba</i>	+	1
<i>Drosera rotundifolia</i>		
<i>Sphagnum magellanicum</i>		
<i>Andromeda polifolia</i>		
Minerotrofne vrste/minerotrophic species		
<i>Calluna vulgaris</i>	5	5
<i>Carex canescens</i>	+	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+	+
<i>Leucobrym glaucum</i>	2	
<i>Aulacomnium palustre</i>		1

[illegible]

Molinia caerulea
Molinia arundinacea
Dryopteris carthusiana
Athyrium f femina
Lysimachia vulgaris
Potentilla erecta
Polytrichum formosum
Dicranella sp.
Pleurozium schreberi
Calliergonella cuspidata
Vaccinium myrtillus
Eriophorum angustifolium
Galium uliginosum
Angelica sylvestris
Dryopteris cristata
Climacium dendroides
Eurhynchium angustirete
Plagiothecium leatum
Peucedanum palustre
Dolichotheca seligeri
Tetraphis pellucida
Thuidium delicatulum
Campylium elodes
Pleuridium acuminatum

Popisi/Relevé:

B – Bevke

G – Goriški Mah

M – Na Mahu

A. Martinčič: Fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju

[illegible]

Tabela 4: *Betulo-Quercetum roboris* ass.nova

Table 4: *Betulo-Quercetum roboris* ass.nova

Številka popisa/Relevé No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lokacija/Location	Z	Z	Z	B	B	B	M	M	M	M
Število vrst/Nr. of species	8	10	13	10	11	14	20	19	15	14
Višina drevs/height of trees	10	15	15	15	10	15	12	10	15	15
Značilnice in raziskovalnice										
Ass. character species										
<i>Quercus robur</i>	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2
<i>Betula pubescens</i>	3	2	2	5	1	2	4	5		1
<i>Betula pendula</i>		1		+	2	1	1	1	3	3
<i>Pinus sylvestris</i>	1	1	1	1	3	3	1	+		1
<i>Frangula alnus</i>	3	3	2	3	3	2	3	3	+	2
<i>Rubus hirtus</i>	+	+	3	+	1	3	+	+	+	
<i>Salix aurita</i>	1	+	2	1		1	1	+		1
<i>Sorbus aucuparia</i>		+								
<i>Populus tremula</i>			3				+	+	+	+
<i>Prunus padus</i>			1						2	+
<i>Spiraea salicifolia</i>							+			+
<i>Ribes nigrum</i>							+	+		
<i>Viburnum opulus</i>									+	
<i>Euonymus europaea</i>									+	
<i>Molinia arundinacea</i>	+	+	+	2	3	+	1	1		+
<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	1	+			+	2	1		+
<i>Equisetum arvense</i>			+							
<i>Athyrium filix femina</i>			+							
<i>Vaccinium myrtillus</i>				+						
<i>Galeopsis speciosa</i>						+				
<i>Eupatorium cannabinum</i>						+				
<i>Lysimachia vulgaris</i>							+	+		
<i>Galium palustre</i>							+	+		
<i>Potentilla erecta</i>							+	+		
<i>Calluna vulgaris</i>									1	
<i>Solanum dulcamara</i>									1	
<i>Scrophularia nodosa</i>									+	
<i>Juncus effusus</i>									+	
<i>Pleurozium schreberi</i>	+									
<i>Eurhynchium angustirete</i>	+									
<i>Tetraphis pellucida</i>	+	+								
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+	+			+		+		+	
<i>Polytrichum formosum</i>	+			+		+	+	+		
<i>Dolichotheca seligeri</i>		+						+		+
<i>Platygyrium repens</i>		+								
<i>Atrichum undulatum</i>			+		+	+				
<i>Mnium cuspidatum</i>			+							
<i>Leucobryum glaucum</i>					+					
<i>Dicranum scoparium</i>					+			+		
<i>Sphagnum palustre</i>							2			
<i>Climacium dendroides</i>							+	+		
<i>Plagiothecium laetum</i>								+	+	

Popisi/Relevé: B – Bevke

M – Na Mahu

Z – Kozlarjeva gošča

Kako daleč seže regresija, je odvisno od debeline porezane šote. Najprimitivnejšo stopnjo v razvojnem nizu na porezani šoti predstavljata združbi *Sphagnetum cuspidati* in *Sphagnetum fallacis*. Obe sta razviti v jarkih, izkopanih v šoto, kjer je vse leto voda. Floristični inventar obsega le eno ali drugo sfagnumsko vrsto, prisotna pa je tudi *Andromeda polifolia*. Čeprav sta združbi navidez fragmentarno razviti, predstavljata samostojni kombinaciji. Floristični inventar obsega še številne vrste alg, ki pa so premalo preučene. Na voljo imamo le orientacijski seznam* za združbo *Sphagnetum cuspidati*, ki obsega naslednje vrste:

<i>Netrium digitus</i>	<i>Trachelomonas euchlora</i>
<i>Tribonema viride</i>	<i>Penium spirostriolatum</i>
<i>Staurostrum punctulatum</i>	<i>Gloeococcus shōteri</i>
<i>Staurostrum angulosum</i>	<i>Spirogyra</i> sp.
<i>Euastrum binale</i>	<i>Mougeotia</i> sp.
<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Euglena</i> sp.
<i>Geminella interrupta</i>	<i>Navicula</i> sp.
<i>Cosmarium venustum</i>	<i>Synedra</i> sp.
<i>Closterium striolatum</i>	

Obe združbi sta razviti le v globljih jarkih na kompleksu Goriškega Mahu.

Na Goriškem Mahu je razvita tudi združba *Rhynchospora albae-Sphagnetum tenelli* (tab. 5), ki je sicer splošno razširjena na nekaterih naših gorskih barjih (MARTINČIČ, PISKERNIK 1985). Pokriva manjše površine v plitvih jarkih na šoti. Floristični sestav je zelo reven, kajti ekološke razmere so ekstremne. Na Goriškem mahu nadomešča v združbi *Drosera intermedia* vrsto *D. rotundifolia*, čeprav je ta tod močno razširjena. Ekologija združbe je podobna kot na gorskih barjih, kjer porašča erodirano šoto. Tukaj se naseljuje neposredno na golo šotno površino. V času poletne suše je *Sphagnum tenellum* povsem izsušen, pa tudi površina šote skorjasto otrdi. Ob močnejšem dežju so predeli često pod vodo. Pokrovnost le redko dosega 100 %, bolj pogosto je, da je vmes gola šota ali pa jo pokrivajo posamezni odtrgani primerki vrste *Sphagnum tenellum*.

Tabela 5: Združba *Rhynchospora albae-Sphagnetum tenelli* MARTINČIČ, PISKERNIK 1985
Table 5: Community *Rhynchospora albae-Sphagnetum tenelli* MARTINČIČ, PISKERNIK 1985

Številka popisa/Relevé No.	1	2	3	4	5
Število vrst/Nr. of species	4	4	4	5	5
Značilnici – Ass. character species					
<i>Sphagnum tenellum</i>	+	2	5	1	5
<i>Rhynchospora alba</i>	1	1	+	+	1
<i>Drosera intermedia</i>	2	2	1	3	2
<i>Sphagnum palustre</i>	+	4	1	1	1
<i>Andromeda polifolia</i>				1	+

Popisi/Relevé: 1 – 5 Goriški Mah

*det. D. Vrhovšek

Naslednja združba, ki se razvija na porezani šoti, je *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum*. Floristični sestav površine te združbe, ki nastanejo v sekundarnem progresivnem razvoju, obsega večinoma vse elemente, ki jih najdemo na barju na Kostanjevici. Vendar so med obema kompleksoma, kjer je združba razvita (tab. 1), velike floristične razlike. Na Goriškem Mahu pri Preserju popolnoma prevladujejo ombrotrofni elementi. Minerotrofne vrste so zelo redke. Na raztresenih površinah v okolici Bevk je ravno obratno. Od ombrotrofnih predstavnikov je najti v glavnem le vrsti *Sphagnum nemoreum* in *S. magellanicum*, tu in tam se jima pridruži še *S. papillosum*. Vzrok za te razlike je predvsem večja sušnost podlage. Morda pa so te razlike tudi dokaz, da so bile že prej med posameznimi kompleksi določene floristične razlike.

Združba *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum* je razvita na površinah, kjer je bila do določene globine porezana šota, razvije pa se tudi v osuševalnih jarkih na šotni podlagi. Ekološki dejavniki, ki omogočajo njen ponovni nastanek, so večja vlažnost podlage, dosežena z znižanjem površine, nizek pH podlage oziroma vode v tleh (pod 5) ter majhna množina kalcija (do 5 mg/l) v vodi. Takšne ekološke razmere so tam, kjer človek ni porezal vse šote ter ni peskal. Kjer so kot agrotehnični ukrep za povečevanje rodovitnosti uporabljali peskanje, se je množina kalcija v tleh povečala nad to mejno vrednost, istočasno pa tudi pH podlage. Na takih površinah se v jarkih naseli izključno minerotrofna močvirska ali pa vodna vegetacija z vrstami: *Alisma plantago-aquatica*, *Mentha aquatica*, *Veronica beccabunga*, *Typha latifolia*, *Cardamine pratensis*, *Peucedanum palustre*, *Caltha palustris* idr.

V optimalnem sestavu je združba razvita le na majhnih površinah. Bolj pogosto nastopa v fragmentarni obliki z ustrezno zmanjšanim florističnim sestavom, značilen fiziognomski videz ji daje množina ene ali druge sfagnumske vrste.

Ob nadaljnjem osuševanju podlage se iz prehodne združbe tudi v sekundarnem razvojem nizu razvije naprednejša in ekološko zahtevnejša združba *Sphagno-Betuletum*. Najti jo je na vseh ohranjenih visokobarjanskih kompleksih, vendar kaže floristični sestav popisov določene razlike. Najbolje je združba razvita na fragmentih v okolici Bevk, ki so rezultat sekundarnega razvojnega niza (!), deloma pa tudi na Goriškem Mahu. V okolici Grmeza in v Kozlarjevi gošči so ohranjene le majhne površine. Podlaga je preveč izsušena, da bi značilne sfagnumske vrste še lahko uspevale v večjem obsegu. Pomembno floristično razliko med posameznimi območji predstavlja tudi razmerje med vrstama *Molinia coerulea* in *M. arundinacea*. Na Kostanjevici uspeva le prva. Na površinah sekundarnega niza vse bolj prevladuje *M. arundinacea*, ki na najbolj suhih popolnoma prevlada.

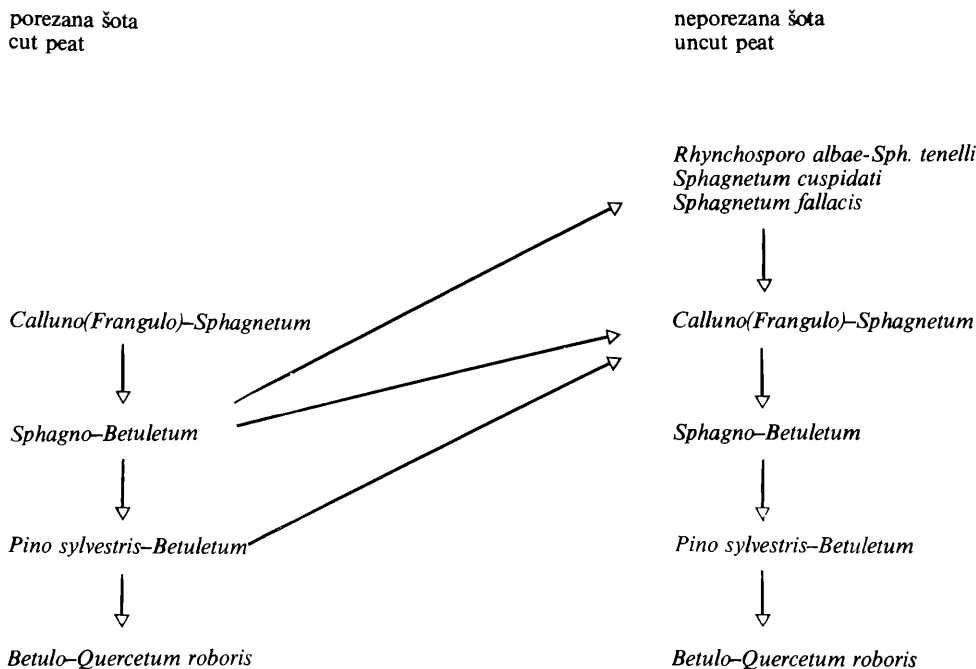
Nadaljnje osuševanje podlage povzroči propad večine ombrotrofnih elementov. Močno pa se okrepi drevesna plast – tako po številu vrst kakor tudi po fiziognomiji. Združba *Sphagno-Betuletum* polagoma preide v gozdičke rdečega bora in brez v združbo *Pino sylvestris – Betuletum*. Vendar je danes zelo težko sklepati, katere površine sodijo v primarne in katere v sekundarni razvojni niz. Človekovo delovanje, ki je bilo preteklih sto let na Ljubljanskem barju zelo intenzivno, je lahko večkrat povzročilo regresivni in ponovni progresivni razvoj. Zavedati se moramo namreč, da imata najpogostejša posega – osuševanje in rezanje šote, diametralno nasproten učinek na razvoj barjanske vegetacije.

Kar je bilo rečeno za prejšnjo združbo, velja tudi na najvišjo razvojno stopnjo vegetacije na šotnih tleh Ljubljanskega barja, za združbo *Betulo-Quercetum roboris*. Sicer ni nikakršnih neposrednih dokazov, po katerih bi lahko ločili površine, ki so nastale v primarnem ali sekundarnem razvojnem nizu; vendar tudi ni dokazov, ki ne bi dovoljevali obeh možnih poti v razvoju do današnjega dne.

Vmesno stopnjo v progresivnem razvoju barjanske vegetacije predstavljajo resave (*Cal-lunetum*) na neporezani šoti. Danes so le antropogenega izvora, saj sta občasna košnja ali namerno požiganje tista, ki izločata drevesne vrste in ohranjata skoraj čisto kulturo vrste *Cal-luna vulgaris*. Tu in tam so primešane tudi ombrotrofne vrste *Rhynchospora alba* in *Andromeda polifolia*, zelo redko pa še *Eriophorum vaginatum*. Prvi dve vrsti se množično raz-

Tabela 6: Shema razvoja vegetacije na šotni podlagi Ljubljanskega barja.

Table 6: Scheme of vegetational development on peat substratum of Ljubljansko barje.



vijeta samo po košnji ali požigu. Kasneje se zaradi konkurenčne moči jesenske vrese ohraniti samo sporadično. Skupino minerotrofnih elementov zastopa poleg vrese tu in tam še vrsta *Molinia coerulea*. Zaradi dvignjene površine so šotna tla močno izsušena, zato so sfagnumske vrste, *Sphagnum nemoreum*, *S. magellanicum* zelo redke, na obsežnih površinah jih celo ni. Dodaten faktor, ki onemogoča uspevanje šotnih mahov, je tudi močno segrevanje površine tal zaradi nizke vegetacije ter s tem povezano izsuševanje. Resave lahko štejemo v združbo *Sphagno-Betuletum* (?), predvsem pa h gozdičkom *Pino sylvestris-Betuletum*. Na površinah, ki jih ne kosijo ali požigajo več let, se takoj naselijo breze in tudi rdeči bor. Vendar je floristični inventar močno osiromašen, zato predstavljajo take površine le fragmente ustreznih združb.

Resave pokrivajo razmeroma velike površine na kompleksu Goriškega Mahu pri Pre-serju, manjše fragmente pa poraščajo tudi v okolici Bevk.

5. Kartiranje fragmentov in njihova ekologija

5.1. Fragmenti v okolici Bevk (Bevški Mah)

Današnji drobci šotnih površin so ostanek velikega Bevškega Mahu, ki se je razprostiral med osamelcem Kostanjevico in Drenovim gričem. Še v sredini 19. stoletja je bil to največji

kompleks visokega barja, z najdebelejšo šoto. Danes je sestavljen iz številnih fragmentov, večinoma manjših od 1 ha, ki so ohranjeni izolirano od kmetijskih površin. Stopnja porezanosti šote je različna. Površine, kjer je šota najmanj porezana, se dvigajo danes 1–1,5 m nad okolno površino. Celokupna debelina šote pa ne presega 2–3 m. Zelo verjetno je, da prvotna površina ni nikjer več ohranjena. Rezanje šote se danes nadaljuje le še na majhnih površinah.

5.1.1. Flora in vegetacija

Vegetacija fragmentov na šotni podlagi v okolici Bevk je dokaj pestra. Razvite so vse združbe, od primitivnejše *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum* pa do najvišje razvojne stopnje *Betulo-Quercetum roboris* (sl. 6–9). Združbi *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum* in *Sphagno-Betuletum* sta nedvomno nastali v sekundarnem progresivnem razvojnem nizu, tam, kjer je človek močnejše porezal šoto in s tem približal površino nivoju talne vode. Ker je bilo rezanje šote še do nedavna precej intenzivno (PETERLIN 1971), pokrivata obe združbi razmeroma velike površine. Posebno velja to za združbo *Sphagno-Betuletum*, ki po prenehanju človekovega vpliva neovirano nastaja iz čistih resav – *Callunetum* s. lat. ali pa iz najprimitivnejše združbe *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum*. Velikost lesnih rastlin, predvsem brez, je zelo različna, saj znaša razpon od 0,5 do 6 m.

Za površine, ki jih poraščata združbi *Pino sylvestris-Betuletum* in *Betulo-Quercetum*, je nemogoče določiti, ali so nastale med primarnim ali sekundarnim razvojnim nizom. Starost oziroma velikost dreves dopuščata obe možnosti, vendar se bolj nagibamo k sekundarnemu nastanku. Razlog za tako gledanje nam daje predvsem izredno močan vpliv človeka v zadnjih 150 letih na prostoru Bevskega Mahu.

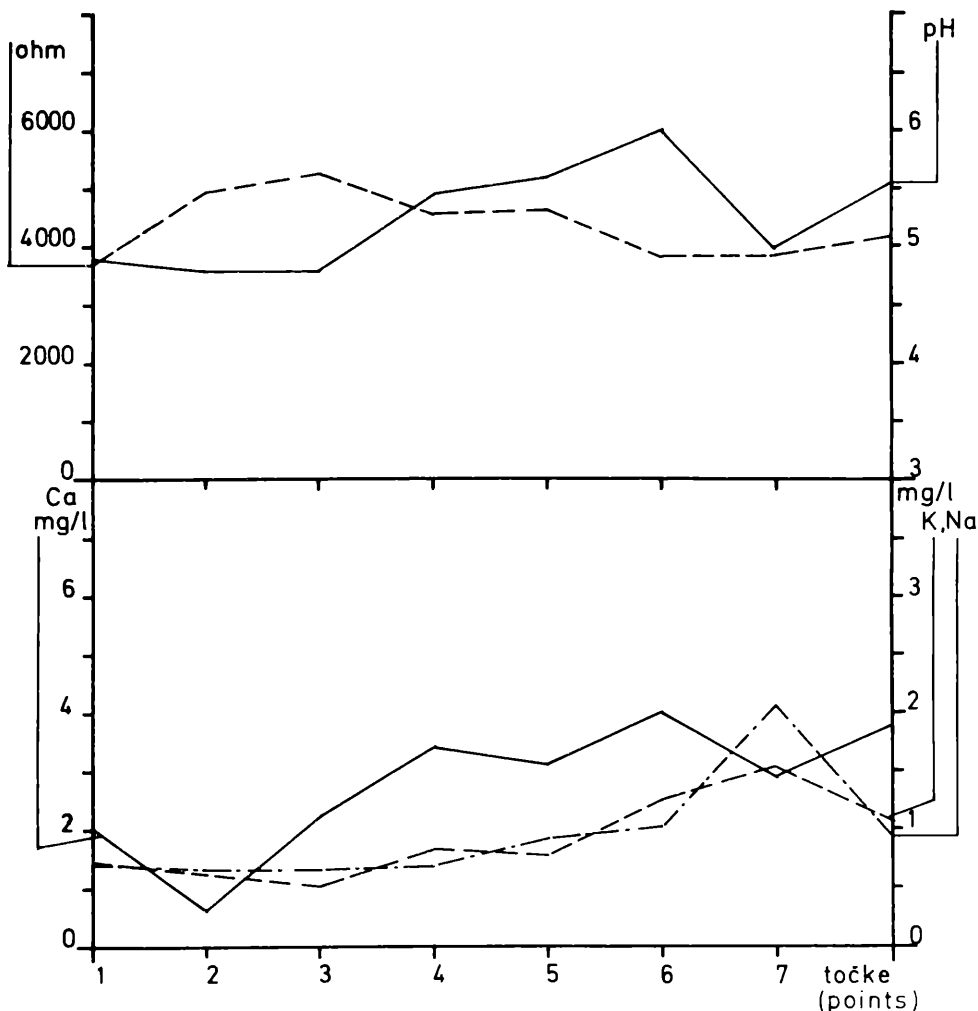
Poleg naštetih združb pokrivajo majhne površine na deloma porezani šoti tudi čiste resave – *Callunetum* s. lat. in sestoji navadne khrlike, *Frangula alnus*, ki pa niso tipološko opredeljeni. Njun floristični sestav je obubožan do skrajnosti, ohranjata pa se samo s pomočjo človeka.

Flora fragmentov je razvidna iz vegetacijskih tabel. Ombrotrofne vrste so razmeroma pogoste, posebno vrste iz rodu *Sphagnum*: *nemoreum*, *magellanicum* in *papillosum*. Manjka le *Eriophorum vaginatum*. Posebej je treba omeniti vrsto *Oxycoccus palustris*, ki ima tod edino današnje nahajališče na Ljubljanskem barju. Največje število visokobarjanskih vrst uspeva v združbi *Sphagno-Betuletum*, kar jasno dokazuje – skupaj z majhno višino brez, da so te površine nastale šele nedavno iz združbe *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum*.

5.1.2. Ekologija

Raziskovanja visokih barj žé dalj časa obsegajo poleg floristično vegetacijske komponente tudi ekološko. Toda večina ekoloških raziskovanj je vse do novejšega časa obsegala ugotavljanje temperaturnih razmer, reakcije šote in vode v tleh ter vlažnost razmer. Raziskovanj kemizma, predvsem kationov v barjanskih tleh, je bilo razmeroma malo in niso bile sistematične. Šele v zadnjih dvajsetih letih so opravili številnejše raziskave kemizma vode in šote v eni ali več vegetacijskih sezonah v rednih presledkih, in sicer z namenom, da se ugotovi vzročna povezava med razporeditvijo visokobarjanskih združb in kemizmom okolja (npr. GIES 1972, HÖLZER 1977, WILDI 1977 idr.).

Enake raziskave smo opravili tudi na naših visokih barjih v montanskem pasu (MARTINČIČ, PISKERNIK 1985). Le na fragmentih na Ljubljanskem barju doslej ni bilo sistematičnega proučevanja kemizma. Zato smo tej problematiki v sedanjih raziskovanjih posvetili več pozornosti. Poglavitni namen raziskav ekologije visokobarjanskih fragmentov je bil ugotoviti, kakšen pomen ima, poleg nivoja talne vode, kemizem podlage.

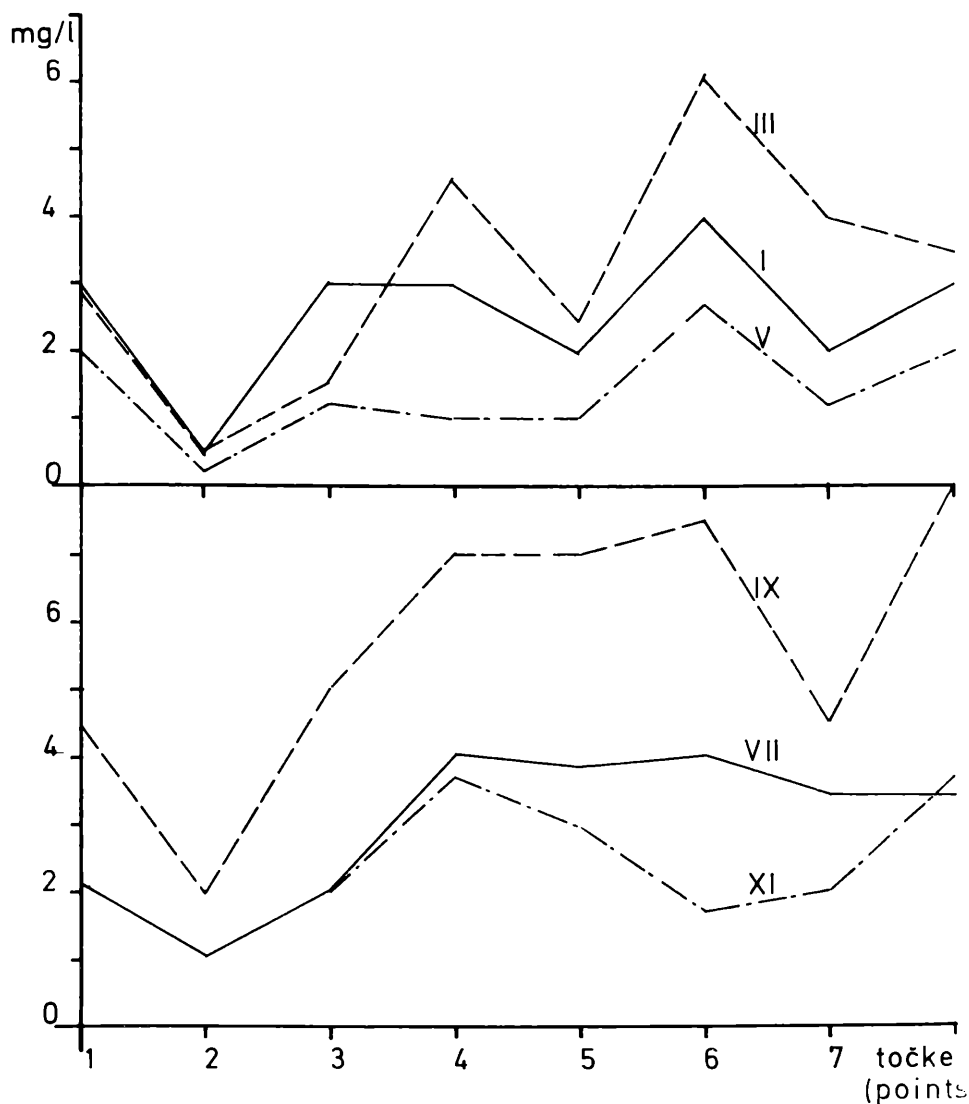


Sl. 2. Bevke: letni povprečki nekaterih fizikalno-kemijskih parametrov na profilu šotišča (za razlago točk glej str. 24).

Fig. 2. Bevke: Annual mean values of certain physical-chemical parameters on the profile of the peat-bog (for the explanation of single points refer to pp. 24).

Visoka barja so izrazito oligotrofni biotopi, zelo revni z mineralnimi snovmi. Ker so izolirani od podlage (talne vode) z nepropustnimi plastmi, je poglavitni, često pa tudi edini vir mineralne prehrane barjanskih rastlin atmosferska voda.

Na obrobju visokega barja, kjer se kaže vpliv mineralno bogate podlage, konkurenčnost ombrotrofih visokobarskih rastlin naglo upade, namesto njih se naselijo minerotrofne vrste. Ta prehod je lahko dokaj nagel oziroma izveden v ozkem prehodnem pasu. Na Ljubljanskem barju, kjer naravnega obrobja ni, so fragmenti nekdanjega visokega barja še bolj izolirani in omejeni. Mnogi fragmenti ležijo med poljedelskimi površinami, kjer je človek s peskanjem

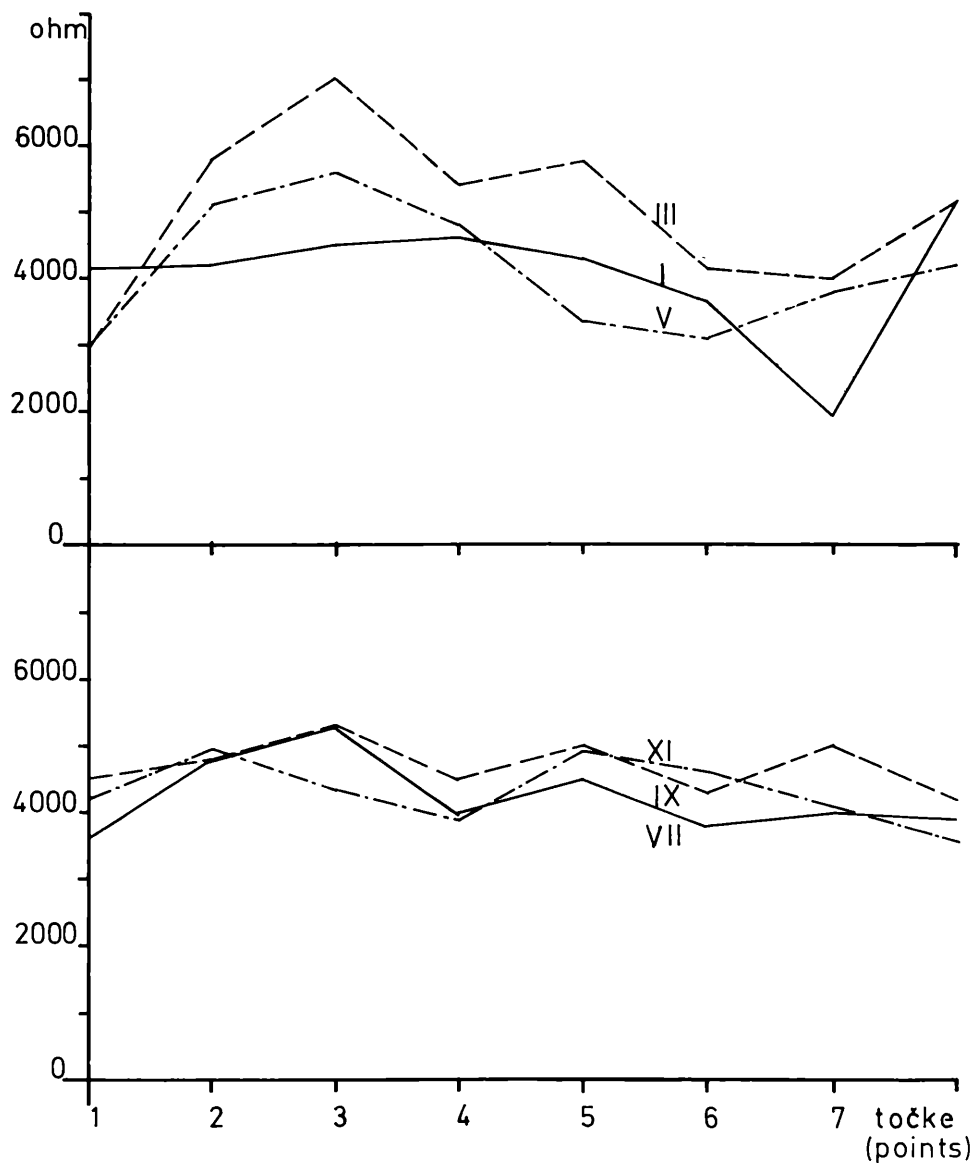


Sl. 3. Bevke: potek pH in Ca^{++} v nekaterih mesecih na profilu šotišča.

Fig. 3. Bevke: pH and Ca^{++} values on the profile of the peat-bog in the course of certain months.

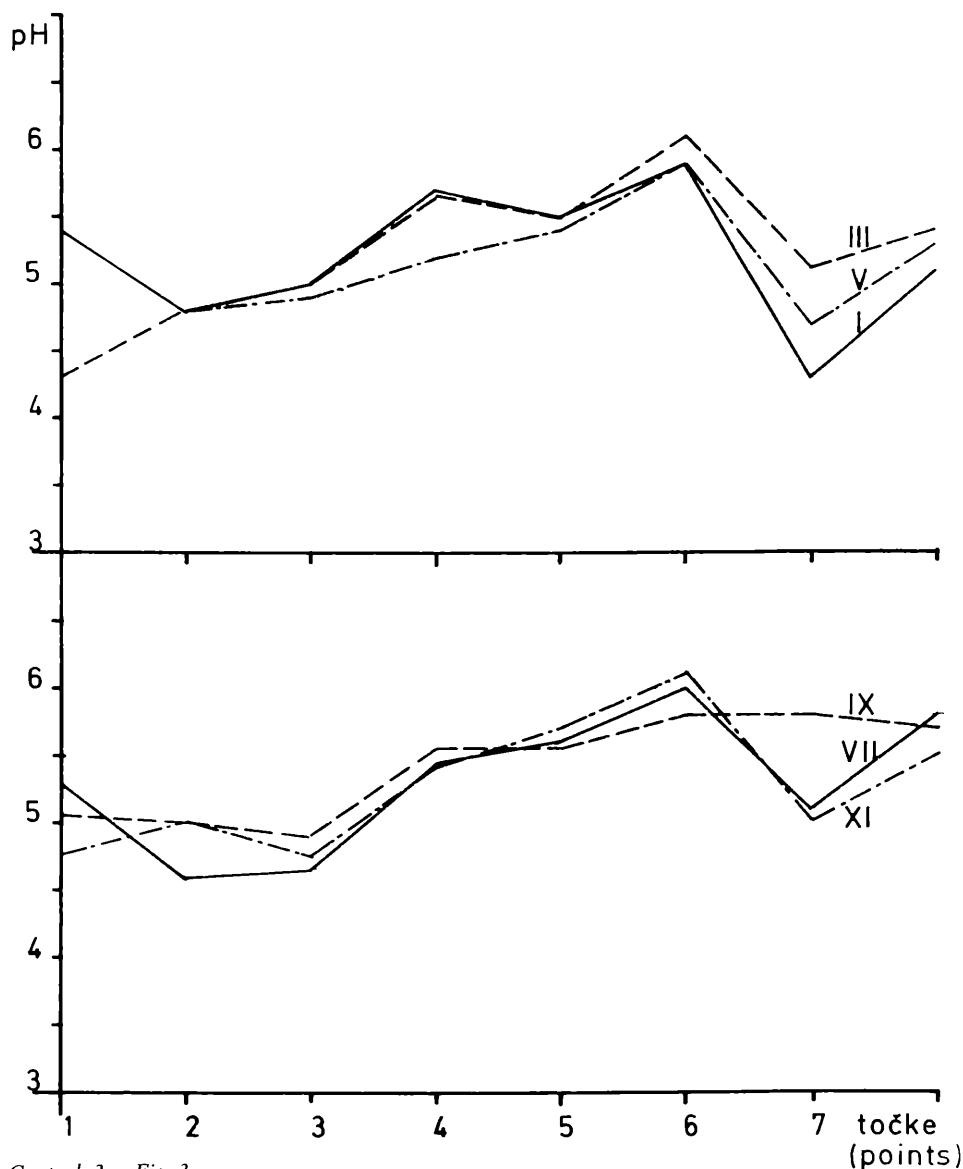
in drugimi agrotehničnimi ukrepi močno spremenil kemizem podlage. Čiste šotne površine so zato kot nekakšni otoki sredi mineralno bogatejših njiv in travnikov. Večinoma jih ločuje manjši ali večji osuševalni jarek, ki tvori ostro floristično in tudi kemično mejo.

Za preučevanje kemizna podlage je poleg analize šote najbolj primerna metoda analize vode v tleh, torej medija, iz katerega črpajo barjanske rastline hranilne snovi. Metoda je bila



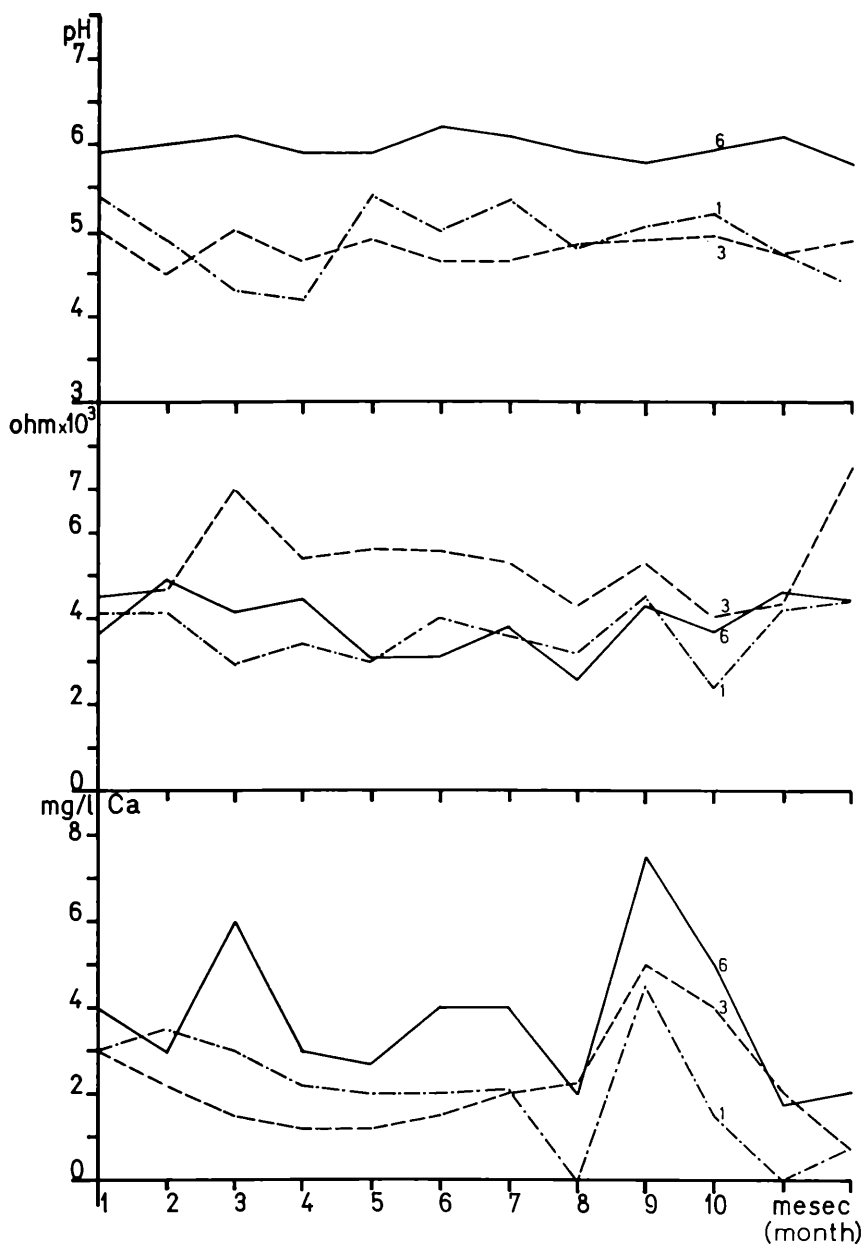
Sl. 4. Bevke: potek električne upornosti v nekaterih mesecih na profilu šotišča.

Fig. 4. Bevke: electrical resistance on the profile of the peat-bog in the course of certain months.



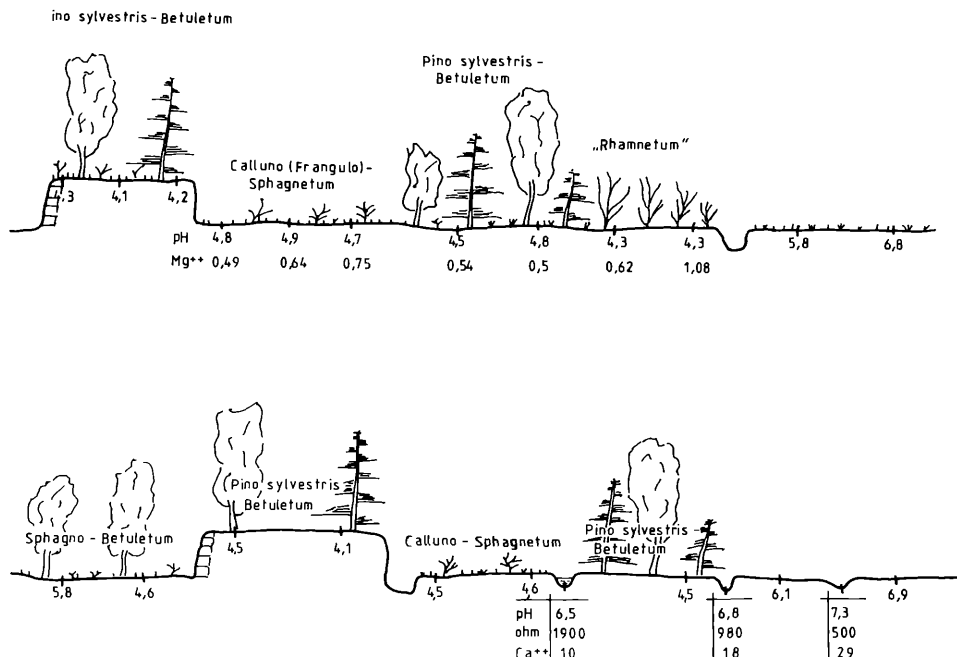
Cont. sl. 3. – Fig. 3.

večkrat kritično obravnavana, kajti po mnenju mnogih avtorjev rezultati ne ustrezajo povsem dejanskemu stanju. Vendar v tem času ni bolj ustrezne metode, zato je še vedno edina, ki jo splošno uporabljajo za preučevanje kemizma visokobarjanskega okolja. Da bi zagotovili čimbolj primerljiv odvzem vzorcev, smo na izbranih fragmentih zabili v šoto preluknjane plastične cevi – sonde, dolge 0,5 do 1 m, iz katerih smo v rednih enomesečnih presledkih jemali vzorce vode (prim. GIES 1972). Sonde smo razvrstili v obliki profilov, da bi čimbolj izčrpno zajeli vso raznolikost kemizma podlage.



Sl. 5. Bevke: letni potek vrednosti nekaterih fizikalno-kemijskih parametrov na točkah 1, 3 in 6 profila šotišča (za razlago točk glej str. 24).

Fig. 5. Annual course of values of certain physical-chemical parameters in Points 1, 3 and 6 of the profile of the peat-bog (for the explanation of single points refer to pp. 24).



Sl. 7. Bevke: skica vegetacijskega profila, vrednost pH šote ter pH, električne upornosti in Ca⁺⁺ v vodi iz jarkov

Fig. 7. Bevke: A sketch of the vegetational profile, pH values of the peat, and values of pH, electrical resistance and Ca⁺⁺ in the water from the trenches.

Veliko število fragmentov, ki so raztreseni po okolici Bevk, ne dovoljuje, da bi pri proučevanju kemizma upoštevali vse. Zato smo le na enem, vegetacijsko najbolj zanimivem, postavili profil iz sond ter merili vse leto (sl. 6).

Razmestitev sond je razvidna s sl. 6. Postavljene so bile v naslednjih združbah:

- 1 – 3: *Calluno (Frangulo) – Sphagnetum*
- 4 – 5: *Pino sylvestris – Betuletum*
- 6 – 7: sestoj vrste *Frangula alnus* (»*Rhamnetum*«)
- 8: travnik *Molinietum coeruleae* s.lat.

Fragment pokriva razen na dvignjenem delu v celoti vegetacija sekundarnega razvojnega niza. Še pred nekaj leti so rezali šoto, zato je združba *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum* ob dvignjenem delu povsem inicialna. Tudi borovo-brezov gozdiček na porezani šoti je mlad, precej starejši pa je na dvignjenem delu. Število ombrotrofnih elementov je precejšnje, vrste iz rodu *Sphagnum* (*magellanicum*, *nemoreum*, *papillosum*, *rubellum*) pa pokrivajo celotno površino. Izven fragmenta je le sonda 8, ki je postavljena na napol opuščenem travniku vrste *Molinietum coeruleae* s.lat., vendar je podlaga precej šotnata.

Kemizem podlaga je prikazan na sl. 2–8.

Kemizem deževnice: Za razumevanje celokupnega režima mineralnih snovi v tleh visokega barja je nujno potrebno poznavanje kemičnega sestava padavin, bodisi dežja, bodisi snega. Šele v luči teh podatkov lahko ocenjujemo podatke, dobljene s kemično analizo vode v visokobarjanskem okolju. Seveda imajo pravo vrednost le podatki, zbrani v daljšem,

Tabela 7: Bevke: kemizem deževnice na območju fragmenta.
Table 7: Bevke: Chemism of the rain-water in the fragment area.

	pH	upornost resistance Ohm	Ca ⁺	mg/l K ⁺	Na ⁺
5.3.1982	5,6	2050	9,8	1,45	4,75
19.3.1982	5,9	21000	1,0	0,6	1,28
9.4.1982	6,8	3900	3,2	0,85	1,7
11.7.1982	4,8	5500	1,8	0,7	0,55

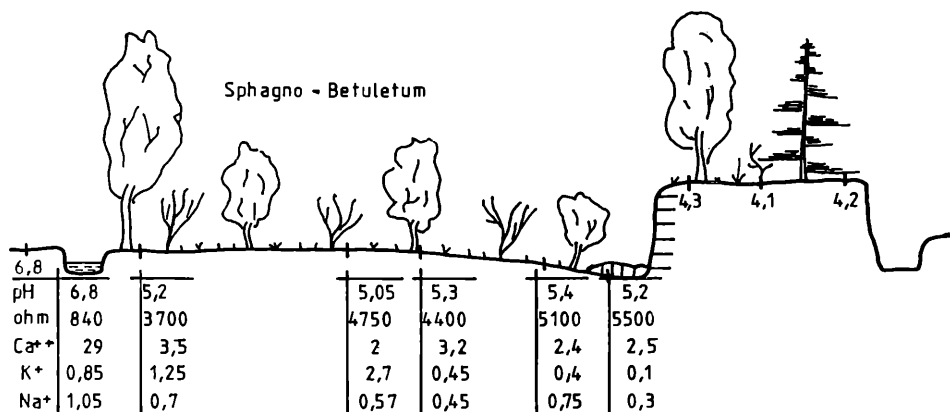
Tabela 8: Bevke: kemizem vode v odvodnem jarku med njivami, ob šotnem fragmentu.
Table 8: Bevke: Chemism of the water from a drain trench between the fields along the peat fragment.

	pH	upornost resistance Ohm	Ca ⁺⁺	mg/l K ⁺	Na ⁺
januar	6,5	1750	11	0,15	1,1
februar	7,1	1800	18	1,1	1,13
marec	6,4	2150	12	0,13	0,75
april	6,4	2300	8,5	0,2	0,5
maj	6,3	1500	13	1,05	0,9
junij	6,6	2150	10	0,2	0,45
julij	6,2	1600	14	0,25	0,11
avgust	6,4	2200	13	0,3	0,45
september	6,5	2300	17	0,05	0,72
oktober	6,4	1500	13	0,6	0,5
november	6,25	1200	8	1,05	0,88
december	6,3	1000	11,5	0,15	0,6

nekajletnem obdobju, kajti nihanja med letom so zelo velika (GIES 1972, HÖLZER 1977). Da bi dobili vsaj približen vpogled, smo naredili manjše število analiz deževnice. Rezultati, zbrani v tabeli 7, nam dajejo pisano podobo. Vzroki za to so malo poznani. Razlike so med drugim pogojene z različno količino prašnih delcev v atmosferi, ki so lahko lokalnega izvora ali pa so iz oddaljenih predelov. Vpliva tudi dolžina sušnih oziroma deževnih obdobij, pri kratkotrajnih odvzemih vzorcev pa tudi čas odvzema – ali na začetku padavin ali kasneje.

Vrednosti pH: Primerjava posameznih točk na profilu (sl. 2) nam kaže, da so povprečne letne vrednosti precej izenačene, saj ležijo v izrazito kislem območju med 4,5 in 5,5. Le točka 6 izstopa z nekoliko višjim pH. Predel okrog te točke porašča *Frangula alnus*. Tudi opuščen travnik (točka 8), kjer prevladuje *Molinia coerulea*, ima vrednosti, ki so sicer značilne za fragmente na šoti. To kaže, da ni bilo nobenih posebnih agrotehničnih ukrepov. Tudi med posameznimi meseci skorajda ni omembe vrednih razlik (sl. 3). Povsem drugačne so razmere v večjem osuševalnem jarku ob robu šotnega fragmenta, ki odvaja vodo s sosednjih njiv (tab. 8). Med celim letom dosega pH vode vrednosti med 6 in 7. To je posledica agrotehničnih ukrepov, predvsem vnosa kalcija na njive za izboljšanje plodnosti tal. V takšnih ekoloških razmerah se v odvodnem jarku ne morejo naseljevati ombrotrofni visokobarjanski elementi, temveč le minerotrofne vodne in močvirske vrste.

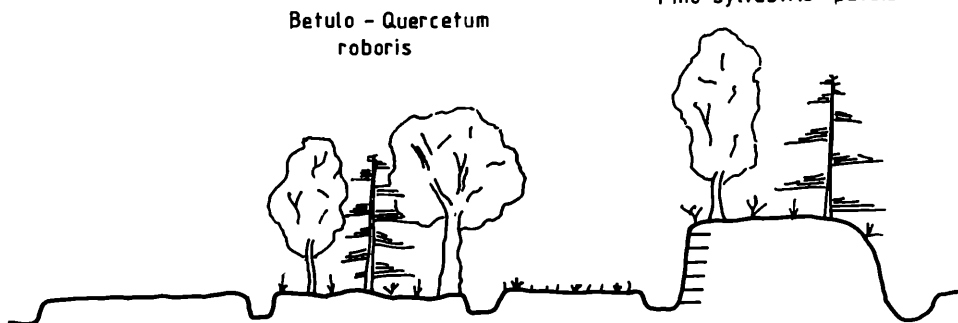
Pino sylvestris - Betuletum



Sl. 8. Bevke: skica vegetacijskega profila na šotni podlagi ter vrednosti nekaterih fiz.-kem. parametrov vode iz sond.

Fig. 8. Bevke: A sketch of the vegetational profile on the peat-substratum and values of certain physical-chemical parameters of the water from the sounds.

Pino sylvestris - Betuletum



Sl. 9. Bevke: skica vegetacijskega profila šotnega fragmenta.

Fig. 9. Bevke: A sketch of the vegetational profile of the peat fragment.

Električna upornost: Pri preučevanju kemizma visokega barja je pomemben parameter tudi upornost. Dobljene vrednosti so odraz količine mineralnih snovi, raztopljenih v vodi, zato nam upornost služi za presojo oligo- oziroma minerotrofnosti podlage. To je tembolj pomembno, ker je cikel mineralne prehrane rastlin na visokem barju vezan bolj na padavine.

Kot smo pri določevanju vrednosti kislosti (pH) ugotovili, da so povprečne letne vrednosti na profilu fragmenta precej izenačene, lahko isto trdimo za upornost (sl. 2). Vrednosti za vse točke ležijo v območju med 4000 in 5500 Ohm. Po pričakovanju ima najnižjo vrednost

točka 6, kjer znaša letni povpreček celo manj kot 4000 Ohm. Nihanja vrednosti v posameznih mesecih so nekoliko večja. Predvsem izstopa mesec marec (sl. 4). Razlog je najbrž daljše močno deževje pred odvzemnim terminom.

Upornost je najbolj jasno povezana s pH vrednostmi. Ob višjem pH je upornost manjša (velika prevodnost); vendar razmere niso vedno enostavne, kajti upornost je rezultat kompleksnega delovanja številnih dejavnikov. Manj jasna je korelacija s kalcijem.

Vrednosti v vodi odvodnega jarka so znatno nižje (tab. 8), kar priča o mnogo večji količini mineralnih snovi na obdelovalnih tleh.

Kalcij: Kalcij je gotovo najpomembnejši kation za razumevanje kemizma visokega barja oziroma obrobja. Vendar je količina Ca v različnih predelih različna.

Povprečne letne vrednosti ne presegajo 4 mg Ca/l, vendar so razlike med posameznimi točkami relativno velike (sl. 3). Vidno je sicer povečevanje množine kalcija od najprimitivnejše vegetacije proti naprednejši, vendar so vse vrednosti v okviru normalnih za visokobarjansko okolje. To nam lepo ilustrira primerjava z množino kalcija v vodi jarka med njivami (tab. 8), kjer so tudi najnižje vrednosti višje od najvišje vrednosti na barjanskem fragmentu (sl. 3).

Razlike med posameznimi meseci so precej velike, vendar so vrednosti 4 mg Ca/l presežene le dvakrat, in sicer v marcu ter septembru. Morebiten razlog za to (posebno za september) so padavine, bogate z apnenčastim prahom, posebno po daljšem sušnem obdobju.

Kalij in natrij ne kažeta nobene povezave s stopnjo minerotrofnosti podlage (sl. 2, tab. 8). Enake razmere smo opazili na naših gorskih barjih (MARTINČIČ et al. 1979).

Za **m a g n e z i j** imamo na voljo malo podatkov. Vendar je razvidno, da ga vsebuje voda v šotni podlagi na visokobarjanskem fragmentu (sl. 6) največ 1 mg/l. V mineralno bogatejši vodi odvodnega jarka pa znaša vsebnost nad 5 mg/l.

Zelo podobne so razmere tudi na drugih fragmentih z neporezano ali delno porezano šoto v okolici Bevk (sl. 7,8).

5.2. Fragmenti pri Goričici (Goriški Mah)

Goriški Mah pri Preserju je največji ohranjeni kompleks nekdanjega visokega barja na Ljubljanskem barju. Velikost največjega dela znaša preko 10 ha, okrog pa so raztreseni še majhni fragmenti v velikosti njivskih parcel, skupno skoraj 20 ha. Celoten kompleks je nekoliko dvignjen, zato ga tudi največje poplavne vode, ki so v tem območju reden pojav, ne dosežejo. Debelina šote znaša 3,0 do 3,3 m, le na parcelah, kjer so travniki ali njive, je debelina ca. 2,5 m. Zaradi konfiguracije terena je težko verjeti, da je to vsa šota, ki se je nabrala v stoletjih. Ravna površina parcel med odvodnimi jarki kaže, da je bil del šote porezan, vendar kasneje niso bile izkoriščene za kmetijsko proizvodnjo.

5.2.1. Flora in vegetacija

Goriški Mah je danes najbogatejše nahajališče ombrotrofnih elementov na Ljubljanskem barju. Razen vrste *Oxycoccus palustris* uspevajo tod prav vse visokobarjanske vrste, ki so še na »največjem in najzanimivejšem barju nekdanje Avstrije«. Večina teh vrst uspeva v jarkih, zarezanih v šotno površino, torej na sekundarnih rastiščih, le *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia*, *Rhynchospora alba* ter *Polytrichum strictum* poraščajo tudi izsušene površine resav in borovo-brezovih gozdičkov.

Vegetacija na kompleksu Goriškega Mahu obsega prav vse združbe, ki smo jih v prvem delu navedli za šotno podlago na Ljubljanskem barju, od najprimitivnejših do najnaprednejših. Tako kot na drugih fragmentih tudi tukaj ne moremo z gotovostjo trditi, da pripadajo nekatere združbe primarnemu razvojnemu nizu. V poštev prideta le dve, in sicer *Pino sylvestris-Betuletum* in *Betulo-Quercetum roboris*. Vendar nimamo nobenih dokazov za takšno ali drugačno razlago.

Vse druge združbe zanesljivo pripadajo sekundarnemu razvojnemu nizu. Najprimitivnejše so razvite v osuševalnih jarkih, ki so zarezani različno globoko v šotno površino. Znižanje površine in s tem povečanje vlažnosti je omogočilo, da se na kemično nespremenjeni šotni podlagi ponovno naselijo ombrotrofne visokobarjanske vrste oziroma izdiferencirajo ustrezne združbe. V jarkih, kjer je večji del leta voda, sta razviti združbi *Sphagnetum cuspidati* in *Sphagnetum fallacis*. Manjše površine pokriva združba *Rhynchospora albae-Sphagnetum tenelli*, ki se naseljuje na golo šoto v plitvih jarkih, zato je poleti često izsušena. Največji del jarkov porašča združba *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum*. Sfgnumske vrste v tej združbi, ki so pogosto prostorsko ločene, so *Sphagnum nemoreum*, *S. magellanicum*, *S. papillosum*. Glede na vlažnost rastišča so šotni mahovi pritlikavi, nekaj cm veliki ali pa dosežejo 20–30 cm. Vrste *Frangula alnus* večinoma ni. Najmanj vlažen del jarka se lahko polagoma pretvori v fragmente združbe *Sphagno-Betuletum*.

Združbe, ki so razvite na osušeni šotni podlagi izven jarkov, vključujejo le redke visokobarjanske vrste ali pa nobene. Precejšnje površine zavzema združba *Sphagno-Betuletum*. Kot potencialno vegetacijo štejemo sem tudi antropogeno ohranjene resave *Callunetum* s. lat. Redna košnja ali požiganje jih ohranja na obsežnih površinah. Kjer ni vpliva človeka, se prično takoj naseljevati breze in površina se spreminja v združbo *Pino sylvestris-Betuletum*. Le redko je prehodna faza *Sphagno-Betuletum*, kajti zaradi izsušene površine šotni mahovi večinoma manjkajo. Majhen del površin pa pokriva končna razvojna stopnja vegetacije na šotni podlagi, *Betulo-Quercetum roboris*.

5.2.2. Ekologija

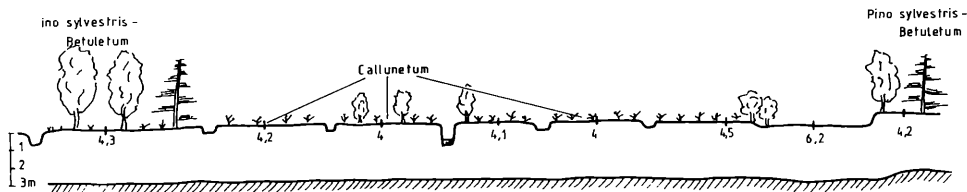
Tudi na Goriškem Mahu smo se pri proučevanju ekologije omejili na parametre, ki lahko v največji meri osvetlijo razlike med fragmenti visokega barja ter sosednjimi poljedelskimi površinami. Rezultati tudi pokažejo, v kakšnih razmerah se obnovita ombrotrofna flora in vegetacija. Zato je bilo težišče na merjenju pH, električne upornosti in kalcija v talni vodi ter pH podlage. Redno smo sicer merili tudi K^+ in Na^+ , opravili pa smo tudi manjše število meritev Mg^{++} .

Na Goriškem Mahu nismo zajemali vzorcev vode v sondah, temveč na označenih mestih v različno globokih odvodnih jarkih, zarezanih v šotno podlago. Primerjali smo jo z vodo v jarkih med njivami ter potoku Borovniščica, ki teče po zahodnem robu Goriškega Mahu.

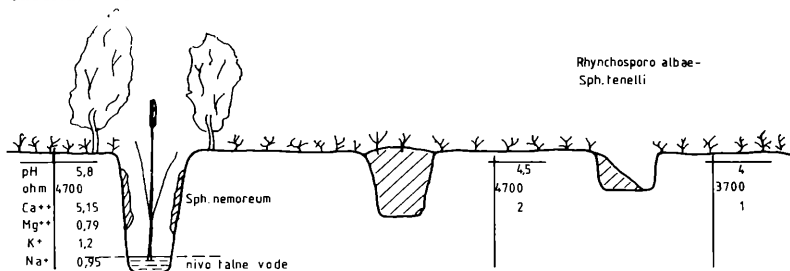
Na splošno so na Goriškem Mahu podobne razmere kot na drugih fragmentih. Šotne površine, v katere je človek posegal samo fizično (rezanje šote), so ohranile normalen kemizem vode in šote (sl. 10). Na njivah in travnikih pa je ne glede na stopnjo porezanosti prišlo zaradi agrotehničnih ukrepov do večjih sprememb kemizma podlage, o čemer dovolj zgovorno pričajo že podatki o pH podlage.

Kemizem deževnice: O problematiki kemizma deževnice in njenem pomenu za visokobarjanske rastline smo razpravljali že v poglavju o fragmentih v okolici Bevk. Zato se tu omejimo le na prikaz maloštevilnih meritev, ne da bi jih komentirali.

Da bi zajeli celoten razpon kemizma na kompleksu Goričice, smo poleg posamičnih meritev na različnih mestih opravili še meritve vode na stalnih mestih v rednih mesečnih presledkih. Izbrali smo vegetacijsko najbolj pestre odvodne jarke.



Sl. 10. Goriški Mah: skica vegetacijskega profila, globina šote ter vrednosti pH šotne podlage na površini.
Fig. 10. Goriški Mah: A sketch of the vegetational profile, depth of the peat, and pH values of the peat substratum on the surface.



Sl. 11. Goriški Mah: skica vegetacijskega profila ter vrednosti nekaterih fiz.-kem. parametrov (april).
Fig. 11. Goriški Mah: A sketch of the vegetational profile and values of certain physical-chemical parameters (April).

Tabela 9: Goričica: kemizem deževnice na območju kompleksa.
Table 9: Goričica: Chemism of the rain water in the area of the complex.

Datum	pH	upornost resistance Ohm	Ca ⁺⁺	mg/l K ⁺	Na ⁺
12.3.1982	6,7	5750	1,8	1,2	1,
13.3.1982	5,0	11600	1,5	0,15	0,34
15.3.1982	6,25	7300	0,8	0,65	0,8
19.3.1982	4,7	19000	1,0	0,6	0,95

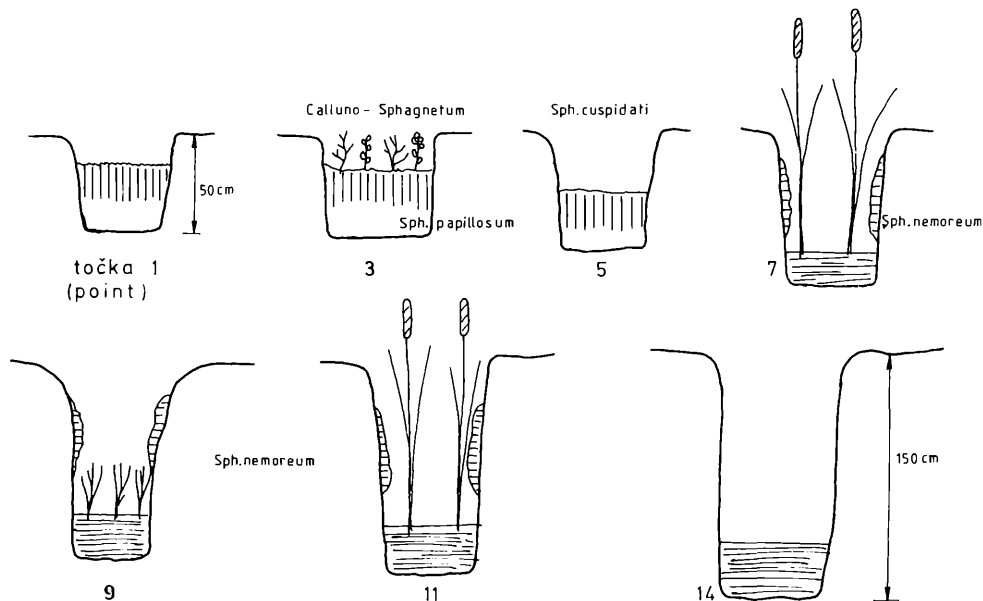
Jarek I

Začenja se slepo v šotni podlagi in je globok 0,50 m. Po 250 m dolžine vodi v potok Borovniščico. Tam je zarezan v šotno podlago že 1,5 m globoko. Ob visokih spomladanskih in jesenskih vodah vdira vanj v spodnjem delu mineralno bogata voda potoka.

Vegetacija na točkah odvzema vzorcev je naslednja (sl. 12):

- 1 – 2: *Sphagnetum cuspidati*
- 3: *Calluno-Sphagnetum*
- 4 – 5: *Sphagnetum cuspidati*
- 6: redk *Sphagnum cuspidatum*
- 7: *Typha latifolia*, *Lythrum salicaria*, *Peucedanum palustre*
- 8: redk *Sphagnum cuspidatum*

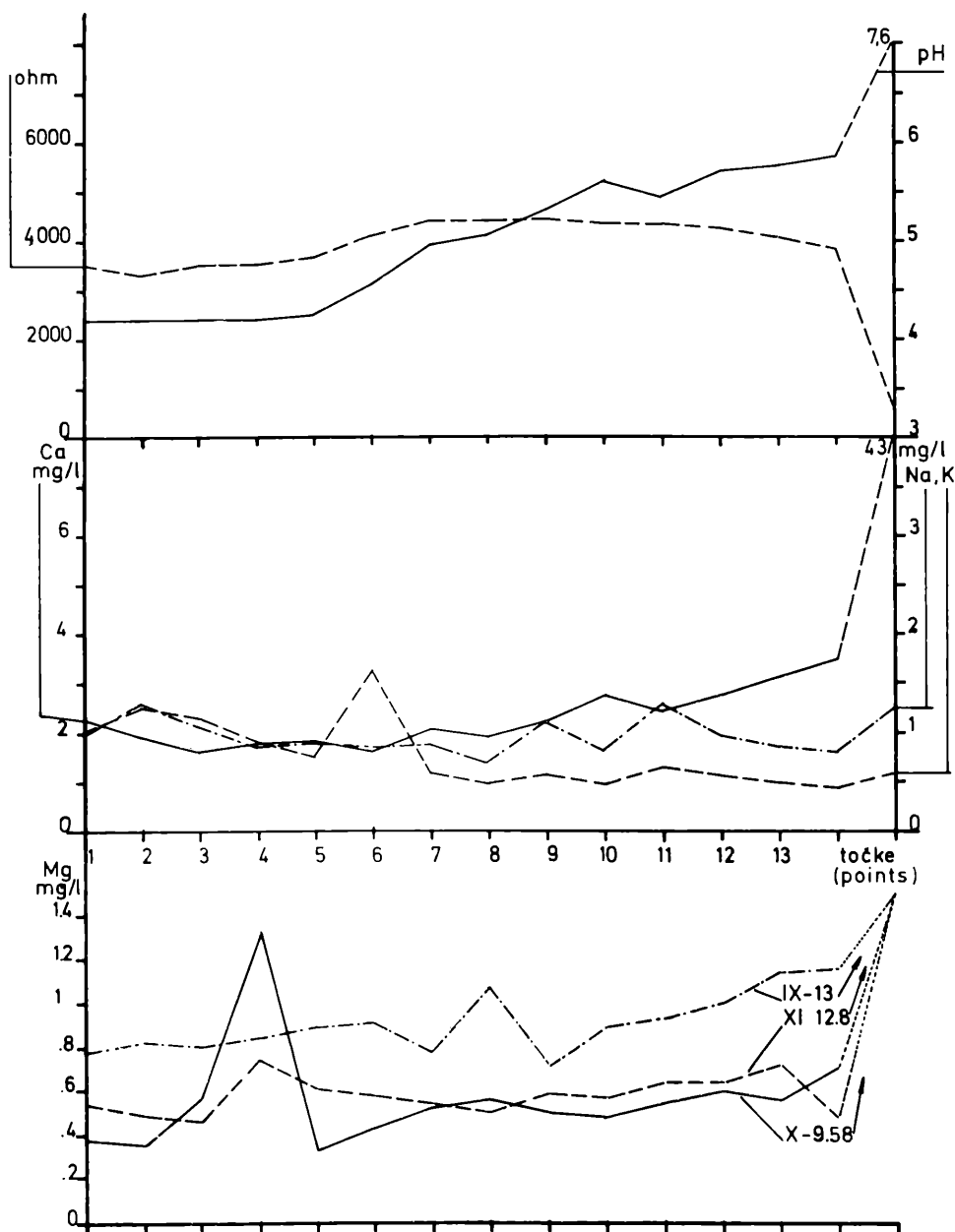
- 9 – 10: gola šota, *Carex canescens*
 11: *Typha latifolia*
 12: gola šota
 13: *Typha latifolia*
 14: gola šota
 15: potok Borovniščica



Sl. 12. Goriški Mah: profili jarka in vegetacije na nekaterih točkah stalnega odvzema vzorcev vode.
 Fig. 12. Goriški Mah: Profiles of a trench and vegetation in certain points of a permanent taking of water samples.

Na točkah 1–6 uspeva ombrotrofna visokobarjanska vegetacija, ki je nastala v sekundarnem razvojnem nizu. Od tod dalje pa najdemo močvirske minerotrofne vrste, med njimi *Typha latifolia*, *Peucedanum palustre*, *Lythrum salicaria*, *Carex canescens*, *Lysimachia vulgaris*. Le pod vrhnjim robom jarka, izven dosega vode, uspevajo *Sphagnum nemoreum*, *Andromeda polifolia* in *Polytrichum strictum*.

Vrednosti pH: Primerjava posameznih točk na celotnem razponu jarka I (sl. 13, 14) nam kaže zelo velike razlike. V začetnem delu, do točke 6, ki ga porašča ombrotrofna vegetacija sekundarnega razvojnega niza, so vrednosti izenačene, leže pa vse v izrazito kislem območju med 4,0 in 4,5. Od tod dalje, kjer šotnih mahov ni več ali pa so redki, pH polagoma narašča do konca jarka, kjer doseže letni povpreček vrednosti skoraj 6. Razlogov za tako stanje je več. Prvi je različen kemizem šotnih plasti, kar je povezano z njihovo sestavo. Globlje plasti ne pripadajo nekdanjemu visokemu barju, temveč močvirski vegetaciji, zato je njihov pH višji. Drugi vzrok so lahko šotni mahovi. Naselijo se samo tam, kjer je kisla podlaga, z malo kalcija. Istočasno pa tudi sami vplivajo na zniževanje vrednosti pH okolice, kjer uspevajo. Enakomerno zviševanje pH vode v jarku ob istočasnem poviševanju globine jarka v celoti potrjuje naše domneve. Naše ugotovitve potrjujejo tudi razmere v jarkih z enakomer-



Sl. 13. Goriški Mah: letni povprečni nekaterih fiz.-kem. parametrov ter vrednosti Mg^{++} v vodi jarka I (za razlago točk glej str. 29–30).

Fig. 13. Goriški Mah: Annual mean values of certain physical-chemical parameters and Mg^{++} values of the water from trench I (for the explanation of single points refer to pp. 29–30).

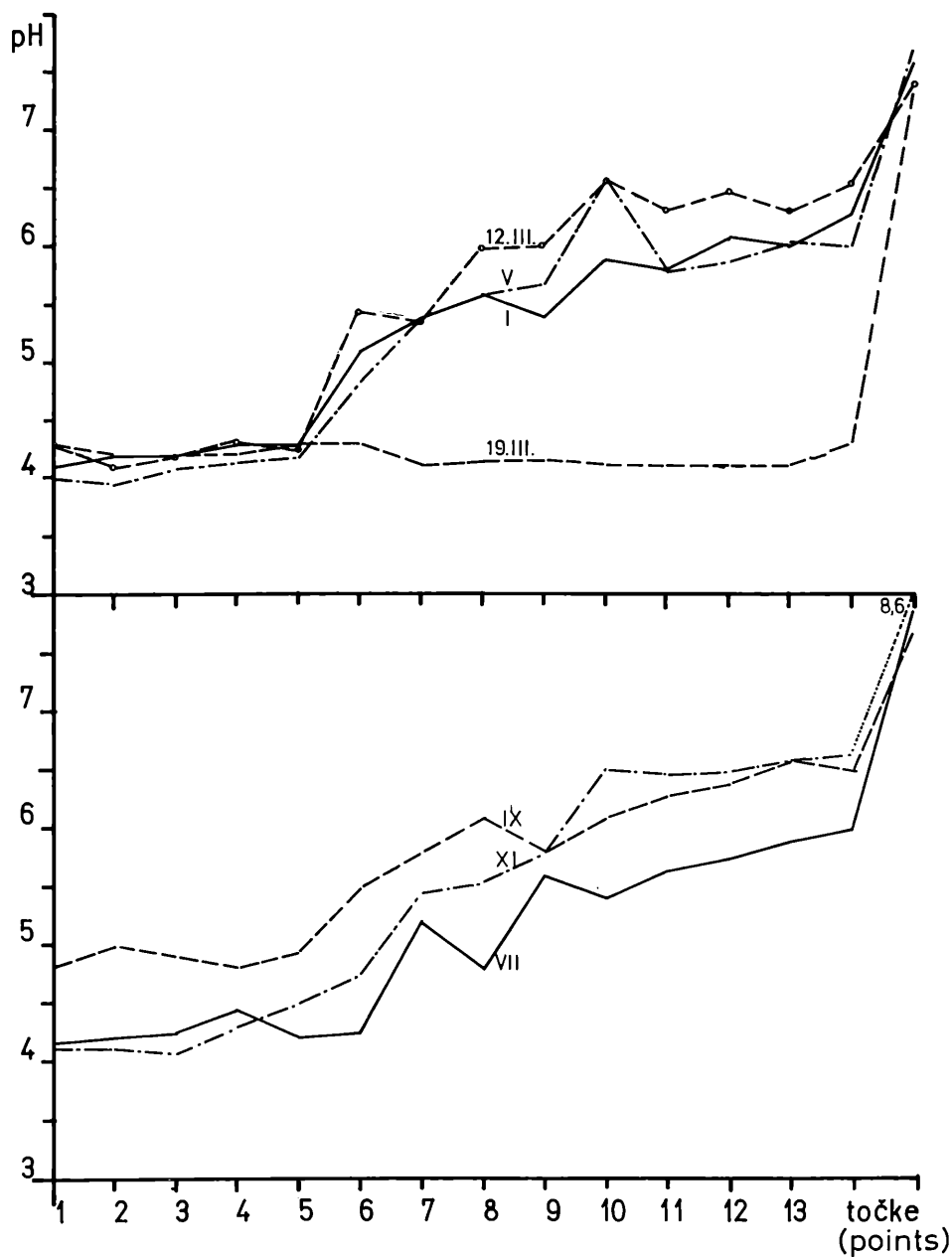
Tabela 10: Goričica: kemizem vode v odvodnem jarku med njivo in šotnim fragmentom.
Table 10: Goričica: Chemism of the water from a drain trench between a field and a peat fragment.

	pH	upornost resistance Ohm	Ca ⁺⁺	mg/l K ⁺	Na ⁺
januar	–	–	–	–	– ni vode
februar	6,6	2400	9,5	1,7	1,4
marec	6,2	3000	6,0	0,75	1,05
april	6,0	2850	5,0	0,65	0,60
maj	5,85	1600	4,0	1,45	2,25
junij	6,2	3150	7,5	0,35	0,57
julij	–	–	–	–	– ni vode
avgust	–	–	–	–	– ni vode
september	6,5	2500	14,8	0,2	0,2
oktober	5,65	2300	9,5	0,85	2,55
november	5,95	1500	9,0	1,2	1,05
december	5,7	2450	5,0	0,6	0,85
letni povpr.	6,08	2400	7,8	0,86	1,17

no globino (sl. 18). Voda v potoku Borovniščica (točka 15) ima vse leto izrazito bazične vrednosti. Izvira v apnenčastem kraškem področju, na Ljubljanskem barju pa je njegova struga zarezana skozi šotne plasti do jezerske krede. Med posameznimi meseci so določene razlike, vendar so nihanja večinoma vzporedna. V sušnih mesecih – med njimi posebno izstopa september, so vrednosti v celotnem profilu višje (sl. 14, tab. 12), v bolj mokrih mesecih pa je pH nižji. Najbolj izstopa odvzemni termin 19.3. Vzorci so bili odvzeti po celotedenskem močnem deževju. Na celotnem profilu jarka je pH povsem izenačen (sl. 14), isto velja tudi za druge parametre. Le točka 15 (potok Borovniščica) izstopa iz te izenačenosti. Ta točka, ki je izven jarka na šotni podlagi, predstavlja nekakšno kontrolno točko. Z njeno pomočjo lahko dojamemo velikost razlike v kemizmu med vodnimi/močvirskimi biotopi na oligotrofni šotni podlagi ter na mineralno bogatih predelih. Še bolj ustrezno primerjavo nam nudijo rezultati, dobljeni pri analizi vode v jarkih, ki razmejuje šotni fragment od njive (tab. 10) ter v jarku med travniki (tab. 11). Mnogo višji pH je v obeh primerih posledica večjih množin kalcija, ki ga je vnesel človek, pa tudi uporaba naravnih in umetnih gnojil.

Električna upornost: V nasprotju z razmerami pri pH je električna upornost na celotnem dolžinskem jarku I dokaj izenačena (sl. 13), saj so povprečne letne vrednosti ves čas med 3200 in 4200 Ohm. Močno odstopajo le vrednosti v potoku (točka 15). Tudi na obeh primerjalnih točkah (tab. 10, 11) so le nekatere absolutne vrednosti primerljivo visoke; povprečne vrednosti in večina mesečnih vrednosti so precej nižje, kar kaže na večjo množino mineralnih snovi v vodi. Razlike med posameznimi meseci (sl. 15) so razmeroma majhne, izstopata predvsem september z visokimi in november z nizkimi vrednostmi. O korelaciji med električno upornostjo in pH ne moremo govoriti. Nekoliko bolj jasna pa je korelacija s kalcijem, čeprav ne v vseh mesecih.

Kalcij Od točke 1 do 6 je letni povpreček množine kalcija močno izenačen in znaša okrog 2 mg/l. Tako majhna koncentracija govori o pravem visokobarjanskem okolju, saj so podobne množine kalcija značilne tudi za vsa naša gorska visoka barja. Od točke 6 pa do 14 se krivulja rahlo dviga, vendar nikjer ne preseže 4 mg/l (sl. 13). V vodi jarkov, ki so med poljedelskimi površinami, je minimalna koncentracija kalcija vsaj 5 mg/l, večinoma pa mnogo



Sl. 14. Goriški Mah: potek vrednosti pH v nekaterih mesecih na vzdolžnem profilu jarka I.

Fig. 14. Goriški Mah: Course of pH values on the longitudinal profile of trench I during certain months.

Tabela 11: Goričica: kemizem vode v odvodnem jarku med travniki.

Table 11: Goričica: Chemism of the water from a drain trench between meadows.

	pH	upornost resistance Ohm	Ca ⁺⁺	mg/l K ⁺	Na ⁺
april	6,3	1550	10,0	1,3	0,88
junij	6,4	2550	10,0	0,25	0,52
julij	6,45	2450	9,0	0,2	0,7
avgust	6,1	1200	11,5	0,15	2,3
september	6,7	2700	14,79	–	0,34
oktober	6,0	2000	14,0	2,0	5,0
november	5,95	1300	5,5	2,15	2,25
letni povp.	6,27	1960	10,68	1,01	1,71

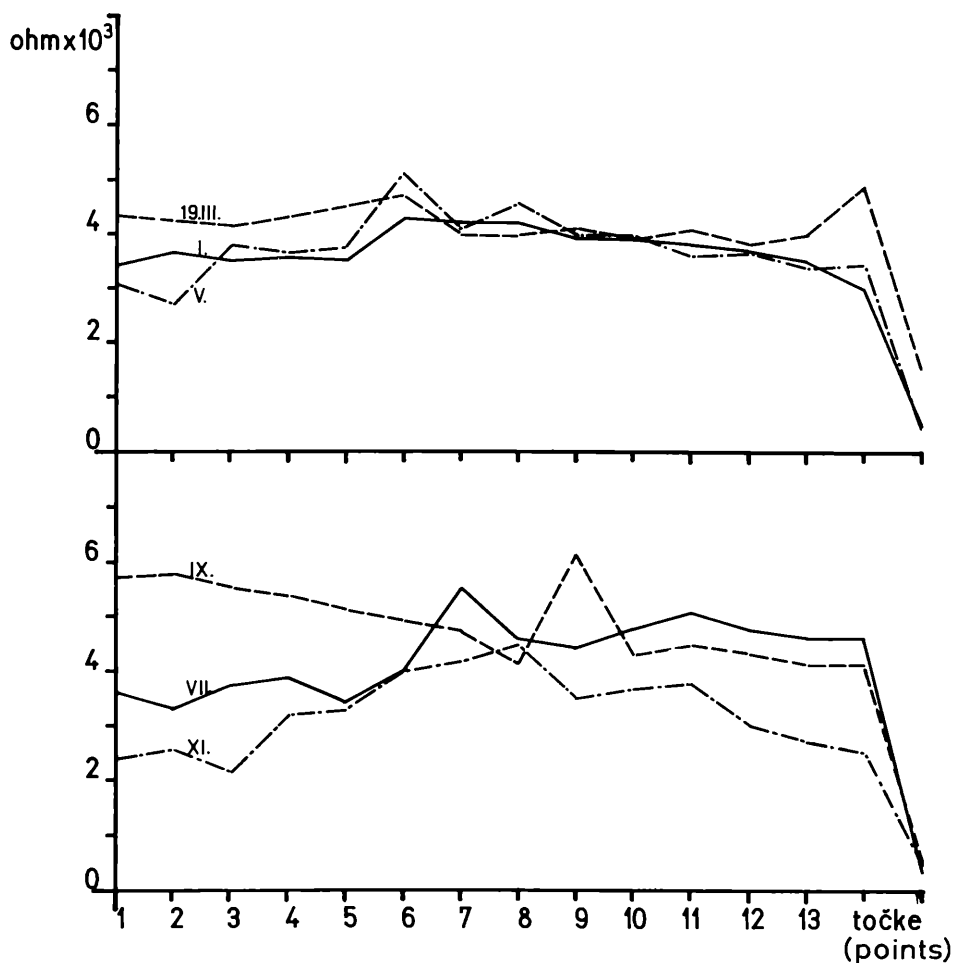
Tabela 12: Goriški Mah: vrednost pH, upornosti in Ca⁺⁺ v vodi na posameznih točkah v jarku I. Primerjava vrednosti po daljšem deževnem (april) in sušnem (september) obdobju.

Table 12: Goriški Mah: Values of pH, electrical resistance and Ca⁺⁺ of the water in single points in trench I. Comparison of the values after a protracted rainy (April) and then dry (September) period.

točka Point	pH		upornost, resistance Ohm		Ca ⁺⁺	
	april	september	april	september	april	september
1	4,3	5,4	3250	5200	1,7	4,54
2	5,3	5,45	3400	4900	1,5	5,06
3	4,0	5,25	3100	4600	1,2	4,61
4	4,1	5,7	3600	5200	1,2	4,67
5	3,9	5,4	3300	3900	1,5	4,25
6	4,05	5,8	3650	3700	0,8	4,42
7	4,2	6,1	4050	3500	1,5	5,15
8	4,3	6,4	4350	2800	1,2	7,15
9	5,0	6,1	5200	5100	2,0	3,64
10	4,9	6,7	5300	3100	1,8	6,28
11	5,3	6,7	5600	3200	2,0	6,44
12	5,1	6,8	5550	2900	1,7	6,70
13	5,2	6,9	5200	2300	1,2	8,70
14	4,9	6,9	5400	2700	2,0	8,15
15	7,2	8,05	685	450	25	56

več (tab. 10, 11). Povsem razumljivo je, da ga je največ v vodi potoka Borovniščice. Med posameznimi meseci so navidez razmeroma velike razlike, vendar so vse krivulje v okviru 4 mg Ca⁺⁺/l. Izstopa samo krivulja za mesec september, kjer so koncentracije skoraj na vseh točkah nad to mejno vrednostjo (sl. 16). To je videti tudi na sl. 17, ki prikazuje letno nihanje nekaterih parametrov na treh značilnih točkah jarka I.

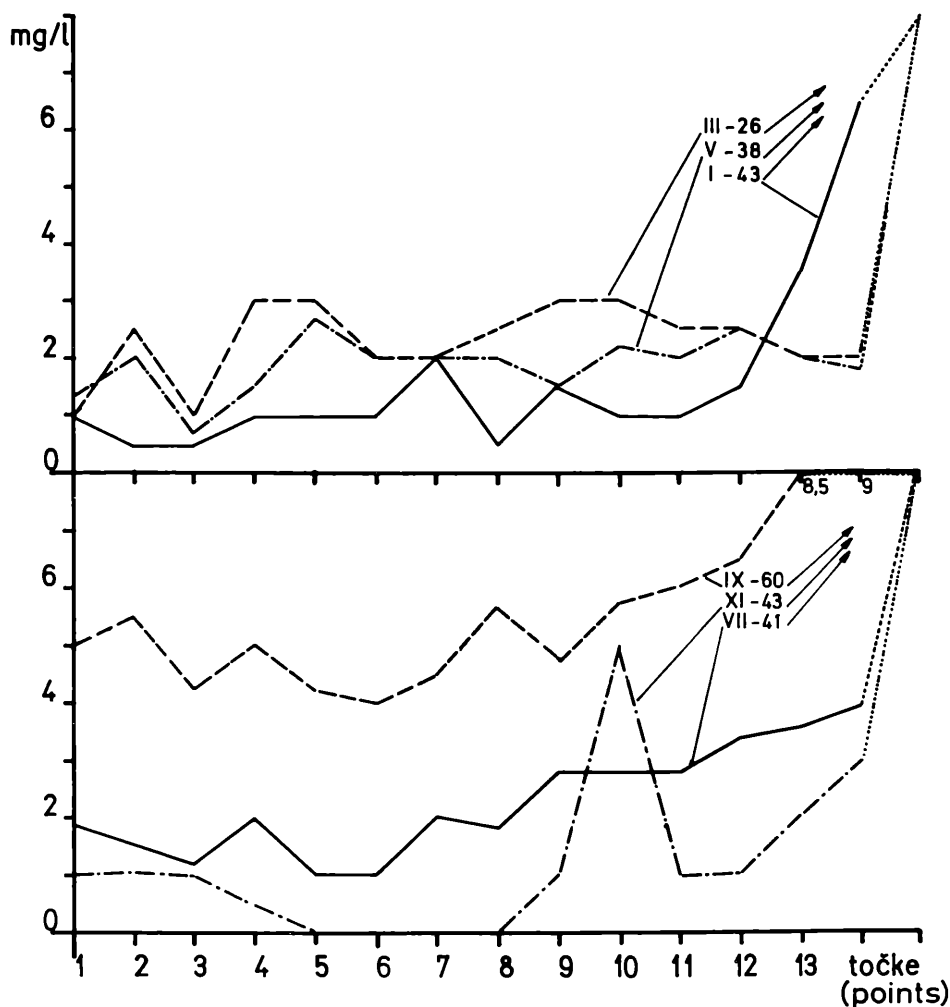
Kalij in natrij kažeta sicer rahlo tendenco padanja od točke 1 proti 14, vendar so razlike za kakršne koli zaključke premajhne.



Sl. 15. Goriški Mah: potek vrednosti električne upornosti v nekaterih mesecih na vzdolžnem profilu jarka I.

Fig. 15. Goriški Mah: Course of electrical resistance values on the longitudinal profile of trench I during certain months.

Za m a g n e z i j so na voljo podatki le za tri mesece. Čeprav obstajajo določene razlike med posameznimi točkami, maksimalne koncentracije v šotnih predelih ne presegajo 1,5 mg/l, večinoma pa so pod 1 mg/l. V vodi obeh primerjalnih jarkov znašajo koncentracije nad 1,5 mg/l, v potoku pa dosežejo celo 13,25 mg/l. Razlika vsebnosti magnezija med oligotrofnimi tlemi na šotni podlagi in mineralno bogatejšo okolico je ves čas razločna.



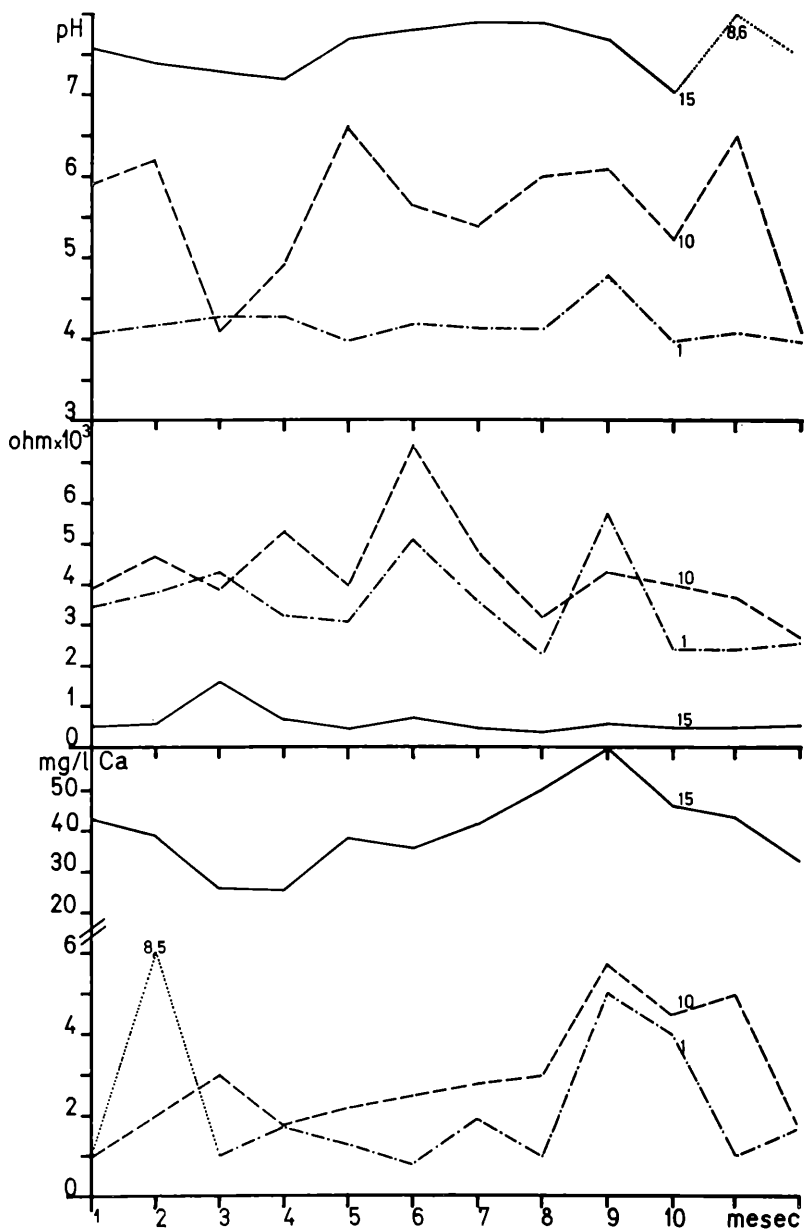
Sl. 16. Goriški Mah: potek vrednosti Ca^{++} v nekaterih mesecih v vzdolžnem profilu jarka I.

Fig. 16. Goriški Mah: Course of Ca^{++} values on the longitudinal profile of trench I during certain months.

Jarek II

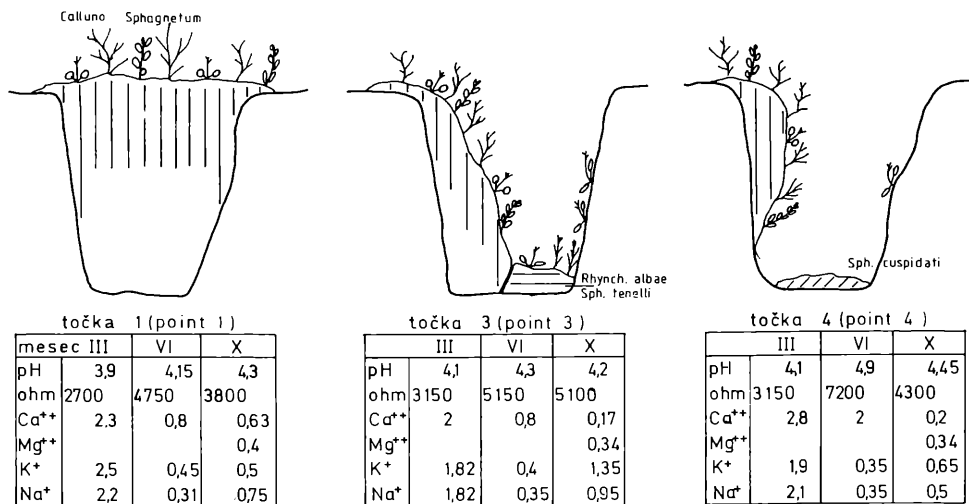
Zarezan je v plitvo šotno površino, ki jo pokriva resava – *Callunetum* s.lat. Sega največ 50 cm globoko, večinoma pa še manj. Voda je v jarku predvsem ob dežju, v poletni suši pa se površina lahko povsem izsuši. V celoti ga porašča ombrotrofna vegetacija, ki se je naselila po izkopu jarka, ko se je vlažnost podlage povečala. Vegetacija se členi v tri najbolj vlago-ljubne združbe, in sicer v *Sphagnetum cuspidati*, *Rhynchosporo albae* – *Sphagnetum tenelli* ter *Calluno-Sphagnetum* (sl. 18).

Vzorčevanje smo opravili v mesečnih presledkih na sedmih mestih. Vendar so rezultati tako enotni, da jih ne prikazujemo z letnim potekom, temveč le s posamičnimi stanji. Na sliki



Sl. 17. Goriški Mah: letni potek vrednosti nekaterih fiz.-kem. parametrov na točkah 1, 10 in 15 vzdolžnega profila jarka I (za razlago točk glej str. 29–30).

Fig. 17. Goriški Mah: Annual course of values of certain physical-chemical parameters in Points 1, 10 and 15 of the longitudinal profile of trench I (for the explanation of single points refer to pp. 29–30).



Sl. 18. Goriški Mah: profil jarka II na točkah odvzema vzorcev; vegetacija ter vrednosti nekaterih fiz.-kem. parametrov v mesecih marec, junij in oktober.

Fig. 18. Goriški Mah: Profile of trench II in the points of the taking of samples; vegetation and values of certain physical-chemical parameters in the months of March, June and October.

18 so za tri točke, ki obsegajo celoten razpon vegetacije, prikazani rezultati meritev v mesecih marec, junij in oktober. Vrednosti prikazujejo značilno stanje na visokem barju, kakršnega poznamo na točkah 1–6 v jarku I ter na optimalno razvitih visokih barjih v montanskem pasu Slovenije. Le električna upornost je nižja, kar je v skladu z vrednostmi na vseh šotnih fragmentih Ljubljanskega barja. Podobno stanje prikazuje tudi sl. 11.

5.3. »Na Mahu« pri Grmezu

Še v preteklem stoletju je predel »Na Mahu« predstavljal največje področje močvirskih površin, ki se je razprostiral med osamelcem Grmez in Babna Gorica, segal je skoraj do Škofljice – Lavrice na vzhodni ter do Iščice na zahodni strani. Iz podatkov pri DESCHMANU (1858) in KRAMERJU (1905) je videti, da so bile tedaj še obširne vodne površine s kopico rastlinskih vrst, ki jih danes na Ljubljanskem barju ni več. Vendar predela nista poraščali samo visokobarjanska flora in vegetacija. Dokaj pogosti so bili tudi izviri mineralno bogate podtalnice, ki so gradili manjša barjanska okna, pa tudi razmeroma velike vodne površine in obsežna minerotrofna močvirja. Floristični inventar predelov iz takratnega obdobja nam tako podoba v celoti potrjuje (DESCHMANN 1858).

Izkop velikega kanala ter drugi osuševalni ukrepi, požiganje šote in agrotehnični postopki so tedanjo barjansko pokrajino v celoti spremenili. Danes obsega ta predel le močno osušene površine na delno porezani šoti, velike po nekaj hektarjev in ločene med seboj z njivami in travniki.

5.3.1 Flora in vegetacija

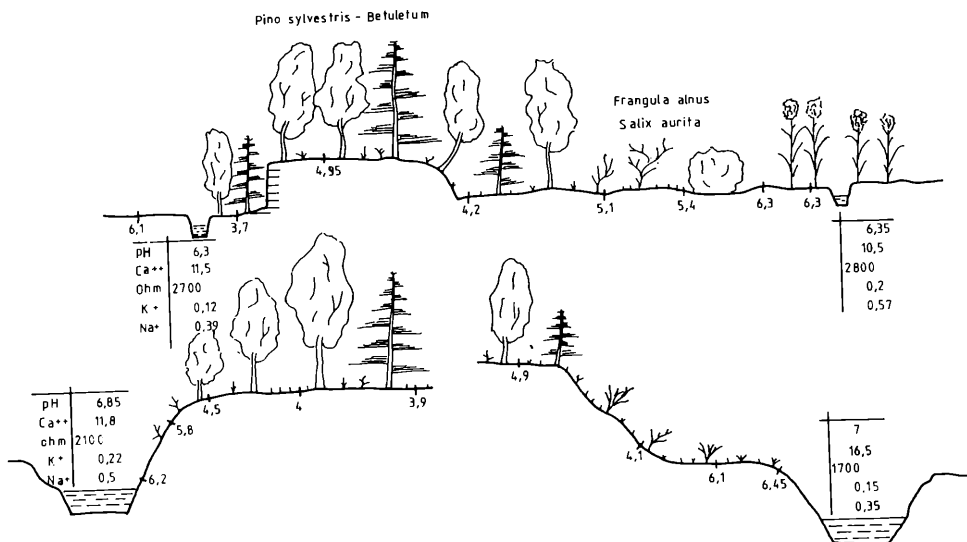
Ker je izsušenost tal zelo velika, je število ombrotrofnih elementov neznatno. Uspevajo le sfagnumske vrste *Sphagnum magellanicum*, *S. rubellum* in *S. nemoreum*, pa še te na majhnih površinah. Med minerotrofnimi elementi je omembe vredna samo vrsta *Dryopteris cristata*.

V vegetacijskem pogledu ne moremo nikar več, niti fragmentarno, govoriti o visokobarjanski vegetaciji, kajti tla so na celotnem predelu povsem izsušena. Danes je najnižja razvojna stopnja združba *Sphagno-Betuletum*, ki pokriva le neznatne površine. Še pred desetimi leti so del površin pokrivala resave: *Callunetum* s. lat., kjer je uspevala tudi *Andromeda polifolia*. Opustitev košnje je omogočila zaraščanje z lesnimi vrstami, zato je danes na teh površinah združba *Sphagno-Betuletum*. Sfagnumske vrste imajo nizko stopnjo pokrovnosti. Ker so breze zelo nizke, je očitno, da je združba nastala v sekundarnem razvojnem nizu. Vse druge površine pokrivata najnaprednejši združbi, in sicer *Pino sylvestris-Betuletum* ter *Betulo-Quercetum roboris*. Obe gradita prave gozdičke na šotni podlagi, saj dosežejo drevesa višino 10–15 m.

Del šotnih površin pokrivajo tudi manjši sestoji jelševja – *Alnetum glutinosae* s. lat. (tab. 14). Vendar je za te in podobne sestojte težko ugotoviti, ali predstavljajo določeno naravno razvojno stopnjo. Možno je, da so antropogenega izvora, čeprav pH vrednosti podlage (5,3–5,6) govorijo zoper to.

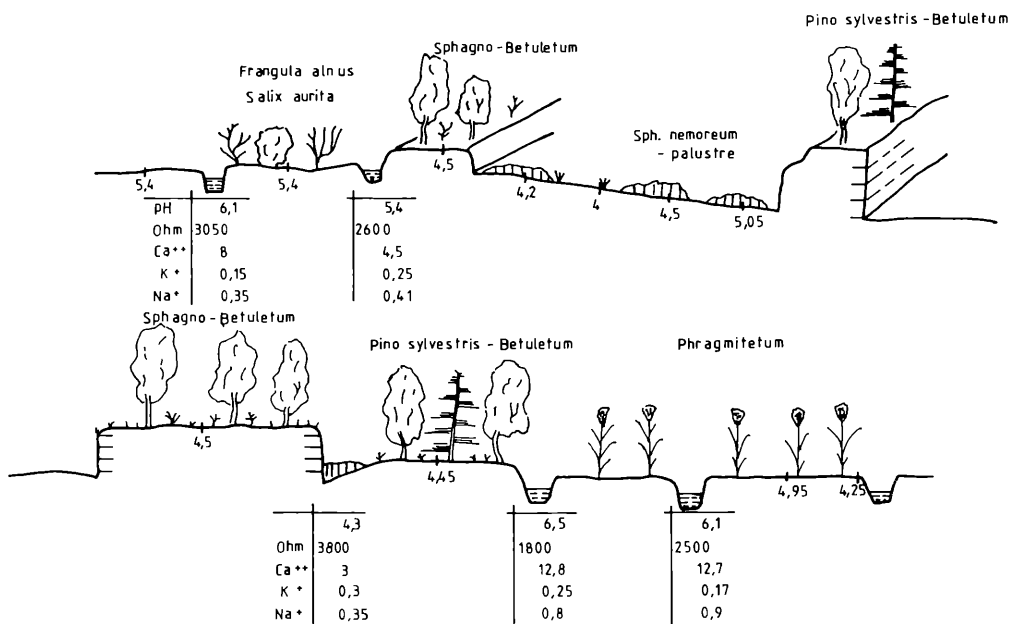
5.3.2. Ekologija

Za prikaz ekoloških razmer »Na Mahu« smo merili pH, električno upornost, Ca^{++} , K^{+} , Na^{+} v talni vodi ter pH šote oziroma zemlje v značilnih vegetacijskih tipih. Rezultati teh posamičnih meritev so prikazani na slikah 19 in 20 in se v celoti ujemajo z rezultati na drugih



Sl. 19. Na Mahu: skica vegetacijskih profilov šotnih fragmentov ter vrednosti nekaterih fiz.-kem. parametrov.

Fig. 19. Na Mahu: A sketch of vegetational profiles of peat fragments and values of certain physical-chemical parameters.



Sl. 20. Na Mahu: skica vegetacijskih profilov šotnih fragmentov ter vrednosti nekaterih fiz.-kem. parametrov.

Fig. 20. Na Mahu: A sketch of vegetational profiles of peat fragments and values of certain physical-chemical parameters.

fragmentih. Šotna tla so izrazito zakisana, saj pH ne preseže vrednosti 5,5. Istočasno pa so tudi oligotrofna, kar je vidno pri množini Ca⁺⁺, ki ne preseže 5 mg/l. Čeprav gozdički (združbe) z borom, brezami in dobom niso ombrotrofna vegetacija, pa je njihova odvisnost od nekdanje visokobarjanske šotne podlage jasno vidna. Kjer je človek porezal šoto ter uporabljal kot agrotehnični ukrep peskanje, je pH podlage in vode bolj ali manj nevtralen do bazičen, kalcija pa je mnogo več. Na takih površinah se barjanska vegetacija ni mogla niti obdržati niti po opustitvi kultur ponovno naseliti, kajti ekološke razmere tega ne dopuščajo. Enake razmere vladajo tudi v osuševalnih jarkih, zato se v njih naseljuje izključno minerotrofna vodna in močvirska vegetacija.

5.4. Kozlarjeva gošča

Kozlarjeva gošča pri Črni vasi je razmeroma velik kompleks vegetacije na šotni podlagi, saj meri 21,8 ha (PETERLIN 1971). Razen manjših izoliranih parcel je celoten kompleks zaokrožen.

5.4.1. Flora in vegetacija

Danes porašča Kozlarjevo goščo skoraj v celoti najvišja razvojna stopnja vegetacije, združba *Betulo-Quercetum roboris*. Drevesna plast doseže vedno višino nad 10 m. Vrsta *Quercus robur* je v vseh treh plasteh, ponekod z razmeroma visoko stopnjo pokrovnosti. Na majhnih površinah doba sicer ni, vendar menimo, da zaradi človekovih posegov.

Tabela 13: *Sphagno palustrae–Betuletum pubescentis* ass.nova

Table 13: *Sphagno palustrae–Betuletum pubescentis* ass.nova

Številka popisa/Relevé No.	1	2	3	4	5
Lokacija/Location	Z	Z	Z	Z	Z
Število vrst/Nr. of species	11	5	6	8	9
Višina dreves/height of trees	0,5	1,5	3	4	10
značilnici in razlikovalnici					
Ass. character species					
<i>Betula pubescens</i>	2	2	2	2	2
<i>Sphagnum palustre</i>	5	5	5	5	2
<i>Frangula alnus</i>	2	2	2	2	3
<i>Salix aurita</i>	1		1	1	1
<i>Spiraea salicifolia</i>	+				
<i>Calluna vulgaris</i>	1				
<i>Betula pendula</i>					3
<i>Rubus hirtus</i>		+			1
<i>Molinia arundinacea</i>	2	+	2	1	+
<i>Agrostis canina</i>	+		+		
<i>Potentilla erecta</i>	1				
<i>Lythrum salicaria</i>	+				
<i>Eriophorum angustifolium</i>				+	
<i>Dryopteris spinulosa</i>				+	1
<i>Dryopteris cristata</i>					+
Popisi/Relevé					
Z – Kozlerjeva gošča					

Le na manjši površini je prišlo zaradi rezanja šote do ponovnega, regresivnega nastanka primitivnejših razvojnih stopenj. Še pred nekaj leti je najvlažnejše dele poraščala vrsta *Sphagnum fallax*, ki je vezana na površinsko vodo. Danes te vrste ni več, na njenem mestu pa uspevata *Sphagnum centrale* in *S. palustre*, ki sta manj vlagoljubna. Posebnost florističnega inventarja teh površin danes je popolna odsotnost ombrotrofnih vrst. Sekundarna zamočvirjenost podlage zaradi porezanja šote je sicer omogočila ponovno naselitev sfagnumskih vrst. Toda vse tri omenjene vrste niso nikjer v Sloveniji pravi ombrotrofni elementi, temveč nakazujejo mineralno bogatejšo podlago. Minerotrofnejše sfagnumske vrste ter odsotnost ombrotrofnih cvetnic v regresivnem razvoju sili k domnevi, da kompleks Kozlarjeve gošče ni nastal iz nekdanjega visokega barja. Nadvoumen dokaz za to pa bo nudila samo analiza makroskopskih ostankov rastlin v šotnih plasteh.

Zaradi odsotnosti ombrotrofnih vrst ne moremo šteti vegetacije na površinah s porezano šoto v združbo *Sphagno–Betuletum*. Zato jo zaenkrat označujemo kot združbo *Sphagno palustreae–Betuletum pubescentis* (tab. 13). Fiziognomskih razlik med obema združbama sicer ni, zato pa vrste, ki sestavljajo floristični inventar združbe *Sphagno palustreae–Betuletum pubescentis* jasno kažejo minerotrofnejši značaj. Pomembno razliko predstavlja tudi izključna prisotnost vrste *Molinia arundinacea*.

5.4.2. Ekologija

Na voljo imamo le manjše število meritev pH šotne podlage in električne upornosti. Vsi rezultati kažejo izrazito zakisanost (pH 4,5–4,7), kakršna je sicer običajno za šotno podlago

na celotnem Ljubljanskem barju. Isto velja tudi za vrednosti električne upornosti. Le površine, ki jih pokriva združba *Alnetum glutinosae* s.lat. imajo drugačne vrednosti (pH 5,4–5,7; upornost 500–540 Ohm).

5.5. Barje na osamelcu Kostanjevica

Posebnost v okviru visokobarjanskih fragmentov na Ljubljanskem barju je okrog 1,5 ha veliko barje na osamelcu Kostanjevica pri Bevkah. Barje je dvignjeno približno 10 m nad sedanjem barjansko ravnino in ni imelo povezave z visokobarjanskim območjem v okolici Bevk. V nasprotju z drugimi fragmenti predstavlja samostojen kompleks, celoto.

Debelina šote je razmeroma majhna. Organogene plasti (šota ter gytija) sežejo le do globine 170/180 cm, vendar časovno obsegajo ves holocen razen najnovejšega časa (ŠERCELJ 1971, 1973). Posebnost barja je tudi v tem, da je vsa šota sfagnumska (ŠERCELJ 1971), kar za druge predele na Ljubljanskem barju (npr. Goriški Mah) ne velja.

5.5.1. Flora in vegetacija

Floristični inventar obsega vse ombrotrofne vrste, ki so poznane na Ljubljanskem barju, razen vrste *Oxycoccus palustris* med cvetnicami in *Sphagnum tenellum* med mahovi. Preseneča pa precejšen delež karakterističnih minerotrofnih vrst, kot so: *Eriophorum angustifolium*, *Carex canescens*, *Carex stellulata*, *Molinia coerulea* idr. Ob upoštevanju, da gre za vegetacijo iz primarnega razvojnega niza, se nam vsiljuje sklep, da floristično ne gre za pravo visoko barje, temveč bolj za prehodno barje. Dokončna odločitev je vezana na analizo makroskopskih ostankov rastlin v šotnih plasteh.

V nasprotju z drugimi visokobarjanskimi kompleksi, ki so fragmentarnega značaja, predstavlja barje na Kostanjevici zaključeno celoto. Sama barjanska površina je nekoliko dvignjena nad okolje, ki ga porašča jelšev grez. Barje ima torej strukturo, ki je značilna za nižinska visoka barja. Fitocenološko je grez opredeljen kot *Alnetum glutinosae* s. lat. (tab. 14). Podrobnejša opredelitev ni bila opravljena. Vendar združba ni identična sicer dokaj razširjenimi jelševimi sestoji pri nas, ki predstavljajo združbo *Carici elongatae* – *Alnetum glutinosae* W. KOCH 1926. V vseh popisih manjkajo vrste *Carex elongata*, *Calamagrostis canescens* in *Trichocolea tomentella*. Vendar so v prvih štirih popisih prisotne tri značilnice: *Peucedanum palustre*, *Thelypteris palustris* in *Carex vesicaria*. Ti popisi kažejo razvojno smer k združbi *Carici elongatae* – *Alnetum glutinosae*. Za primerjavo so v tabelo vključeni tudi popisi sestojev črne jelše iz Kozlarjeve gošče in okolice Grmeza. V primeru kostanjeviškega greza ne gre dvomiti v avtohtonost, za druga dva predela pa je vprašljiva.

Na najglobljih mestih, kjer je voda vse leto, porašča obrobje minerotrofna združba *Caricetum rostratae*.

Največji del površine barja (sl. 21) pokriva združba *Calluno (Frangulo)–Sphagnetum*. Vlažnostni razpon tal je razmeroma velik, zato so med posameznimi deli precejšnje razlike v uspevanju vrst *Calluna vulgaris* in *Frangula alnus* – tako v velikosti rastlin kot v količinskih odnosih. Še posebno jasno pa se razlike v vlažnosti kažejo v količinskih odnosih med vrstami šotnih mahov, in sicer med *Sphagnum papillosum*, *S. magellanicum* in *S. nemoreum*. Tudi minerotrofni elementi kažejo razlike v uspevanju zaradi različne vlažnosti rastišča. Najvišjo stopnjo predstavljajo nekoliko dvignjene, bolj osušene površine v centru, ki jih porašča združba *Sphagno–Betuletum*. Najpogostejša sfagnumska vrsta je na teh površinah *Sphagnum nemoreum*. Zaradi sušnosti podlage je razmeroma neenakomerno razširjen, ponekod ga celo ni.

Table 14: *Alnetum glutinosae* s. lat

Cont. Tab. 14.

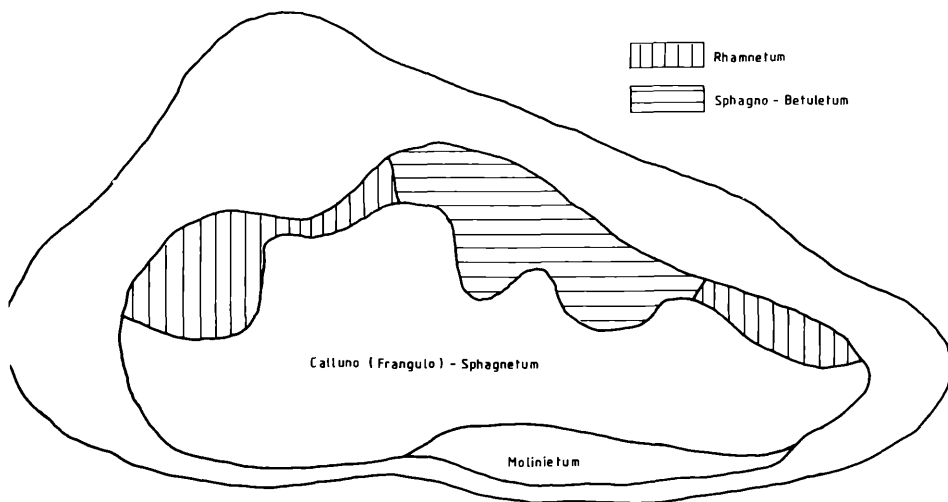
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Aulacomnium palustre</i>				+			
<i>Viola palustris</i>					+		
<i>Polygonum mite</i>					+		
<i>Juncus effusus</i>					+		
<i>Brachythecium campestre</i>					+		
<i>Plagiothecium denticulatum</i>					+		
<i>Campylium radicale</i>					+		
<i>Dolichotheca seligeri</i>						+	+
<i>Hypnum cupressiforme</i>						+	+
<i>Dicranum scoparium</i>						+	
<i>Orthodicranum montanum</i>						+	+

Popisi/Relevé:

K – Kostanjevica

M – Na Mahu

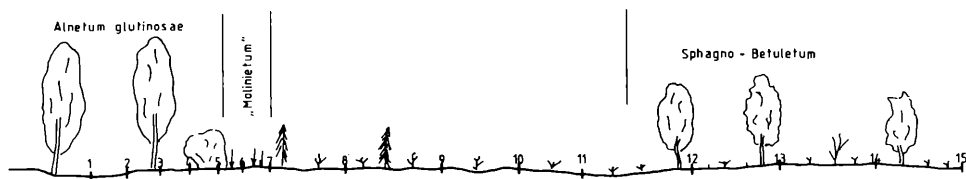
Z – Kozlerjeva gošča



Sl. 21. Kostanjevica: skica barja z razporeditvijo združb

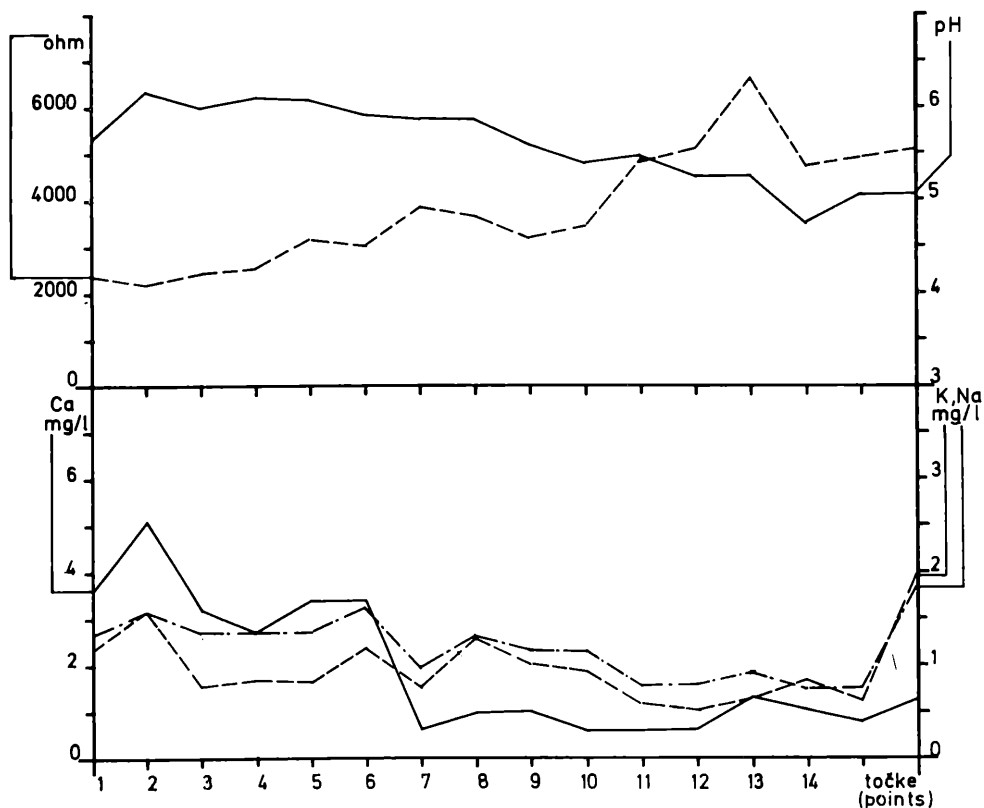
Fig. 21. Kostanjevica: A sketch of the bog with the position of the communities.

Del površin še ni fitocenološko raziskan. To so površine, ki jih porašča mešanica vrst *Molina coerulea* in *M. arundinacea* z majhno primesjo higrofitnih vrst. Tipološko še niso določene površine, ki jih na gosto porašča *Frangula alnus*, ki je skoraj brez primesi drugih rastlin. Tudi območje na pol zaraslega osuševalnega jarka še ni opisano. Potencialno uspeva tod združba *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum*, toda vpliv mineralno bogatejše vode z obrobja je povzročil naseljevanje nekaterih minerotrofnih elementov, npr. *Carex stelullata* in *Sphagnum subsecundum* var. *inundatum*.



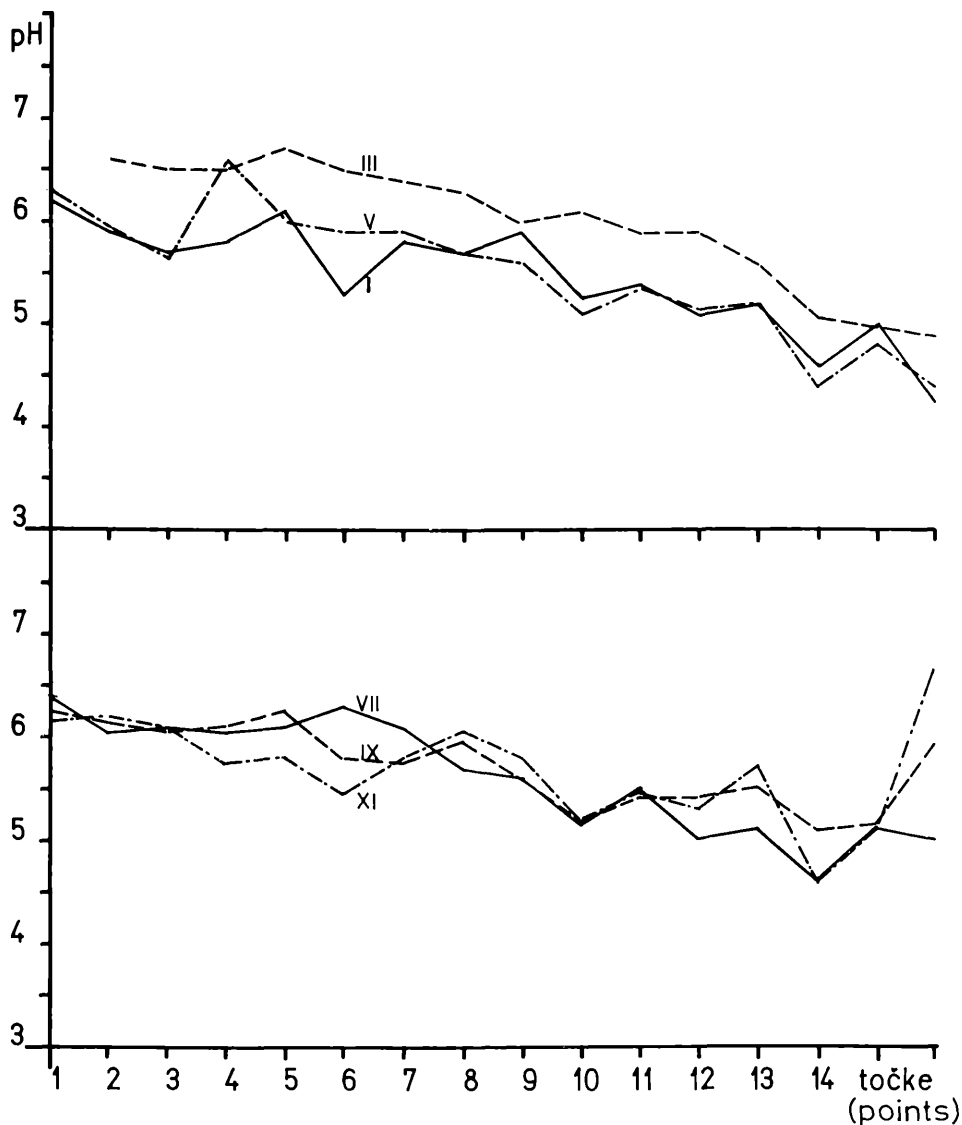
Sl. 22. Kostanjevica: vegetacijski profil dela visokega barja ter razpored sond.

Fig. 22. Kostanjevica: Vegetation profile of a high bog fragment and arrangement of the sounds.



Sl. 23. Kostanjevica: letni povprečki nekaterih fiz.-kem. parametrov na profilu barja (za razlago točk glej sl. 22).

Fig. 23. Kostanjevica: Annual mean values of certain physical-chemical parameters on the bog profile (for the explanation of single points refer to Fig. 22).



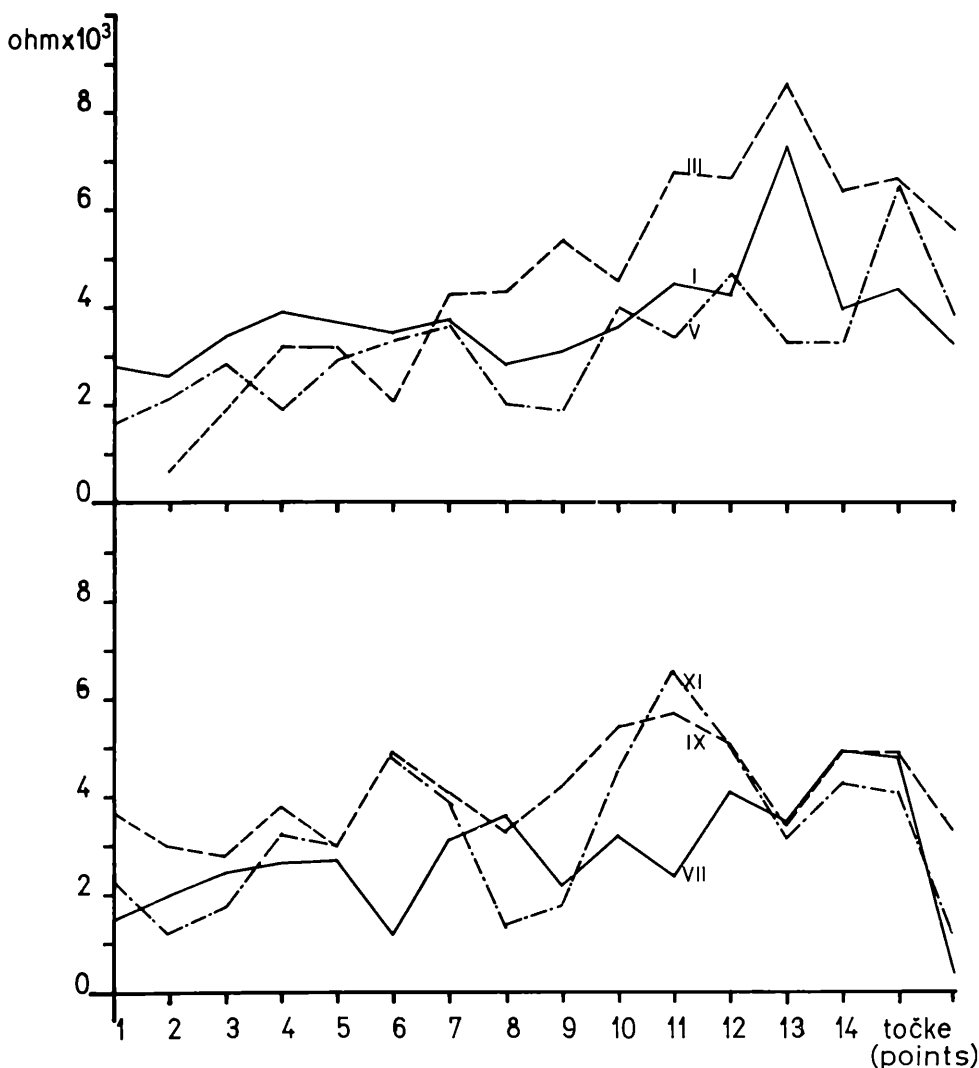
Sl. 24. Kostanjevica: potek pH v vodi iz sond v nekaterih mesecih na profilu barja.

Fig. 24. Kostanjevica: pH values of the water from the sounds on the bog profile during certain months.

5.5.2. Ekologija

Za proučevanje kemizma smo postavili 16 sond, ki smo jih razporedili od obrobneja jelševja preko združbe *Molinietum* s. lat., *Calluno* (*Frangulo*)–*Sphagnetum* do dvignjenega dela v centru, ki ga porašča združba *Sphagno*–*Betuletum*. (sl. 22). Vzorce smo jemali v enome-sečnih presledkih vse leto. Rezultati meritev kemizma so prikazani na sl. 23 do 27.

Vrednost pH: Obrobni jelšev gozd je področje z minerotrofno floro. Zato ne presenečajo vrednosti pH, ki so v območju točk 1–5 (6) približno 6, pa tudi več. Šele v združbi *Molinietum* s. lat. se prične rahlo zniževanje povprečnih letnih vrednosti, ki se nadaljuje nato do centra barja. Vendar so vrednosti ves čas precej visoke, saj nikjer ne sežejo pod pH 5 (sl. 23). Razlike med posameznimi meseci niso posebno velike (sl. 24), razmeroma malo je vrednosti, ki bi bile v območju med pH 4 in 5. Najti jih je samo v centralnem delu, v združbi *Sphagno-Betuletum*.

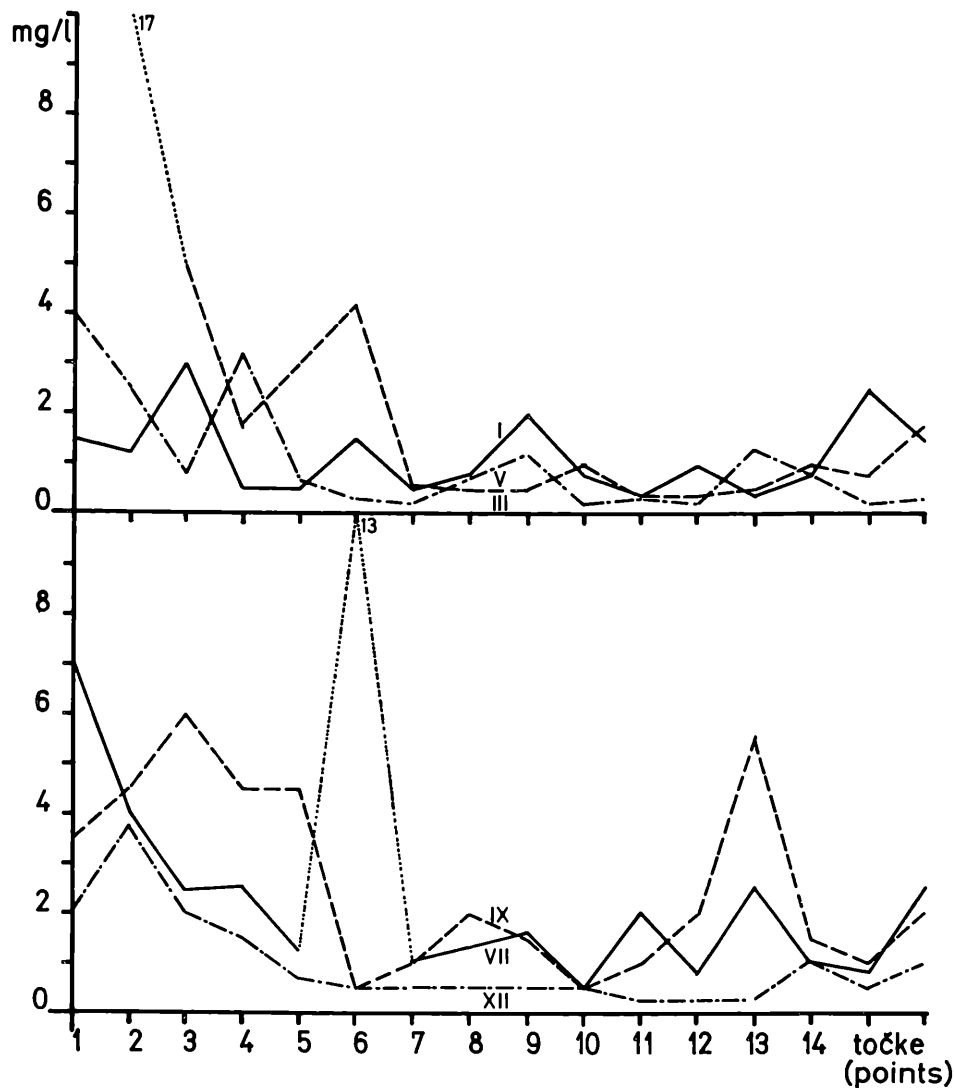


Sl. 25. Kostanjevica: potek električne upornosti v vodi iz sond v nekaterih mesecih na profilu barja.

Fig. 25. Kostanjevica: Electrical resistance values of the water from the sounds on the bog profile during certain months.

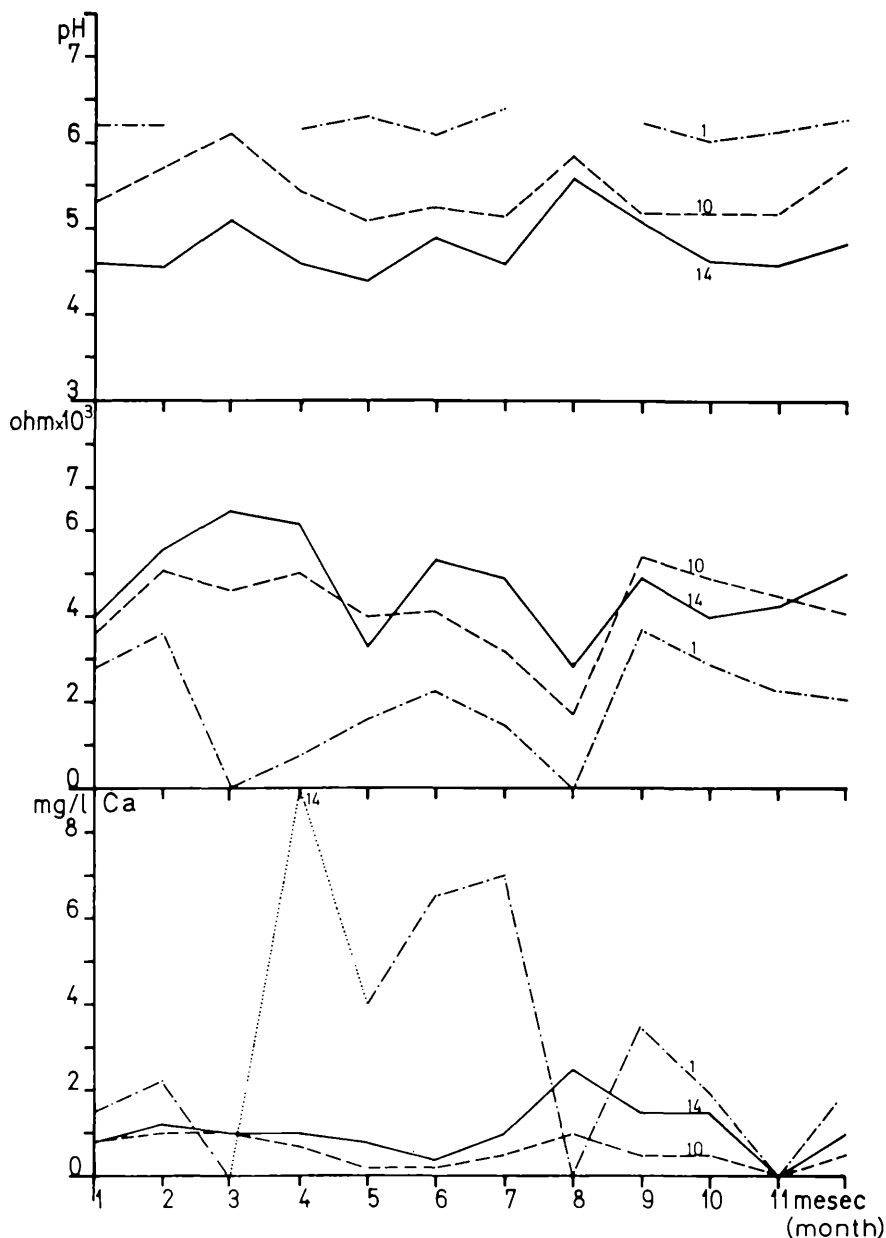
Tako stanje nam v primerjavi z drugimi področji, predvsem z Goričico, ponovno vsiljuje misel, da so med posameznimi kompleksi visokega barja na Ljubljanskem barju obstajale ekološke in floristične razlike, ki imajo svoj odsev tudi v današnjem času. Razmeroma visoke vrednosti pH nam pojasnjujejo precejšnjo pogostnost nekaterih minerotrofnih elementov na Kostanjevici, ki jih ponekod drugod ne najdemo.

Električna upornost: Povprečne letne vrednosti električne upornosti kažejo lepo korelacijo s krivuljo pH (sl. 23). Razmeroma pravilno naraščajo od obrobja proti cen-



Sl. 26. Kostanjevica: vrednosti Ca^{++} v vodi iz sond v nekaterih mesecih na profilu barja.

Fig. 26. Kostanjevica: Ca^{++} values of the water from the sounds on the bog profile during certain months.



Sl. 27. Kostanjevica: letni potek vrednosti nekaterih fiz.-kem. parametrov na točkah 1, 10 in 14 profila šotišča (za razlago točk glej sl. 22).

Fig. 27. Kostanjevica: Annual course of values of certain physical-chemical parameters in Points 1, 10 and 14 of the profile of the peat-bog (for the explanation of single points refer to Fig. 22.).

tru, vrednosti pa so višje, kot bi pričakovali na podlagi vrednosti pH. Zopet izstopa predel združbe *Sphagno-Betuletum*, kjer presegajo povprečne letne vrednosti 4000 Ohm. Razlike med posameznimi meseci so dokaj velike (sl. 25), čeprav je splošna smer večanja vrednosti upornosti od obrobja proti centru bolj ali manj jasno ohranjena.

Kalcij: Krivulja, ki prikazuje povprečne letne koncentracije kalcija na profilu barja, kaže svojstveno obliko. V nasprotju s krivuljami za pH in el. upornost, kjer vrednosti enakovredno padajo oziroma naraščajo, ima krivulja za kalcij dva dela. V obrobni dveh združbah, v *Alnetum glutinosae* s. lat. ter v *Molinietum* s. lat., so vrednosti v območju med 3–4 mg Ca⁺⁺/l. Ker sta obe združbi minerotrofni, so vrednosti kalcija na njunem rastišču precej višje. Na točki 7 (sl. 22), kjer se prične ombrotrofna združba *Calluno (Frangulo)-Sphagnetum*, vrednosti močno padejo. Do centra barja so ves čas pod 2 mg Ca⁺⁺/l. Vegetacijsko-floristična podoba barja se torej zelo lepo ujema z množino kalcija v tleh.

Razlike med posameznimi meseci so zelo velike (sl. 26) in jih ni mogoče pojasniti. Prav tako ni razlage za nekatera nihanja na določenih točkah v posameznih mesecih.

Kalij in natrij (sl. 23) kažeta na celotnem merjenem prifilu razmeroma izenačene vrednosti, vendar je videti, da so koncentracije obeh na obrobju nekoliko višje, nato pa proti centru polagoma padajo.

Summary

There are relatively numerous high-bog areas in Slovenia, however, the majority of them lie in the mountainous zone (MARTINČIČ, PISKERNIK 1985). Consequently the high-bog fragments in the bog of Ljubljansko barje are so much more important because they strongly differ from the mountain bogs, and present at the same time a specific set of problems. These fragments are the only example of a lowland high bog in our country. KRAMER (1905) refers to it »the largest and the most interesting bog in Austria«. The fact that Ljubljansko barje was the southernmost European high bog, still increases its value. In the last 150 years during which the bog was subject to systematic drainage, peat cutting and burning, its appearance has undergone essential changes. In the nearly perfectly decayed high bog only smaller areas have been preserved that still show high-bog features and suggest the existence of the former high bog.

In the time between the late glacial period and the subatlanticum there was a lake in the area of Ljubljansko barje in which mineral sediments deposited. The organogenous sedimentation had begun 3700 to 3800 years ago. (ŠERCELJ 1966), i.e. towards the end of the sub-boreal or beginning of the subatlanticum. The beginning of the organogenous sedimentation is indicated by the development of the minerotrophic marsh, the latter being confirmed by the fact that the oldest peat layer is formed, among others, by the remains of the species of the genera *Carex*, *Hypnum* and *Phragmites australis*. The time of the transition, as the area has adopted a high-bog character, has not been established yet. The high-bog strata begin with the remains of the species *Sphagnum fallax*, continue with *S. magellanicum* and end with *S. nemoreun*. The succession of the variation of *Sphagnum* species is indicated by the progressive drainage of the substratum. The high bog did not cover the whole of Ljubljansko barje but only the most favourable acid areas. Not only the natural development but also actions of man, above all in the middle of the past century, have caused the genuine rests of the former high bog to disappear. Only those areas have been preserved where the vegetation development passed through the high-bog stage. These areas include forests of pine, birch and oak.

Only where man has brought the surface nearer to the ground water through peat cutting, a renewed population (secondary) of the ombrotrophic species can be noticed. All these areas can be incorporated into the following complexes:

– Goriški Mah by Goričica in the vicinity of Preserje

- Bevški Mah in the vicinity of the Bevke village
- Na Mahu near the hill Grmez
- Kozlarjeva gošča by Črna vas.

Special attention should be paid to a smaller bog on the hill called Kostanjevica which is completely isolated from other fragments. This is the only ombrotrophic surface in the bog of Ljubljansko barje with the primary developing series of vegetation.

Flora

The specific environmental conditions in the high bog enable the flourishing of a relatively small number of plants. From the ecological point of view, one may speak of two groups whose sole link is their attachment to the acid substratum. The following ombrotrophic species flourish today in the bog of Ljubljansko barje:

<i>Eriophorum vaginatum</i>	<i>Sphagnum magellanicum</i>
<i>Oxycoccus palustris</i>	<i>Sphagnum nemoreum</i>
<i>Andromeda polifolia</i>	<i>Sphagnum rubellum</i>
<i>Rhynchospora alba</i>	<i>Sphagnum papillosum</i>
<i>Drosera rotundifolia</i>	<i>Sphagnum cuspidatum</i>
<i>Polytrichum strictum</i>	<i>Sphagnum tenellum</i>
	<i>Sphagnum fallax</i>
	<i>Sphagnum fimbriatum</i>

The second group is constituted by acidophile species usually growing outside the high bog, however, due to the acid substratum, they can be found together with ombrotrophic species. This group is shown in the table of vegetation species. At this point also those species should be mentioned that in Slovenia usually indicate the presence of a substratum rich in minerals. Their appearance among the ombrotrophic species suggests that at least certain areas belong more to a transitional bog than to a high bog. Such, for instance, are the following species: *Carex canescens*, *C. rostrata*, *C. stellulata*, *Eriophorum angustifolium*, *E. latifolium*, *Molinia arundinacea* and *Sphagnum subsecundum*, *S. palustre*, *S. squarrosum*, *S. centrale*.

Vegetation

The present vegetation in the high-bog fragments has been formed in two ways. On the one hand, the present condition results from a continuous drainage of the substratum since the disappearance of the former lake, and on the other hand, vegetation began to flourish where man had cut peat and consequently brought about a regressive origin of a more primitive and hydrophilous genera. From this point on, the drainage process has been re-started, which influenced the appearance of the secondary developing series.

The vegetation of the primary developing series has reached a relatively advanced stage. The lowest phase of this series is represented by the community *Calluno-Sphagnetum* growing only on the Kostanjevica hill. The highest stage of a biological form is represented by *Calluna vulgaris* from the group of Chamaephytes. The ombrotrophic species are always present and prevailing, above all the character species from the genus *Sphagnum*. The presence of the minerotrophic species suggests that Kostanjevica belongs more to a transition-type bog than to a high bog. The further development leads through the community *Sphagno-Betuletum* (Table 2) and *Pino sylvestris-Betuletum* (Table 3) to the member of the highest stage of development, namely the community *Betulo-Quercetum roboris* (Table 4). Today all three communities grow on the rests of uncut or only partially cut peat. Consequently, the development of vegetation leads towards an increasingly intensive growth of tree species. Parallel with this development, a decrease in the number of ombrotrophic species can be observed.

Within the community *Pino sylvestris-Betuletum* they appear only sporadically, whereas within the community *Betulo-Quercetum roboris* they are completely absent.

With the exception of the bog of Kostanjevica, the development of vegetation on the entire peat substratum in the bog of Ljubljansko barje has by now reached the highest phase which no longer includes ombrotrophic species. The areas which, floristically and physiognomically, assumed the appearance of a high bog had development in a regressive way. In areas where man had cut peat or dug drain trenches the humidity of the substratum increased, which provided for the necessary conditions for a renewed population with ombrotrophic elements of the former high bog. Typical of such a regressive development is above all the repeated appearance of *Sphagnum* species. From this phase onwards and at a repeated drainage of the substratum, vegetation develops progressively through the same stages as was the case with the primary developing series.

The spreading of the regression depends on the level of peat cutting. The most primitive stage within the secondary developing series on the cut peat is represented by the communities *Sphagnetum cuspidati* and *Sphagnetum fallacis*. Both grow in the trenches dug in the peat which are filled with water all the year round. On Goriški Mah the community *Rhynchospora albae-Sphagnetum tenelli* (Table 5) grows too, although it can generally be found in certain Slovene mountain bogs (MARTINČIČ, PISKERNIK 1985). This genus covers smaller surfaces in shallow trenches in which water dries up in summer. In areas where peat has been cut the most frequent community is *Calluno-Sphagnetum*. Such areas are relatively rapidly populated by birch-trees thus promoting the origin of the next stage of development which is represented by the community *Sphagno-Betuletum*. At present it is difficult to say whether on the cut peat among the secondary developing series both highest stages of development also occur. A very intensive activity of man during the last hundred years could repeatedly bring about sometimes regressive and sometimes progressive development. The intermediate stage in the progressive development of the bog vegetation is represented by *Calluna* heath in the uncut peat. Its origin is now exclusively anthropogenetic due to a periodical mowing or burning which are those factors that exclude species of tree and preserve almost pure population of heath.

Ecology

The fragments of the former high bog in the bog of Ljubljansko barje lie among agricultural surfaces where man has significantly changed the chemism of the substratum by means of sanding and fertilizing. That is why pure peat surfaces lie somehow like islands among fields and meadows rich in minerals. The majority of them is divided by a smaller or a bigger drain trenches drawing a sharp border both in the floristical and the chemical sense. The above described conditions do not relate solely to the smaller bog on the Kostanjevica hill which represents a natural whole.

The chemism of those areas where no agricultural action have been taken is relatively uniform: the pH value of the peat and the water in the ground is not higher than 5, the quantity of calcium does not exceed 5 mg/l and the electrical resistance lies usually above 4000 Ohm. The specified values do not entirely correspond with those values in the Slovene high bogs in the mountainous zone, where the electrical resistance does not fall below 5000 Ohm and the calcium quantity does not exceed 2 mg/l. The oligotrophy of the substratum in the peat fragments of Ljubljansko barje is consequently less pronounced. Therefore, the decay of ombrotrophic species during the progressive development of vegetation is only a result of the drainage of substratum. The regressive development and the repeated appearance of ombrotrophic elements respectively, is also bound to those areas where the chemism of the substratum lies within the specified values. In the areas where sanding has been used as an agrotechnical measure in order to increase the fertility of soil, both the quantity of calcium and the pH value in the ground exceed the limiting value. On such surfaces the trenches are populated exclusively by minerotrophic marsh and water vegetation.

Literatura

- DESCHMANN, C., 1858: Beiträge zur Naturgeschichte des Laibacher Morastes. Zweites Jahresh. d. Ver. d. krain. Landesmuseums, Laibach.
- ELLENBERG, H., F. KLÖTZLI, 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. d. schweiz. Aust. f. d. forstliche Versuchsw. **48(4)**, Zürich.
- HORVAT, I., 1950: Flornogenetski odnosi cretova u Hrvatskoj. Glasn. biol. sekc. 2 B (2/3), Zagreb.
- HORVAT, I., V. GLAVAČ, H. ELLENBERG, 1974: Vegetation Südosteuropas. Geobot. selecta **4**, Stuttgart.
- KAULE, G., 1973: Die Seen und Moore zwischen Inn und Chimsee. Schriftenreihe f. Natursch. u. Landschaftspfl. Heft 3, München.
- KLÖTZLI, F., M. MEYER, S. ZÜST, 1973: Eskursionsführer, in Pflanzengesellschaften nasser Standorte in den Alpen und Dinaride. Mitt. d. Ostalpin-dinar. Ges. f. Vegetk. **13**: 40–95, Zürich.
- KRAMER, E., 1905: Das Laibacher Moor, Ljubljana.
- LAH, A., 1965: Ljubljansko barje. Dela IV razr. SAZU **19(9)**, Ljubljana.
- MARTINČIČ, A., 1982: Vegetacijska karta Postojna L 33–77, SAZU, Tolmač k vegetacijskim kartam, **2**: 85–87, Ljubljana.
- MATRINČIČ, et al., 1979: Floristično-ekološka omejitev visokih barij v Sloveniji. Biol. vestn. **27(1)**: 49–62, Ljubljana.
- MARTINČIČ, A., M. PISKERNIK, 1985: Die Hochmoore Sloweniens. Biol. vestn. Vol. extraord. I. p. 239, Ljubljana.
- MARTINČIČ, A., F. SUŠNIK, 1984: Mala flora Slovenije. Ljubljana.
- MELIK, A., 1946: Ljubljansko mostiščarsko jezero in dediščina po njem. Dela V razr. SAZU, Ljubljana.
- MELIK, A., 1963: Ob dvestoletnici prvih osuševalnih del na Barju. Geografski zbornik **7**: 5–64, Ljubljana.
- PAJNIČ, E., 1934: Izprehodi na barje. Proteus **1**: 82–85, Ljubljana.
- PASSARGE, H., 1964: Pflanzengesellschaften der nordostdeutschen Flachlandes I. Pflanzensoziologie **13**, Jena.
- PETERLIN, S., 1971: Nekoč je bilo Ljubljansko barje. Proteus **33**: 425–429, Ljubljana.
- PETERLIN, S., et. al., 1976: Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. Ljubljana.
- PIŠKERNIK, M., A. MARTINČIČ, 1970: Vegetacija in ekologija gorskih barij v Sloveniji. Zbornik inšt. z. gozdn. lesn. gosp. **8**: 135–203, Ljubljana.
- SELIŠKAR, A., 1986: Vodna, močvirna in traviščna vegetacija Ljubljanskega barja (vzhodni del). Scopolia **10**: 1–43, Ljubljana.
- ŠERCELJ, A., 1966: Pelodne analize pleistocenskih in holocenskih sedimentov Ljubljanskega barja. Razpr. IV razr. SAZU, Ljubljana.
- ŠERCELJ, A., 1971: Postglacialni razvoj gorskih gozdov v severozahodni Jugoslaviji. Razprave SAZU **14(9)**: 267–294, Ljubljana.
- ŠERCELJ, A., 1973: Palinološke raziskave barja na Kostanjevici pri Bevkah. Varstvo narave **7**: 25–29, Ljubljana.
- ŠIFRAR, M., 1984: Nova dognanja o geomorfološkem razvoju Ljubljanskega barja. Geografski zborn. **23(1)**: 5–55, Ljubljana.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Scopolia, Journal of the Slovenian Museum of Natural History, Ljubljana](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Martincic Andrej

Artikel/Article: [High Bog Fragments on Ljubljansko barje \(The Ljubljana Moor\). 1-53](#)