

AUGĀJA STABILIZĀCIJA ENGURES EZERA SATECES BASEINĀ 1. KALCIFĪTĀS AUGU SABIEDRĪBAS

Māris Laiviņš¹, Solvita Rūsiņa¹, Anda Medene¹, Ģertrūde Gavrilova¹,
Austra Āboliņa²

¹ Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Salaspils, Miera iela 3, LV-2169, e-pasts: m.laivins@inbox.lv, solvita.rusina@lu.lv, andamedene@inbox.lv, gga@email.lubi.edu.lv; ² Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts Silava, Salaspils, Rīgas iela 111, LV-2169, e-pasts: austra.abolina@silava.lv

Izrokot (1842. gadā) un pēc tam padziļinot (1900. gadā) Mērsraga kanālu, apkārt Engures ezeram izveidojās plaša (70.7 km²), daudzviet karbonātiem piesātināta sauszemes josla. Augāja attīstība nosusinātājā joslā pusotra gadsimta laikā noritējusi cilvēka saimnieciskās darbības relatīvi maz ietekmētā vidē, tāpēc šī teritorija kā augāja dinamikas pētījumu modeļteritorija Latvijā ir unikāla. Augāja un augšņu pētījumi Engures ezera nosusinātājā ezerdobes joslā veikti kopš 2002. gada. Pētījumā noskaidrots, ka kopumā nosusinātās joslas augājs ir nestabils, joprojām turpinās sugu sastāva un augu sabiedrību stabilizēšanās process, kam raksturīga kalcifītu retu augu sugu (*Carex* spp., *Dactylorhiza* spp.) un augu sabiedrību (*Schoenetum ferruginei*, *Sesleria caerulea*–*Pinus sylvestris* sabiedrība) izplatība. Pašlaik nosusinātājā joslā kalcifītājās sabiedrībās notiek pakāpeniska graudzāļu (*Phragmites australis*, *Molinia caerulea*, *Calamagrostis epigeios*) ekspansija kalcifītajos rūsganās melnceres purvos ar smilšainu substrātu no augsnes virskārtas noris intensīvāka karbonātu izskalošanās un to pakāpeniska aizaugšana, nereti pat ar boreāla rakstura priežu mežu, savukārt mālainākās augsnēs karbonātu izskalošanās ir stipri lēnāka un kalcifītu purvi un zālāji transformējas savdabīgos kalcifītos priežu mežos.

Raksturvārdi: kalcifītas augtenes, katēna, *Schoenetum ferruginei*, *Sesleria caerulea*–*Pinus sylvestris* sabiedrība, Latvija

IEVADS

Engures ezera sateces baseina un jo sevišķi Engures ezera dabas parka dabas apstākļu savdabība ir karbonātiem bagātā vidē, ko botāniķi kā ļoti nozīmīgu biotu ietekmējošu un veidojošu faktoru akcentēja nesen, pirms 20-30 gadiem, Engures ezera apkārtnē uzsākot sistemātiskus floras un augu sabiedrību pētījumus. Tieši vairāku reto augu sugu (*Carex*, *Dactylorhiza*, *Ophrys* ģinšu sugas), kā arī augu sabiedrību un biotopu (*Cladietum marisci*, *Schoenetum ferruginei*) izplatība ap ezeru bija signāls pētniekiem par biotas, sevišķi augāja, unikalitāti un daudzveidību šajā reģionā (Gavrilova, 1990; Pakalne, 1994; Vīksne, 1997). Ar karbonātiem bagātais substrāts un savdabīgās augtenes visvairāk raksturīgas tieši nosusinātajai ezerdobes daļai aptuveni 1-1,5 km platā joslā ap ezeru.

Nosusinātā ezerdobes josla izveidojās, pazeminot Engures ezera ūdenslīmeni 19. gs. vairākas reizes: pirmo reizi pirms 170 gadiem (1842. gadā), izrokot kanālu no Engures ezera uz jūru (Mērsraga kanāls), lai iegūtu jaunas lauksaimniecībā izmantojamas zemes platības, bet otro reizi – pirms 112 gadiem (1899.-1900. gadā), acīm redzot, izrokot jaunu izteku no ezera vecās aizaugošās vietā, lai atvieglotu koku pludināšanu no Dzedruciema uz Rīgas līci (Ezermalietis, 1899, 1900; Leinerte, 1995).

Pēc kanālu izrakšanas ūdenslīmenis ezerā ir pazeminājies aptuveni par 1,5 m (pēc dažu autoru domām pat par 2 m) un apkārt ezeram no ūdens ir atbrīvojušies liela sauszemes platība. Ņemot vērā G. Eberharda 2010. gadā izdarītos Baltijas ledus ezera, Litorīnas jūras un Engures ezera krastu līniju precizējumus ezera rietumu daļā (austrumu krastā senā ezera krasta līnija sakrīt ar pārpūsto kāpu valni), kartogrāfiski ir novilkta pirms kanālu izrakšanas bijusī ezera krasta līnija un aprēķināta nosusinātās ezerdobes platība – tā ir 70,7 km² (36,3 % no Engures ezera dabas parka kopplatības un 57,3 % no dabas parka sauszemes teritorijas).

Nosusinātās ezerdobes rietumu un austrumu daļas krasi atšķiras pēc trofiskuma pakāpes: rietumu piekraste ir ievērojami auglīgāka, augsnē ir lielāks putekļu un māla daļiņu īpatsvars, turpretim austrumu piekraste – nabadzīgāka ar smilšaināku substrātu. Atūdeņotajā ezera rietumu piekrastē laika gaitā ir iekopti tīrumi un plašas pļavas, bet austrumu piekrasti ilgu laiku apsaimniekoja ekstensīvi, izmantojot galvenokārt mājlopu (aitas, govīs, zirgi) ganībām (Grewingk, 1861; Transehe, 1942).

Ezerdobes nosusinātajā daļā G. Eberhards norobežojis 0,3-0,8 km platu deflācijas jeb dzintara joslu, kas ir bijusī ezera seklūdens daļa ar bagātām dzintara un karbonātus saturošām nogulām (Eberhards & Lapinskis, 2000; Eberhards & Saltupe, 2000).

Engures ezera nosusinātajai ezerdobes daļai raksturīgs karbonātisks substrāts, kas ilgstošā laika posmā veidojies plašajā Litorīnas jūras lagūnā. Šīs nogulas (to biezums ap ezeru nepārsniedz 10 m) veido Litorīnas stadijas smalkgraudaina un vidēji graudaina smilts ar māla starpkārtām, nereti bagātīgām augu atliekām, kā arī ar aleirītu ieslēgumiem (Juškevičs et al., 1999). Nosusinātajā ezera daļā daudzviet sastopamas jūras gliemeņu čaulu jeb *čoriņu* iegulas (*Cardium* slāņi), kas atrodas augsnē dažādā dziļumā visapkārt ezeram un būtiski nosaka substrāta kalcifīto raksturu (Spuris, 1959; Zubova, 1984; Vīksne, 1997).

Arī ezera ūdens ķīmiskā sastāva rādītāji, sevišķi paaugstinātais kalcija un bikarbonāta daudzums ūdenī, ievērojama aleirītu un māla īpatsvars ezera nogulās, vietām pat ezerkaļķu veidošanās, ir karbonātiem piesātinātās ezera vides indikatori (Pera & Ramane, 1959; Briede et al., 2000; Kalniņa et al., 2011; Sprinģe et al., 2012). Savukārt šādam kalcifītam substrātam raksturīgas vairākas mieturaļģu sugas – *Chara aspera*, *Ch. rudis*, *Ch. polyacantha* u.c., jūras najādas (*Najas marina*) augu sabiedrības, kas sastopamas ezerā (Eņģele & Zviedre, 2001; Zviedre, 2008; Zviedre & Grīnberga, 2011).

Nosusinātajā joslā joprojām intensīvi turpinās floras sastāva veidošanās un augu sabiedrību transformācija. Raksturīgi, ka augāja (un biotas kopumā) attīstība nosusinātajā joslā pusotra gadsimtā laikā šajā samērā lielajā teritorijā noris cilvēka saimnieciskās darbības relatīvi maz ietekmētā vidē. Šādā aspektā nosusinātā josla, kā augāja dinamikas pētījumu modeļteritorija, Latvijā ir unikāla.

Pētījuma uzdevums ir analizēt, pirmkārt, nosusinātās joslas vaskulāro augu floras daudzveidības parametrus, izdalot šai teritorijai raksturīgo augu sugu kopu, kā arī novērtēt mūsdienās aktuālo sinantropizācijas procesu, un, otrkārt, identificēt kalcifito purvu transformācijas variantus skujkoku mežos.

MATERIĀLS UN METODEDES

Nosusinātās ezerdobes vispārīgs raksturojums

Augāja un augšņu pētījumi veikti Engures ezera sateces baseina nosusinātajā ezerdobes joslā (1. att.).

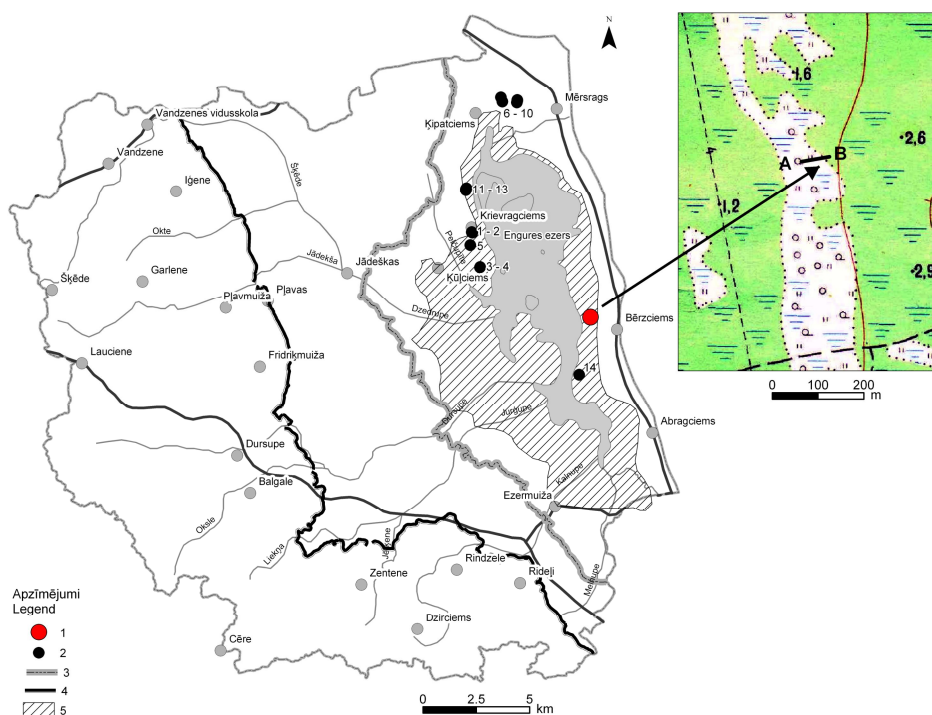
Nosusinātajai ezerdobei jeb deflācijas joslai raksturīgi III-V bonitātes skraji priedes (*Pinus sylvestris*) meži (vietām ar biezu kadiķa (*Juniperus communis*) pamežu), āra bērza (*Betula pendula*), purva bērza (*Betula pubescens*) un melnalkšņa (*Alnus glutinosa*) jaunaudzēs un vidēja vecuma audzes; ar graudzālēm (*Molinia caerulea*, *Calamagrostis epigeios*) un krūmājiem (*Myrica gale*, *Frangula alnus*, *Salix cinerea*) aizaugušas mitras plakanvirsas un dažāda lieluma, paralēli ezera krastam izstieptas ieplakas, kas raksturīgas galvenokārt ezera austrumu piekrastei. Ieplakas pēc ģenēzes, formas un konfigurācijas atgādina Ziemeļkurzemes ainavai raksturīgo Litorīnas jūras veidoto vīgu un kangaru ainavu, protams, ņemot vērā, ka Engures ezera austrumu krasta vīgas ir ievērojami mazākas un to nav daudz.

Lielākās ieplakas ir 700-1000 m garas, 100-200 m platas, ieplaku relatīvais dziļums nepārsniedz 0,8-1,0 m. Ieplaku centrālā daļa ir pazemināta, un vasarā tajā periodiski saglabājas atsevišķas lāmas, bet pavasarī un rudenī parasti sekls virsūdens pārklāj visu plašo ieplaku. Ieplakās valdošās ir parastā niedre (*Phragmites australis*) un rūsganā melncere (*Schoenus ferrugineus*), izklaidus aug atsevišķas 1,5-3,0 m garas priedītes. Savukārt mazākās ielieces ir 100-150 m garas, 10-20 m platas un nereti ir aizaugušas ar priedēm un iekļaujas apkārtējā skujkoku mežā. Par palielināto substrāta mitrumu sekļajās ieplakās liecina bērzi, kas vizuāli labi izdalās uz tumšo priežu fona un augstas parastās niedres saaudzes zemsedzē.

Floras inventarizācija

Engures ezera dabas parka vaskulāro augu sugas inventarizētas (1980.-1990. gadā) 0,25 km² lielos kvadrātos, pētījumu rezultātā ir sastādīts dabas parka un ezera sateces baseina vaskulāro augu floras saraksts, bet atsevišķi Engures ezera dabas parkam sastādīts vaskulāro augu floras atlants (Gavrilova & Baroniņa, 2000; Gavrilova et al., 2005). Turklāt floras saraksti sastādīti galvenajām dabas parka

augu sabiedrībām (biotopiem), kā arī nosusinātajai ezerdobes joslai. Pētījumā analizēta nosusinātās ezerdobes vaskulāro augu floras daudzveidība.



1. attēls. Engures ezera sateces baseins un pētījumu vietas. 1 – Bērziema vīgas katēna (A–B), 2 – augu sabiedrību aprakstu vietas, 3 – Litorīnas jūras krasta līnija, 4 – Baltijas ledus ezera krasta līnija, 5 – 1842. gadā nosusinātā Engures ezera daļa.

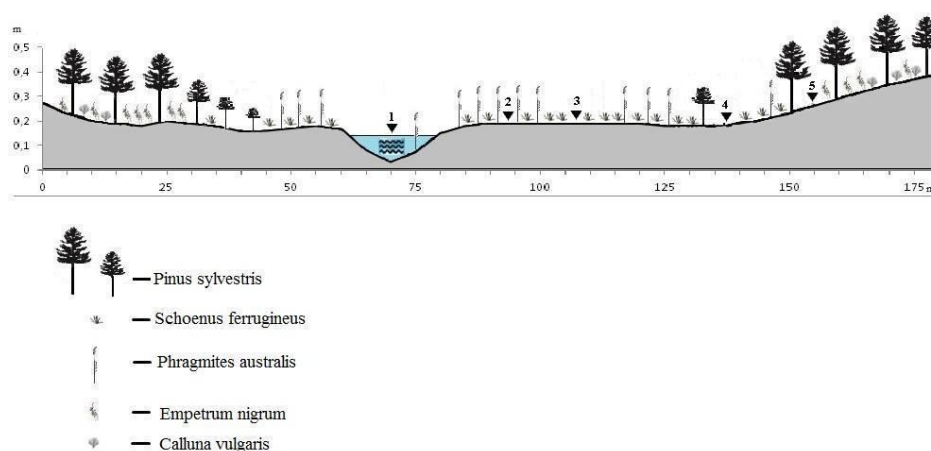
Figure 1. Catchment area of the Lake Engure and the study sites. 1 – catena of Bērziema vīga (A–B), 2 – localities of plots, 3 – shoreline of the Littorina Sea, 4 – shoreline of the Baltic Ice Lake, 5 – area of the Lake Engure drained in 1842.

Veģētācijas un augsnes izpēte

Bērziema katēna

Augu sabiedrību un augšņu telpiskā izkārtojuma un sukcesijas dinamisko stadiju izpētei Bērziema vīgā iekārtota katēna (transekts) no vīgas centrālās, nedaudz pazeminātās daļas uz vīgas malu (2. att.). Katēnas garums ir 60 m, bet relatīvā augstuma starpība starp laukumiem – 0,35 m, tajā iekārtoti pieci augāja un

augšņu uzskaites parauglaukumi (2. att.). Katrā no šiem laukumiem pēc nejaušības principa iekārtoti 1 m² veģetācijas uzskaites parauglaukumi, kuru skaits variēja no 6 līdz 10. Katrā šādā parauglaukumā vizuāli novērtēts koku, krūmu, lakstaugu un sūnu kopējais segums un katras sugas segums procentos.



2. attēls. Bērziema katēna un laukumu izvietojums

Figure 2. The catena of Bērziems vīga and localities of vegetation plots

Katēnas 1. laukums atrodas ielieces centrālajā, viszemākajā daļā, augāja uzskaites brīdī to klāja sekls (10-15 cm) virsūdens slānis; 2.-4. laukums raksturo kalcifītos slapjos purvus: lakstaugu stāvā valdošie ir *Schoenus ferrugineus* un *Phragmites australis* mikrogrupējumi, bet 4. laukumā krūmu stāvā ir sastopamas 2-3 m garas 25-32 gadus vecas ($n = 3$) retas priedītes (kalcifītajā purvā ir sākusies pakāpeniska priedes ekspansija). Savukārt vīgas malas jau ir aizaugušas ar 56-60 gadus vecām ($n = 6$) priedēm (5. laukums).

Katrs laukums katēnā raksturots ar augsnes rakumu, aprakstot ģenētisko horizontu morfoloģiskās pazīmes. Augsnes morfoloģiskās īpašības aprakstītas pēc Apvienoto Nāciju un Pārtikas un lauksaimniecības organizācijas (FAO) rekomendētās un Latvijas apstākļiem piemērotās lauka pētījumu metodikas (Kārklīšs, 2007). No katra augsnes ģenētiskā horizonta paņemti augsnes paraugi augsnes ķīmisko un fizikālo īpašību analīzei, analīžu dati apkopoti 4.-6. pielikumā.

Ordinācija

Lai noskaidrotu galvenos gradientus katēnā, veikta netiešā ordinācija ar programmu PC-ORD 5.0, izmantojot nemetrisko daudzdimensiju mērogošanu (NMS) (Kruskal, 1964; Mather, 1976 pēc McCune & Grace, 2002). Sugu seguma dati (tie bija noteikti procentos) pirms analīzes transformēti ar kvadrātsaknes transformāciju. Attāluma aprēķināšanai starp parauglaukumiem ordinācijas telpā izmantots Sjerensena koeficients. Reālie dati analizēti 50 reizes 500 atkārtojumos. Analīzei izvēlēts divu asu ordinācijas risinājums, jo tas rezultējās vismazākajā stresa vērtībā – 16,4 (1 asij stress bija 38,8 un trijām asīm – 14,2) un nestabilitātes vērtībā 0,003. Monte Karlo testa rezultāts šim risinājumam bija $p=0,004$. Kumulatīvais determinācijas koeficienta lielums starp parauglaukumu vērtībām uz divām asīm ordinācijas telpā un oriģinālajā daudzdimensiju telpā bija 0,85 (izmantots Sjerensena koeficients), bet tikai pirmajai asij tas attiecīgi 0,64.

Augsnes profila ģenētiskie horizonti pēc ķīmiskām īpašībām ordinēti ar galveno komponentu metodi.

Augāja uzskaitē parauglaukumos nosusinātās ezerdobes mežos

Kalcifīto priežu mežu sabiedrības aprakstītas 14 parauglaukumos. Katram parauglaukumam noteikts lielums un ģeogrāfiskās koordinātes (LKS-92 sistēmā). Pēc acumēra procentos audzē (parauglaukumā) novērtēts koku stāva (E_3), krūmu stāva (E_2), lakstaugu stāva (E_1) un sūnu stāva (E_0) kopējais un katras sugas projektīvais segums. Parauglaukumus raksturojoši parametri un augu sugu projektīvā seguma dati apkopoti tabulās.

Augsnes analīzes

Augsnes morfoloģiskās īpašības aprakstītas pēc FAO rekomendētās un Latvijas apstākļiem piemērotās lauka pētījumu metodikas (Kārklīšs, 2007).

No katra augsnes ģenētiskā horizonta paņemti augsnes paraugi augsnes ķīmisko un fizikālo īpašību analīzei. LVMI *Silava* Augsnes pētījumu centrā noteikts augsnes apmaiņas skābums potenciometriski 1 M KCl šķīdumā, hidrolītiskais skābums 1 M CH_3COONa izvilkumā pēc Kapena metodes, apmaiņas bāzes 0,1 M HCl izvilkumā pēc Kapena-Gilkoviča metodes, CaCO_3 daudzumu ar titrēšanas metodi, kopējais trūdvielu C saturs noteiktas ar elementanalizatoru LECO CR12, bet kopējais slāpekļis N noteikts ar modificēto Kjeldāla metodi (Skujāns & Mežals, 1964; Vanmecheln et al., 1997). Pēc analīžu datiem aprēķināts

organiskais ogleklis C_{org} (koeficients 0,579), karbonātos saistītais ogleklis C_{carb} , apmaiņas bazu kapacitāte, piesātinājums un C/N attiecība.

Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes augsnes laboratorijā ar sedimentācijas un pipetēšanas metodi noteiktas augsnes mehāniskā sastāva frakciju attiecības. Ķīmisko elementu (Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, Cd, Pb) daudzums 1 M HCl šķīdumā noteikts ar atomabsorbcijas spektrometru Aanalyst 2000 (Riņķis & Ramane, 1989).

REZULTĀTI

Nosusinātās joslas vaskulāro augu floras īpatnības

Pirms 20 gadiem, veicot floras inventarizāciju Engures ezera dabas parkā, tajā konstatētas 856 vaskulāro augu sugas (Gavrilova & Baroniņa, 2000). Izmantojot sakarību starp sugas daudzumu un teritorijas platību ($y = 330,1 \cdot x^{0,1376}$, kur y – sugu skaits, x – teritorijas platība), kas iegūta, pamatojoties uz lokālo un reģionālo floru inventarizācijas datiem (Laiviņš & Gavrilova, 2009), aprēķināts, ka dabas parkā ir par 200 sugām vairāk nekā vidēji tāda lieluma teritorijā Latvijā (Gavrilova et al., 2011). Dabas parka kopējo piesātinājumu ar sugām vairo floristiski savdabīgo dažāda vecuma kāpu un piejūras pļavu izplatība, kā arī vairāku lielu zvejniekiemu (Mērsrags, Bērziems) atrašanās parka teritorijā. Engures ezera dabas parks tātad ir nozīmīgs floras daudzveidības centrs.

Ezera nosusinātajā joslā uzskaitītas 622 sugas (1. pielikums), 72,6 % no dabas parka sugu skaita. Bet šajā parka daļā ir tikai par 30 sugām vairāk nekā vidēji tāda lieluma teritorijā Latvijā.

Izmantojot floras kartēšanas datus (Gavrilova et al., 2005), ir salīdzināts sugu skaits priežu mežā šaurajā sauszemes zonā starp Engures ezeru un jūru, kas ietver gan mežaino nosusināto ezerdobes joslu, gan arī mežaino kāpu joslu. Floras kartēšanā šī zona sadalīta divdesmit 500×500 m ($0,25 \text{ km}^2$) lielos kvadrātos, sugu skaita analīzei izmantotas divas paralēlas 2 km garas un 500 m platas joslas abpus pārpūstajam senajam ezera krasta valnim. Nosusinātajā daļā vienā kvadrātā vidēji ir 187, bet ar mežu apaugušajās kāpu joslā – 146 sugas. Tātad nosusinātajā, floristiski jaunākajā ezerdobes joslā $0,25 \text{ km}^2$ ir par 42 sugām vairāk, nekā floristiski vecākajā kāpu joslā ($F_{stat} 2,26 > F_{crit} 2,16, p > 0,05$).

Kartogrāfiskā materiāla un augtenes vides apstākļu (sevišķi augsnes reakcijas un slāpekļa) analīze, izmantojot H. Ellenberga sugu indikatorskalu vērtības (Ellenberg et al., 1990), dod iespēju no dabas parka vaskulāro augu floras apjoma norobežot kalcifīto augu sugu (13 sugas) kompleksu: *Cladium mariscus*, *Carex lepidocarpa*, *C. hostiana*, *C. scandinavica*, *C. capillaris*, *Dactylorhiza cruenta*, *D. ochroleuca*, *Liparis loeselii*, *Ophrys insectifera*, *Pinguicula vulgaris*,

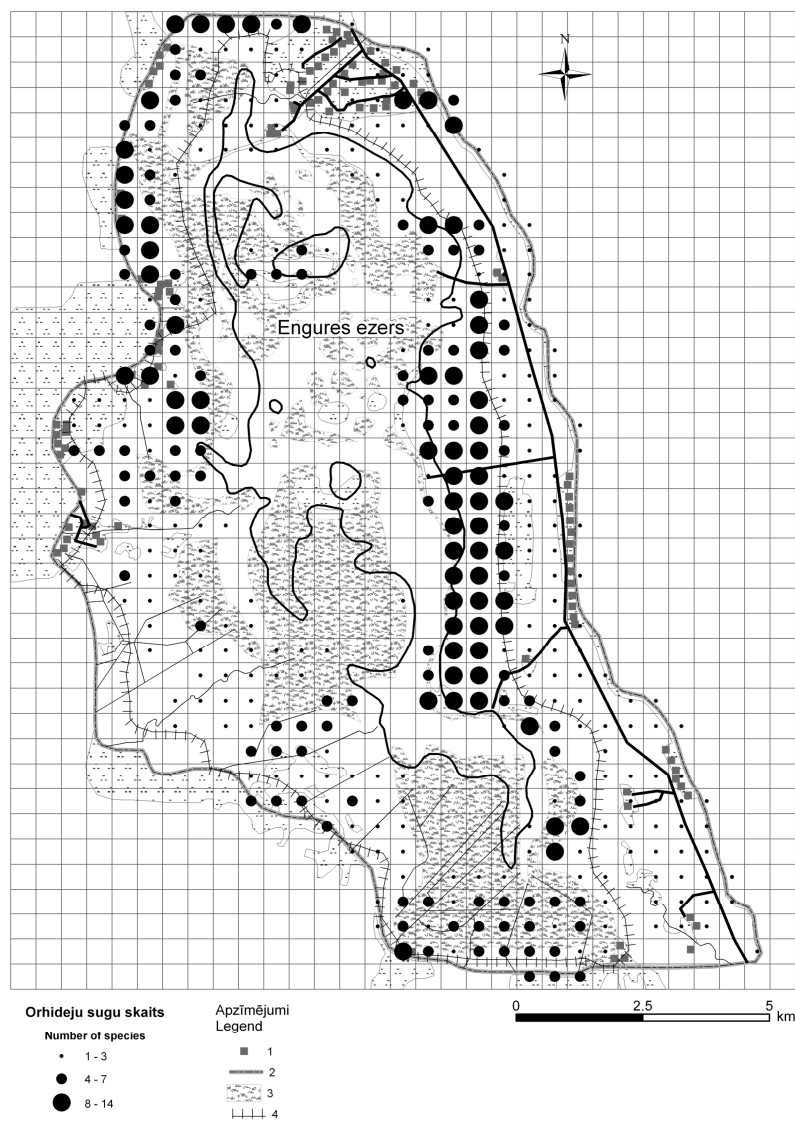
Primula farinosa, *Schoenus ferrugineus*, *Sesleria caerulea*. Visas minētās kalcifītās sugas aug neitrālā bāziskā, bet ar slāpekli nabadzīgā substrātā.

Nosusinātās joslas vaskulāro augu floras īpatnība ir orhideju dzimtas sugu sastopamība karbonātiem bagātajā joslā ap ezeru. Šai joslai raksturīgas ne tikai kalcifītā kompleksa sugas (*Dactylorhiza cruenta*, *D. ochroleuca*, *Liparis loeselii*, *Ophrys insectifera*), bet arī citu, Latvijā biežāk sastopamu orhideju sugu (*Dactylorhiza fuchsii*, *D. maculata*, *D. incarnata*, *Malaxis monophyllos* u.c.) augšanas vietas (3. att.). Tāpēc mūsu ierosinājums ir ap ezeru esošo deflācijas joslu, ko G. Eberhads un J. Lapinskis (2000) sauc par dzintara joslu, saukt arī par orhideju joslu.

Nosusinātās joslas flora ir jauna, atūdeņotajā sauszemes daļā notiek intensīva sugu sastāva veidošanās, tajā skaitā arī floras sinantropizācija. Šajā joslā zeme netiek intensīvi apstrādāta, starp nemeža biotopiem dominē zālāji, rets ir ceļu tīkls, tajā ir tikai dažas lauku sētas, tāpēc nosusinātajā joslā konstatētas tikai 43 ruderalajām augu sabiedrībām raksturīgas vietējās sugas. Nozīmīgs floras sinantropizācijas rādītājs ir arī svešzemju sugu daudzums.

Kopumā dabas parkā ir maz svešzemju sugu – pašlaik ir zināmas tikai 66 svešzemju sugas; 22 adventīvās un 44 naturalizējušās dārzeņģļu sugas (Gavrilova et al., 2012). Savukārt nosusinātajā joslā pašlaik ir konstatētas tikai 4 adventīvās sugas: *Acorus calamus*, *Conyza canadensis*, *Elodea canadensis*, *Epilobium adenocaulon* un 19 naturalizējušās dārzeņģļu sugas – *Amelanchier spicata*, *Aquilegia vulgaris*, *Armoracia rusticiana*, *Artemisia absinthium*, *Aster salignus*, *Grossularia reclinata* var. *uva-crispa*, *Impatiens parviflora*, *Lupinus polyphyllus*, *Myosotis sylvatica*, *Oxalis stricta*, *Ribes rubrum*, *Salix fragilis*, *Sambucus racemosa*, *Saponaria officinalis*, *Solidago canadensis*, *Sorbaria sorbifolia*, *Swida alba*, *Trifolium hybridum*, *Vicia sativa*.

Nosusinātajā joslā, ņemot vērā oligotrofo mitro vietu lielo īpatsvaru, kas ir nelabvēlīgas augtenes sinantropo sugu izplatībai, ir samērā liels dārzeņģļu īpatsvars – 43 % no dabas parka dārzeņģļu kopskaita. Vairākas dārzu sugas, piemēram, *Aster salignus*, *Lupinus polyphyllus*, *Solidago canadensis* un *Sorbaria sorbifolia* ezera piekrastē ir naturalizējušās tieši pēdējos gados, kas liecina par sugu sastāva un biotopu nestabilitāti nosusinātajā joslā, kā arī vietējo un arī svešzemju sugu potenciālajām invāzijas iespējām šajā teritorijā.



3. attēls. Orhideju dzimtas sugu izplatība Engures ezera dabas parkā.

Apzīmējumi: 1. Apdzīvotas vietas, 2. Engures dabas parka robeža, 3. Niedrājs, 4. Engures ezera krasta līnija pirms nosusināšanas 1842. gadā.

Figure 3. Distribution of *Orchidaceae* species in the Lake Engure Nature Park.

Legend: 1. Settlements, 2. Border of the Lake Engure Nature Park, 3. Reeds, 4. Shoreline of the Lake Engure before draining in 1842.

AUGĀJA UN AUGŠŅU DINAMIKA BĒRZCIEMA VIGĀ

Augu sabiedrību dinamiskās stadijas

Pētījumā pieņemts, ka pirms ūdenslīmeņa pazemināšanas Engures ezerā tā ezerdobes lēzenās ielieces (kas šajā darbā nosaukta par Bērziema vīgu) saskalotie saneši viscaur ir bijuši piesātināti ar karbonātiem. Tāpēc Bērziema vīgas katēna nelielā teritorijā aptver atklāto, daļēji aizaugušo un ar mežu pilnīgi aizaugušo kalcifīto purvu augāju. Tātad atšķirīgās katēnas augu sabiedrības un augu sabiedrību grupējumi (kā arī tos raksturojošie augsnes parametri) ir ne tikai teritoriāli, bet arī dinamiski saistītas, kalcifīto purvu augāja attīstību raksturojošas augu sabiedrību stadijas. Augāja sugu sastāva un augsnes ķīmisko īpašību variēšanu katēnā galvenokārt nosaka augtenes mitruma apstākļi.

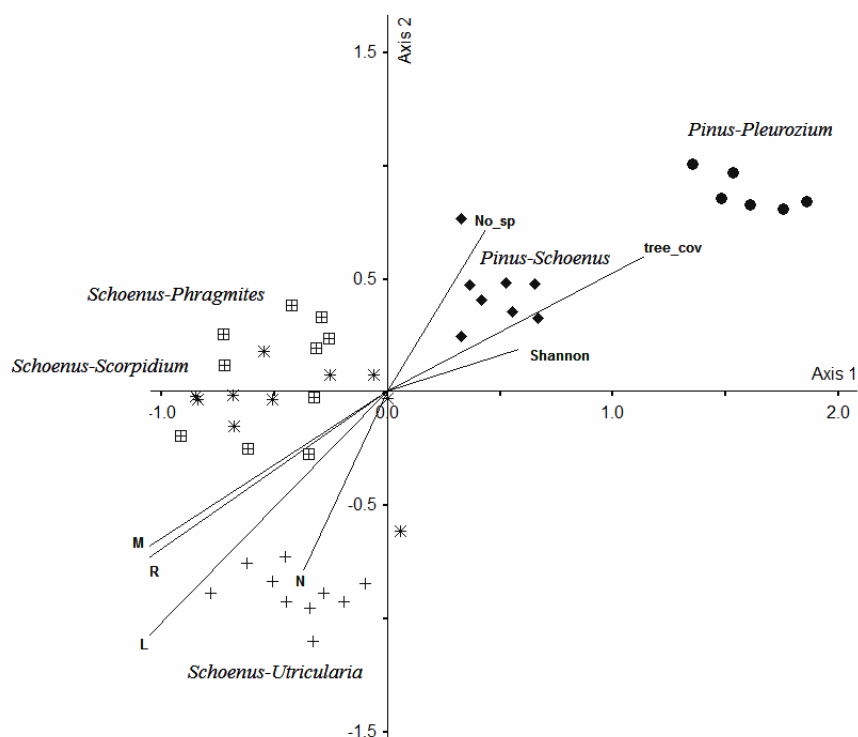
Vīgas centrālajā zemākajā daļā ar augstāko gruntsūdens līmeni un vasarās nereti ilgstošu virsūdens slāni, heteronomā superakvālā novietojumā ir sastopama *Schoenus–Utricularia* sabiedrība, kas ir kalcifīto purvu augāja veidošanās sākumstadija (1. laukums). 10-20 cm augstāk paceltajā, pavasaros un rudenos pārplūstošajā vīgas daļā, heteronomā stagnosā novietojumā ir sastopama *Schoenus–Phragmites* sabiedrība (2. laukums), *Schoenus–Scorpidium revolvens* sabiedrība (3. laukums) un *Pinus–Schoenus* sabiedrība (4. laukums). Vīgas malā, kur purvs jau ir aizaudzis ar 56-60 gadus vecām priedēm, daļēji eluviālā tranzītnovietojumā ir sastopama *Pinus–Pleurozium* sabiedrība (5. laukums), kur zemsedzē boreālo priežu mežu sugas ir pārsvarā pār kalcifīto purvu sugām.

Schoenus ferrugineus–Scorpidium revolvens sabiedrība kā Bērziema vīgā, ir Latvijā tipiska kalcifīto purvu sabiedrība ar stipri variējošu sugu sastāvu un vairākām dinamiskām attīstības fāzēm (Salmiņa, 2003; 2005). Pētot kalcifīto purvu augāju Engures ezera apkārtnē, M. Pakalne (1995a) ir novērojusi, ka pazeminājumu centrālajā, slapjākajā daļā rūsganā melncere ir retāka ar mazāku projektīvo segumu, savukārt gar pazeminājumu malām melncere ir vitālāka, tās ciņi ir blīvāki. Līdzīgi *Schoenus ferrugineus* izkārtojas arī Bērziema vīgas katēnā.

Visu augu sabiedrību salīdzinājums pēc sugu datiem (sugu skaits parauglaukumā, lakstaugu segums, Ellenberga vidējās vērtības gaismai, temperatūrai, mitrumam, reakcijai un slāpeklim), izmantojot Mann-Whitney U testu (3. pielikums), liecina, ka savstarpēji vismazākās atšķirības ir *Schoenus–Scorpidium* un *Schoenus–Phragmites* fāzei, tām būtiski atšķiras tikai lakstaugu segums un Ellenberga slāpekļa vērtība. Sugām bagātākā ir *Pinus–Schoenus* fāze, tajā sugu skaits ir vidēji par 10-16 sugām lielāks nekā pārējās fāzēs. Lakstaugu segums pakāpeniski pieaug no pirmās līdz ceturtafāzei, bet piektafāzē tas ir samazinājies. Sūnu seguma dinamika ir atšķirīga no lakstaugu stāva – lielākais sūnu segums ir pirmajā un pēdējā fāzē, bet trīs vidējās fāzēs tas ir niecīgs. Ellenberga gaismas, mitruma un reakcijas vērtības pakāpeniski

samazinās un pārsvarā sukcesijas fāzes savstarpēji būtiski atšķiras pēc šīm vērtībām. Slāpekļa vērtību sadalījums ir citāds – lielākā slāpekļa vērtība ir pirmajā un trešajā sukcesijas stadijā (attiecīgi 4,0 un 3,9), bet pārejās stadijās tā ir par 1 līdz 1,5 vērtībām mazāka (3. pielikums).

NMS ordinācijas rezultāti liecina, ka pēc floristiskā sastāva labi nodalās tikai četras fāzes. NMS diagrammā apraksti izkārtos četras grupas (4. att.), kur visas raksturotās fāzes veido kompaktas citu no citas nošķirtas grupas, izņemot otro un trešo fāzi, respektīvi, atklāta zāļu purva un ar niedri aizaugošā zāļu purva parauglaukumi ordinācijā veido vienu grupu.



4. attēls. NMS ordinācijas diagramma. *Schoenus-Scorpidium* stadija attēlota ar zvaigznīti.

No_sp – sugu skaits parauglaukumā, tree_cov – koku segums, Shannon – Šenona indekss, Ellenberga skalu vērtības: M – mitrums, R – reakcija, L – gaisma, N – slāpeklis.

Figure 4. NMS ordination plot. *Schoenus-Scorpidium* series indicated with an asterisk. No_sp – number of species per relevé, tree_cov – cover of tree layer, Shannon – Shannon index, Ellenberg's indicator values: M – moisture, R – reaction, L – light, N – nitrogen.

Augsnes morfoloģiskās un ķīmiskās īpašības

Vadoties pēc jaunākajām augsnes profila aprakstīšanas metodēm (Kārklīņš, 1995; 2007; 2008), katēnas augu sabiedrības raksturotas ar augsnes ģenētisko horizontu morfoloģisko pazīmju aprakstiem.

1. laukums: y – 448446; x - 6347016

Cgkh 0-5 ļoti tumša pelēkbrūna mitra (2.5Y 3/2) pelēka sausa (2.5Y6.1) smalka bezstruktūras slapja vidēji blīva smilts; stipri karbonātiska CaCO_3 – 20.2 %, sakņu masa 1 %. Parauga dziļums 0-5 cm. Parauga ņemšanas brīdī augsnes virspusi sedz 10 cm dziļš virsūdens slānis.

2. laukums: y – 448446; x - 6346827

ACkh 0-5 izteikti tumši brūna mitra (10YR 2/2) izteikta tumši pelēcīgi brūna sausa (10YR 3/2) smalka puteklaina slapja (saspiežot masu, notek ūdens) pablīva lipīga ar trūdvielām piesātināta smilts, sakņu masa 15 %, nesadalījušās makrofitu atliekas 8 %, stipri karbonātiska CaCO_3 – 21.2 %, apakšējā robeža taisna pāreja krasa. Horizontu attiecība 3:2. Parauga dziļums 0-5 cm.

Chgk 5-20 tumši pelēkbrūna mitra (10YR 4/2) gaiši brūnpelēka (10YR 6/2) smalka un ļoti smalka bezstruktūras slapja pablīva smilts, sakņu masa 20 % (niedru saknes), vidēji karbonātiska CaCO_3 – 6.3 %, apakšējā robeža neskaidra pāreja pakāpeniska. Parauga dziļums 10-20 cm.

Cgk 20-50 iesarkani pelēka mitra (2.5YR 5/1) gaiši iesarkani pelēka (2.5YR 7/1) smalka un ļoti smalka puteklaina slapja pablīva smilts, sakņu masa 5 % (niedru saknes), vidēji karbonātiska CaCO_3 – 5.2 %. Parauga dziļums 30-40 cm. Gruntsūdens 35 cm dziļumā.

3. laukums: y – 448508; x - 6346723

AChk 0-3 melna mitra (10YR 2/1) tumši pelēkbrūna sausa (10YR 4/2) smalkgraudaina vidēji graudaina ar kvarca graudiņu piejaukumu valga-mitra vidēji blīva (zem *Schoenus ferrugineus* ciņiem blīva) smilts, sakņu masa 35 %, stipri karbonātiska CaCO_3 – 13.9 %, zem AChk horizonta *Cardium* gliemeņčaulu slānis*, apakšēja robeža vāji viļņota nelīdzena pāreja skaidra. Horizontu attiecība 4:1. Parauga dziļums 0-3 cm.

* Gliemežvāki visumā ir mazāki par 10 mm, tikai atsevišķu indivīdu izmēri ir nedaudz lielāki par 10 mm (10-15 mm). Pēc M. Rudzīša domām gliemeņu čaulu mazais lielums ir saistīts ar nelabvēlīgajiem gliemju dzīves apstākļiem Preengures ezera baseinā Litorīnas jūras laikā.

CBgk 3-13 pelēcīgi brūna mitra (10YR 5/2) gaiši pelēka sausa (10Yr 7/1) smalka un ļoti smalka bezstruktūras puteklaina valga vidēji blīva smilts, sakņu masa 2-3 %, vāji karbonātiska CaCO_3 – 1.6 %, horizontā izklaidus gliemeņčaulas un to atlūzas 10-12 %, apakšējā robeža viegli viļņota pāreja diezgan skaidra. Horizontu attiecība 4:1. Parauga dziļums 5-13 cm.

C₁gk 13-28 pelēcīgi brūna mitra (2.5YR 5/2) gaiši pelēka sausa (2.5YR 7/1) smalka un ļoti smalka bezstruktūras mitra blīva smilts, saknes (lielas un resnas) 2 %, pie saknēm nelieli

brūni plankumi (3-4 %), vidēji karbonātiska CaCO_3 – 3.2 %, gliemeņu čaulas 5 %, apakšējā robeža neskaidra pāreja pakāpeniska. Parauga dziļums 15-25 cm.

C₂gk 28-60 pelēcīgi brūna mitra (2.5YR 5/2) gaiši pelēka sausa (2.5YR 7/1) smalka un ļoti smalka nedaudz putekļaina bezstruktūras blīva (cieta) mitra smilts, vietām brūni plankumi (4 %), vidēji karbonātiska CaCO_3 – 3.0 %, gliemeņu čaulas 3-4 %. Parauga dziļums 40-50 cm. Gruntsūdens 48 cm dziļumā.

4. laukums: y – 448575; x – 6346889

Ak 0-2 izteikti tumši brūns mitrs (10YR 2/2) tumši pelēcīgi brūns sauss (10YR 4/2) plāns smērējošs valgs-mitrs pablīvs vidēji sadalīties trūdvielu slānītis, vāji karbonātisks CaCO_3 – 0.2 %, apakšējā robeža taisna, pāreja krasa, saknes 10 %, Parauga dziļums 0-2 cm.

CBgk 2-15 tumši pelēkbrūna mitra (10YR 4/2) pelēka sausa (10YR 6/1) smalka un ļoti smalka bezstruktūras mitra blīva smilts, sakņu masa 2-3 %, vāji karbonātiska CaCO_3 – 0.4 %, apakšējā robeža viegli viļņota, pāreja diezgan skaidra. Horizontu attiecība 4:1. Parauga dziļums 5-15 cm.

C₁gk 15-40 pelēka mitra (10YR 6/1) gaiši sarkanīgi pelēka sausa (2.5YR 7/1) smalka un ļoti smalka bezstruktūras mitra irdena smilts sakņu masa 1 %, vidēji karbonātiska CaCO_3 – 3.1 %, 4-5 cm biezs irdens *Cardium* slānītis (gliemeņčaulas 15 % no horizonta apjoma), apakšējā robeža neskaidra, pāreja pakāpeniska. Parauga dziļums 20-30 cm.

C₂gh 40-70 vāji sarkanīga (2.5YR 5/2) gaiši sarkanīgi pelēka sausa (2.5YR 7/1) smalka un ļoti smalka putekļaina bezstruktūras slapja vidēji blīva stipri glejota smilts, atsevišķas saknes (< 1 %) pie saknēm daži tumši brūni plankumi, vāji karbonātiska CaCO_3 – 1.3 %, piesātināta ar gliemeņčaulām 30 %. Parauga dziļums 50-60 cm. Gruntsūdens 55 cm dziļumā.

5. laukums: y – 448569; x - 6346948

O 0-2 izteikti tumši brūni mitri (10YR 2/2) tumši brūni sausi (10YR 3/3) vāji sadalījušies valgi irdeni rupji (rupjais humuss) meža pakaiši ar baltām sēņu hifām un dažiem gaišiem kvarca graudiņiem, zemsegas sastāvs: mētras 40 %, sūnas 35 %, saknes 20 %, skujuas 5 % apakšējā robeža taisna, pāreja krasa. Parauga dziļums 0-2 cm.

AEhk 2-8 izteikti tumši brūna mitra (10YR 2/2) tumši pelēkbrūna sausa (10YR 4/2) smalka un ļoti smalka bezstruktūras valga pablīva ar tumšiem trūdvielu ieslēgumiem nedaudz smērējoša smilts, sakņu masa 15 %, gar saknēm tumši organisko vielu ieplūdumi, karbonātu pazīmes CaCO_3 – 0.01 %, apakšējā robeža neskaidra, pāreja pakāpeniska. Horizontu attiecība 3:2. Parauga dziļums 2-8 cm.

BECgk 8-21 pelēka mitra (10YR 5/1) gaiši brūnpelēka sausa (10YR 6/2) smalka un ļoti smalka bezstruktūras valga-mitra vidēji blīva smilts; sakņu masa 3 % (horizonta augšējā daļā sakņu masa 10 %), gar saknēm tumši organisko vielu ieplūdumi, apakšējā robeža neskaidra, pāreja pakāpeniska. Horizontu attiecība 3:1:1. Parauga dziļums 10-20 cm.

CBgk 21-42 pelēkbrūna mitra (10YR 5/2) gaiši pelēka sausa (10YR 7/1) smalka un ļoti smalka bezstruktūras mitra vidēji blīva smilts, vāji karbonātiska CaCO_3 – 1.5 %, (karbonāti sākas 25 cm dziļumā) apakšējā robeža taisna, pāreja krasa. Horizontu attiecība 4:1. Parauga dziļums 25-35 cm.

Cgk 42-70 pelēka mitra (2.5Y 5/1) gaiši pelēka sausa (2.5Y 7/1) smalka un ļoti smalka bezstruktūras mitra vidēji blīva smilts, vāji karbonātiska CaCO_3 – 1.5 %, horizonta

piesātinājums ar gliemeņčaulām un to atlūzām – 20 %. Parauga dziļums 60-70 cm. Gruntsūdens 72 cm dziļumā.

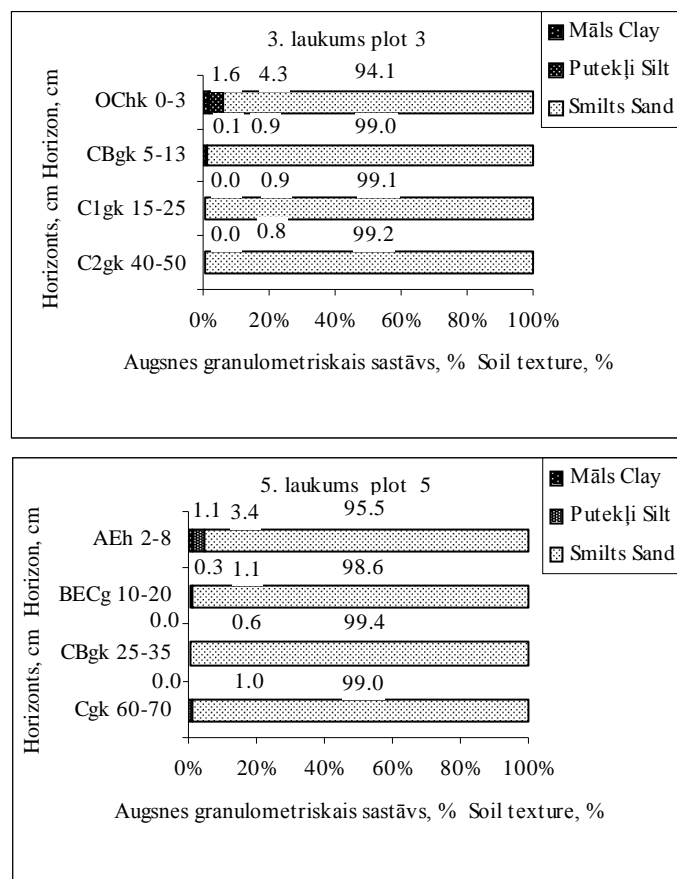
Visos laukumos augšņu nozīmīgākās īpašības ir paaugstinātais karbonātu saturs un glejošanās pazīmes visā augsnes profilā, kā arī augsnes bāziskā reakcija un augstā piesātinājuma pakāpe.

Bērziema katēnā parauglaukumi pēc augsnes profila morfoloģiskajām pazīmēm un fizikāli ķīmiskajām īpašībām veido divas kopas. Pirmajā ietilpst pirmie četri kalcifīto purvu parauglaukumi, kuros ir *smalkas smilts piesātināta nepilnīgi izveidota pushidromorfa augsne*. Otrajā kopā ir tikai viens – 5. parauglaukums, ar *smalkas smilts daļēji piesātinātu* (ar podzolēšanas pazīmēm augsnes virskārtā) *nepilnīgi izveidotu pushidromorfu augsni* (Kārklīš et al., 2009).

Kalcifīto purvu augsnēs (pirmo laukumu kopa) ģenētiskie horizonti nav diferencēti, visā profilā dominē vidēji karbonātiska, piesātināta, bāziska, pēc granulometriskā sastāva vienvēidīga ezera saskalota smalka smilts (4.-6. att., 4. pielikums). Purvu augu sabiedrību stadijā ar lielāku *Phragmites australis* īpatsvāru lakstaugu stāvā (2. laukums), augsnes virskārtā akumulējas lielāks (AChk - 5 cm biezs) atmirušo augu daļu apjoms (C – 17,3 %), to sadalīšanas un mineralizācija ir mazāk intensīva (C/N – 19), nekā *Schenus ferrugineus* sabiedrību augsnes virskārtā (3. laukums). Atmirušo organisko vielu slāņa biezums rūsganās melnceres sabiedrībās vidēji ir 3 cm biezs, trūdvielu saturs C – 4,3 %, bet C/N attiecība – 13, kas ir tuva optimālai (C/N – 10) vielu aprītei augsnes virskārtā (7.-8. att.).

Ieviešoties jaunajām priedītēm un skujkoku mežu sugām zemsedzē, kalcifītajos purvos (4. laukums) augsnes nobiru slānī nedaudz samazinās piesātinājums ar apmaiņas katjoniem (89 %) un palielinās augsnes aktuālais skābums (pH 6,9).

Vēl vairāk nostiprinoties meža sabiedrībām vigas malā (5. laukums), meža augāja radīto agresīvo trūdkābju ietekmē notiek intensīva barības vielu un karbonātu izskalošanās no augsnes virskārtas un augsnes profila diferencēšanās. Augsnes virskārta aizaugošajā vigas daļā ir skāba (pH 3,4) ar ļoti zemu piesātinājumu; augsnes virskārtā zem nobirām 60 gadu laikā ir izveidojies plāns gaiši pelēcīgs slānītis ar eluviālā horizonta pazīmēm. Karbonāti sākas 25 cm dziļumā, tāpēc iluviālā horizonta pazīmes, tāpat kā kalcifīto purvu augsnēs, ir ļoti vājas, dziļākie augsnes horizonti morfoloģiski ir vienvēidīgi. Augsnes virsējos horizontos (O, AEhk) ir plaša C/N attiecība, kas liecina par slāpekļa savienojumiem bioloģiski neaktīvās formās.



4. attēls. Granulometrisko frakciju struktūra augsnes horizontos

Figure 4. Soil texture

Visos augsnes profilos augsnes virsējais, ar trūdvielām bagātākais horizonts (A, O), salīdzinot ar dziļākajiem horizontiem (C), ir ar barības vielām un ķīmiskiem elementiem ievērojami bagātāks. Atsevišķu elementu (Mn, Zn, Cu, Cd, Pb u.c.) saturs ar trūdvielām piesātinātajā virskārtā ir vismaz 10 lielāks nekā cilmiezī – ezera pārskalotajā smiltī

Pēc ķīmiskā sastāva augsnes profili Bērziema katēnā dalās divos atšķirīgos slāņos: *apakšējā homogēnajā*, ar karbonātiem un katjoniem piesātinātajā, bet ar metāliem nabadzīgajā, biežajā cilmieža slānī un pēc ķīmiskā sastāva *augšējā heterogēnajā*, ar trūdvielām, slāpekli un metāliem bagātākajā, bet ievērojami plānākajā zemsedzes un minerālzeses slānī.

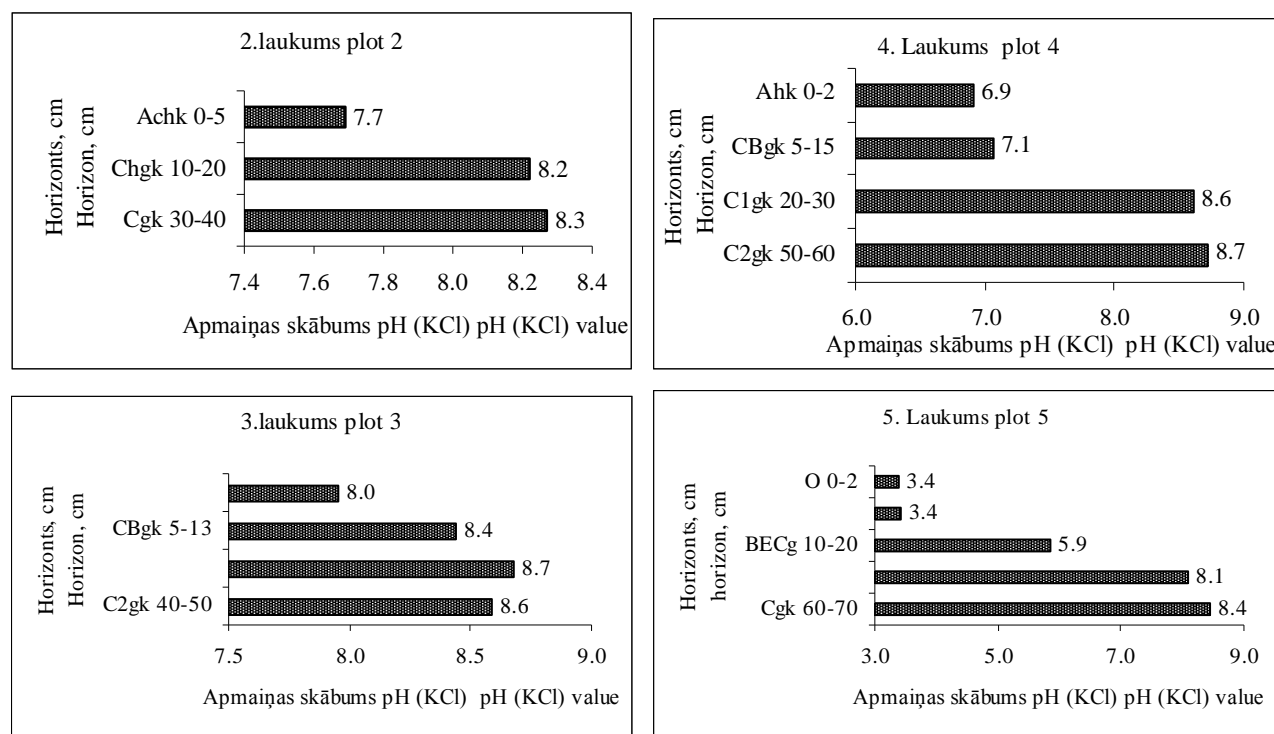
Šo augsnes slāņu ģenētiskie horizonti uzskatāmi diferencējas ordinācijas telpā. Pēc biogēnās izcelsmes barības vielu (organiskās vielas, slāpeklis), kā arī augsnes skābuma un apmaiņas katjonu daudzuma, galveno komponentu telpā horizonti diferencējas trīs kopās (9. att.): kompaktajā cilmieža horizontu kopā (I), kalcifīto purvu trūdvielu horizontu kopā (II) un ordinācijas telpā izklaidus izkārtotajos priežu meža (5. laukums) nepiesātināto virskārtas minerālo horizontu kopā (III). Nozīmīgākais ģenētiskos horizontus diferencējošais faktors (1. ass, 53,2 % kopējās dispersijas) ir augtenes skābums, šī faktora informatīvākas pazīmes ir apmaiņas skābuma pH vērtības (korelācijas koeficients ar pirmo asi 0,94) un hidrolītiskais skābums (- 0,88). Otrs nozīmīgs faktors (2. ass, 32,3 % kopējās dispersijas) ir augsnes karbonātiskums, dalošās pazīmes ir apmaiņas bāzu summa (- 0,92) un CaCO_3 saturs (-0,83).

Tāpat līdzīgi galveno komponentu ordinācijas telpā izkārtojas augsnes horizonti, analizējot to līdzību pēc biogēnās un litogēnās izcelsmes kustīgo, augiem izmantojamo metālu satura (10. att.). Pirmā galvenā komponente (70,1 % kopējās dispersijas) diferencē (informatīvākās pazīmes ir svina un niķeļa daudzums, to īpašvērtības attiecīgi -0,98 un -0,97) ar metālu saturu nabadzīgos cilmieža (I) un ar metālu saturu bagātos zemsegas horizontus (II). Cilmieža horizonti pēc metālu satura ir līdzīgi, to kopa ir kompakta, savukārt zemsegas horizontos metālu saturs stipri variē. Otrs nozīmīgākais faktors (18,3 % kopējās dispersijas) ir augtenes karbonātiskums, to indicējošas pazīmes ir magnija (0,70) un kalcija (0,51) saturs augsnes horizontos. Pēc metālu satura nabadzīgajai cilmiežu horizontu kopai ir līdzīgi priežu meža augsnes virsējie minerālie horizonti – AEh un BECg (III).

Kā jau minēts, dažos laukumos trūdvielu slānī ir uzkrītoši liels vairāku ķīmisko elementu saturs, piemēram, kalcifītajos purvos ar lielāku *Phragmites australis* īpatsvaru lakstaugu stāvā (2. laukums), ir palielināts Na, Mn, Fe, Ni, Zn, Cd, Pb saturs, savukārt priežu meža zemsegā (5. laukums) – K, Zn un Cu saturs.

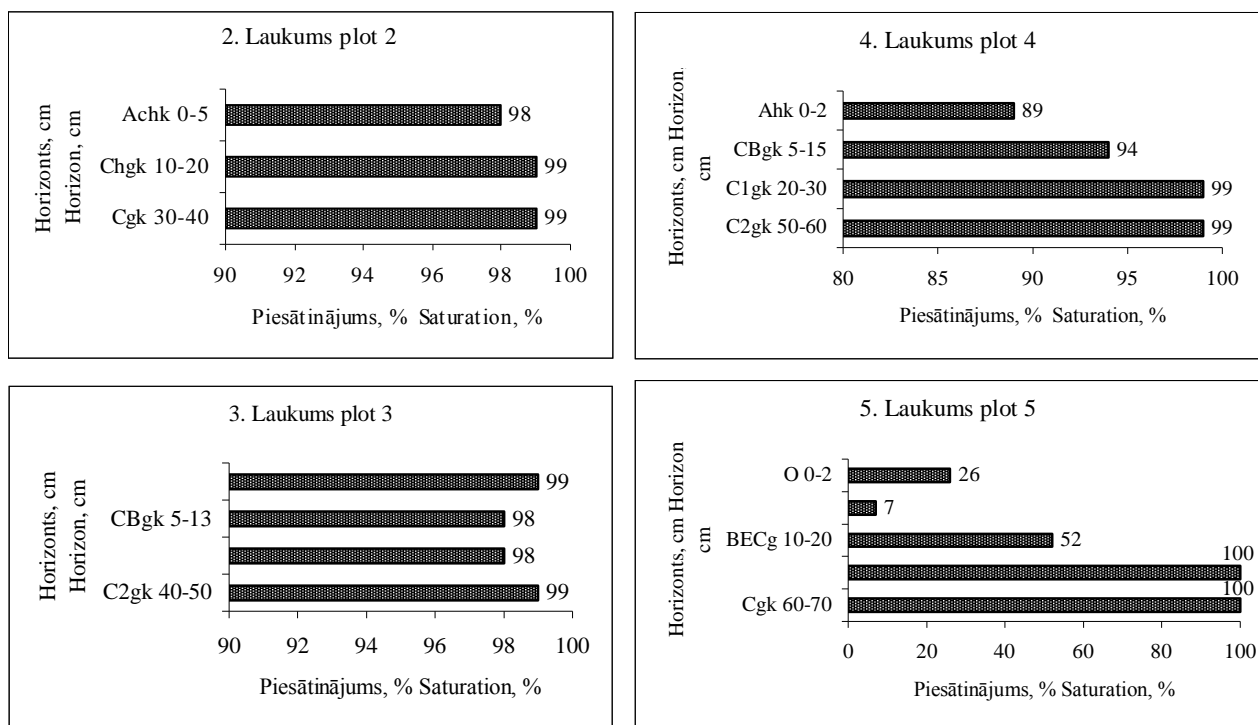
MEŽU STRUKTŪRA UN AUGU SABIEDRĪBAS NOSUSINĀTAJĀ EZERDOBĒ

Floristiski un ekoloģiski savdabīgo augu sabiedrību struktūras un dinamikas pētījumiem izmantoti Valsts meža dienesta meža kadastra dati par nosusinātās ezerdobes joslas un Piejūras ainavzemes meža tipu un mežaudžu sastāvu, augu sabiedrību apraksti pastāvīgajos parauglaukumos, kā arī augsnes morfoloģisko pazīmju un ķīmisko īpašību dati.



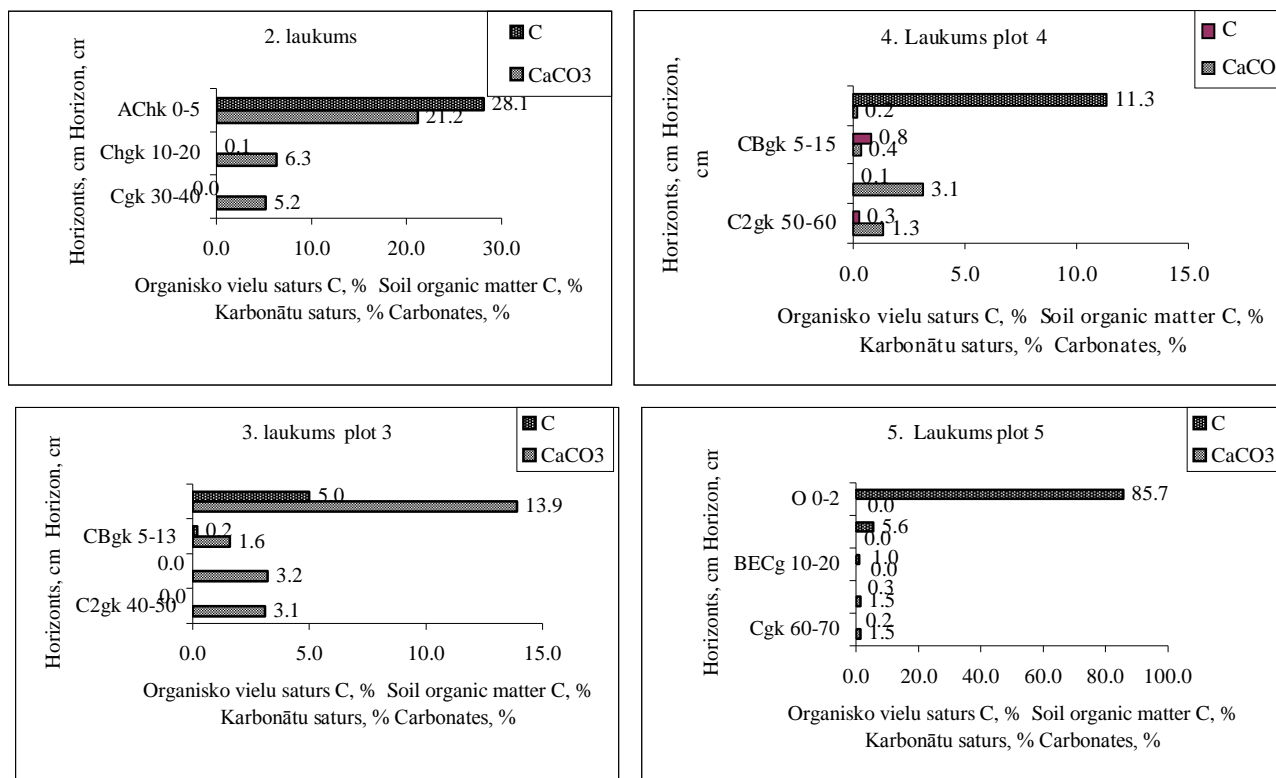
5. attēls. Apmāiņas skābums augsnes horizontos

Figure 5. Exchangeable acidity in soils horizons



6. attēls. Piesātinājums augsnes horizontos

Figure 6. Saturation in soils horizons



7. attēls. Trūdvielu un karbonātu saturs augsnes horizontos

Figure 7. Organic matter and carbonates contents in soils

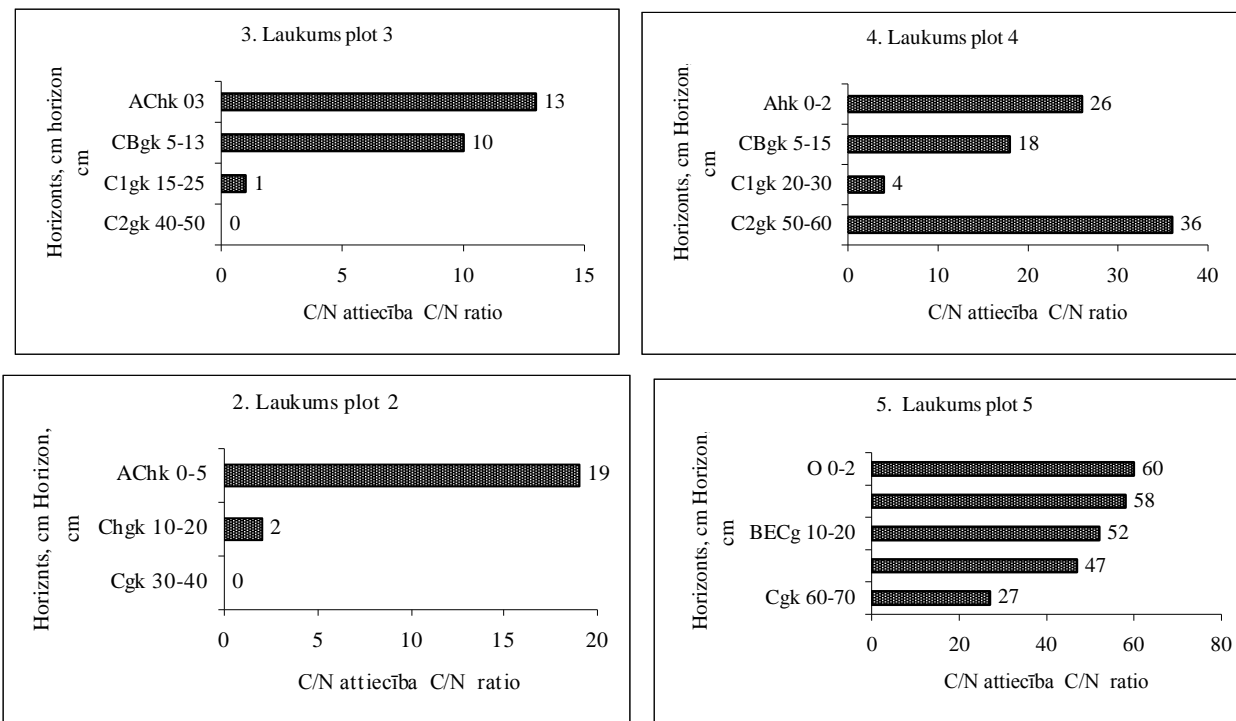
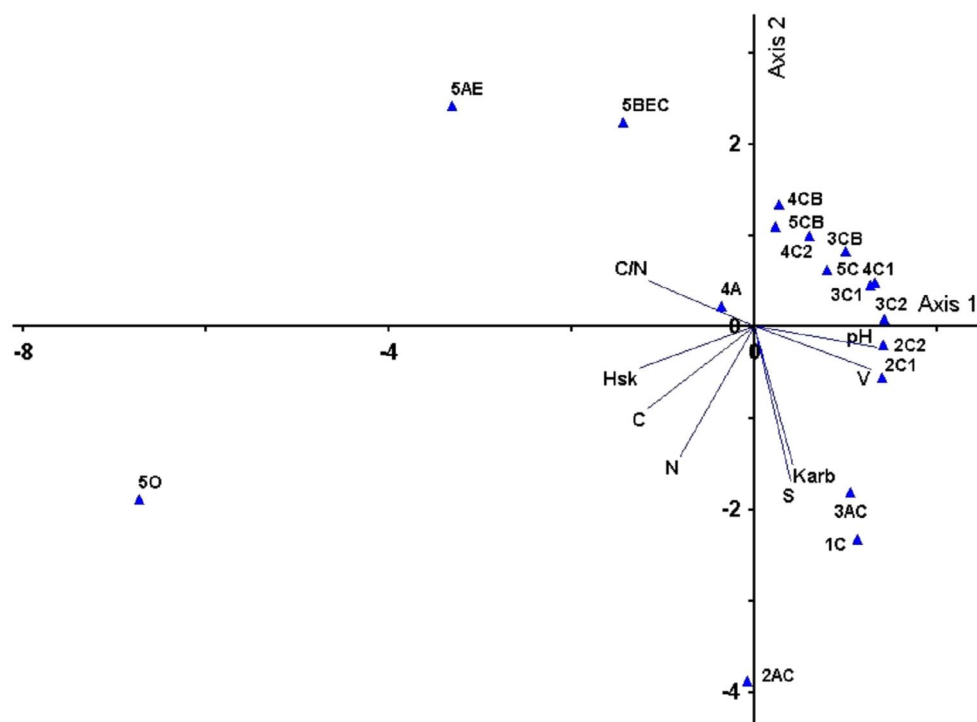
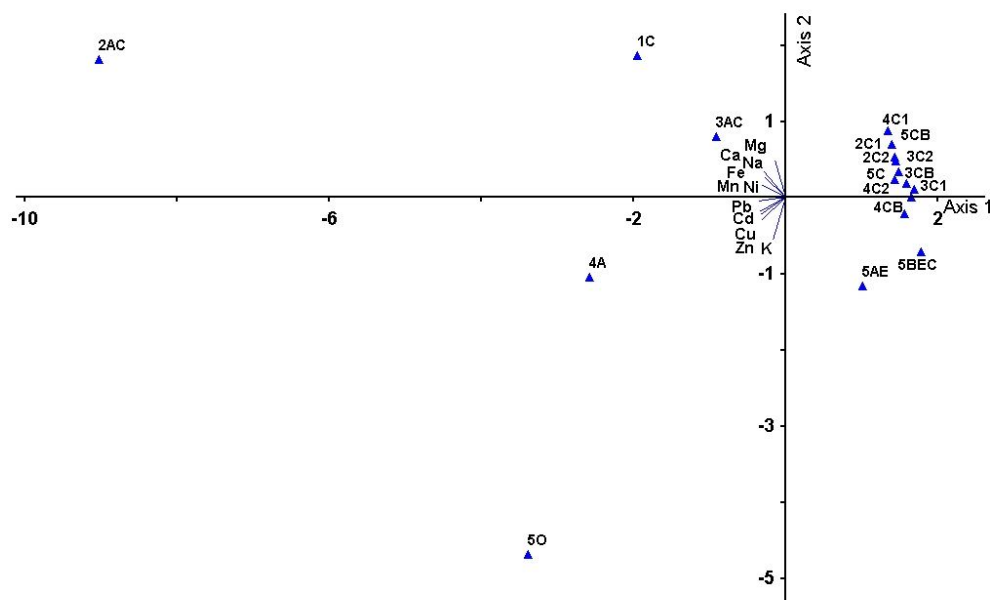
**8. attēls. C/N attiecība augsnes horizontos**

Figure 8. C/N ratio in soils horizons



9. attēls. Augsnes horizontu ordinācija ar galveno komponentu metodi pēc skābuma, apmaiņas katjonu, organisko vielu un slāpekļa daudzuma. Augsnes horizonti apzīmēti ar pamatburtiem, tiem priekšā liekot laukuma numuru. Faktori: pH (KCl), Hsk – hidrolītiskais skābums, Karb – karbonāti CaCO_3 , S – apmaiņas bāzu summa, V – piesātinājums, C – organiskās vielas, N – kopējais slāpeklis.

Figure 9. PCA ordination of soil horizons after soil pH, exchangeable bases, organic matter and nitrogen. Horizons are indicated by letters, the number of plots are added. Factors: pH (KCl), Hsk – hydrolitic acidity, Karb – carbonates CaCO_3 , S – exchangeable bases, V – saturation, C – organic matter, N – total nitrogen.



10. attēls. Augšnes horizontu ordinācija ar galveno komponentu metodi pēc metālu satura horizontos. Faktori: Na....Pb – ķīmiskie elementi

Figure 10. PCA ordination of soil horizons after metal concentration. Factors: Na....Pb – chemical elements

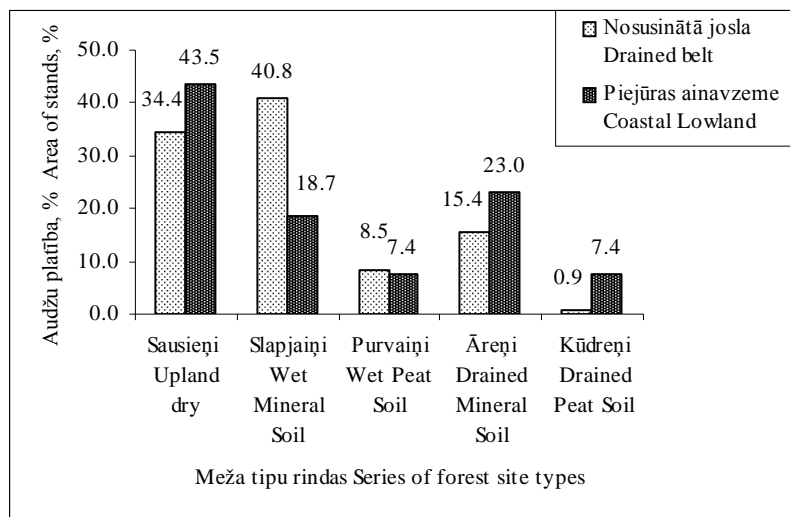
Pašlaik gandrīz pusi no nosusinātās ezerdobes klāj meži, mežu platība 2010. gadā ir 3445,2 ha (kopā ar izcirtumiem) jeb 48,9 % no kopējās pēc 1842. gada ap ezeru atūdeņotās joslas platības.

Nosusinātajā ezerdobē, neskatoties uz ievērojamo ezera līmeņa pazemināšanu, vēl joprojām nozīmīgākais meža (un augāja) augšanas apstākļus ietekmējošais faktors ir augtenes mitrums. Gandrīz pusi (49,3 %) no mežu kopplatības aizņem meži ar augstu gruntsūdens līmeni un mainīgu sezonālo mitruma režīmu (meži slapjās minerālaugsnēs un slapjās kūdras augsnēs) (11. att.). Salīdzinājumam Piejūras zemienē šo divu pārmitro meža tipu rindu īpatsvars ir 26,1 %, bet Latvijā – 22,1 % (2010. gada dati). Daļā platību (560,0 ha jeb 16,3 % no mežu kopplatības), kurās ir veikta meža nosusināšana, ir būtiski uzlaboti meža augšanas apstākļi.

Pēc auglības nosusinātās joslas meži ir līdzīgi Piejūras zemienes fona situācijai – ceturtajā daļā mežu, kā nosusinātajā daļā, tā visā reģionā ir oligotrofi

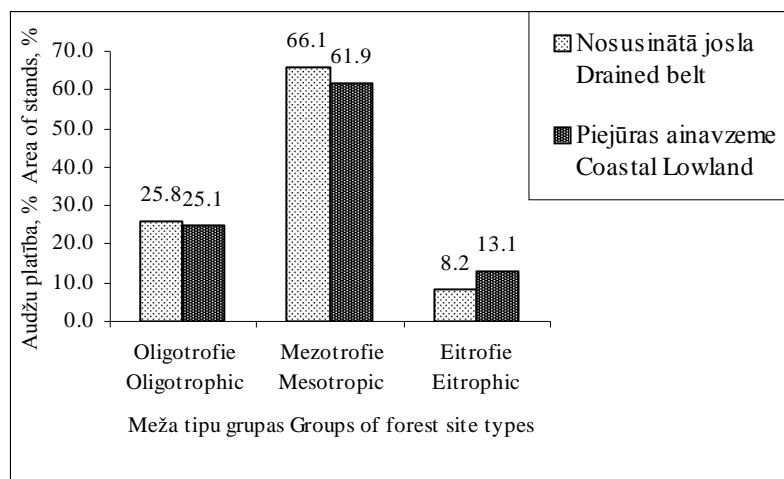
augšanas apstākļi, nosusinātajā joslā nedaudz lielāks (par 4,2 %) ir mezotrofo, bet mazāks (par 4,9 %) eitrofo mežu īpatsvars (12. att.).

Nosusinātās joslas mežaudzēs koku stāvā valdošā ir priede – 1913,7 ha, 55,5 % no kopējās joslas mežu platības. Šajās priežu audzēs, kā parasti arī citur Latvijā, lakstaugu, sīkkrūmu un sūnu stāvā raksturīgs boreālo sugu komplekss. Bet nosusinātās joslas priežu audzēs nereti zemsedzē ir sastopamas kalcifītas sugas, bieži kopā ar boreālajām zemsedzes sugām veidojot savdabīgas, sugām bagātas skujkoku mežu sabiedrības, kas citviet Latvijā līdz šim nav aprakstītas. Tāpēc šajos sugām bagātajos priežu mežos veikti 14 augu sabiedrību apraksti, sugu sastāvs apkopots 7. pielikumā.



11. attēls. Meža tipu rindu struktūra nosusinātajā ezerdobes joslā un Piejūras zemienē

Figure 11. Structure of the forest type series in the drained belts along the Engure Lake and in the Coastal Lowland



12. attēls. Meža tipu grupu struktūra nosusinātajā ezerdobes joslā un Piejūras zemienē

Figure 12. Structure the groups of the forest type series in the drained belts along the Engure Lake and in the Coastal Lowland

Nosusinātās joslas augāja augšanas apstākļus un ekoloģisko potenciālu atspoguļo meža tipu struktūra: meža tipu dalījums meža tipu rindās pēc dabiskajiem un cilvēka ietekmētajiem augšanas hidromorfisma apstākļiem un meža tipu trofiskajās (auglības) grupās pēc augšanas cilmieža sastāva un organiskās vielas mineralizācijas ātruma (Bušs, 1964; Laiviņš, 1997; Быш, 1961).

Nosusinātās joslas mežaudzēs koku stāvā valdošā ir priede – 1913,7 ha, 55,5 % no kopējās joslas mežu platības. Šajās priežu audzēs, kā parasti arī citur Latvijā, lakstaugu, sīkkrūmu un sūnu stāvā raksturīgs boreālo sugu komplekss. Bet nosusinātās joslas priežu audzēs nereti zemsedzē ir sastopamas kalcifītas sugas, bieži kopā ar boreālajām zemsedzes sugām veidojot savdabīgas, sugām bagātas skujkoku mežu sabiedrības, kas citviet Latvijā līdz šim nav aprakstītas. Tāpēc šajos sugām bagātajos priežu mežos veikti 14 augu sabiedrību apraksti, sugu sastāvs apkopots 7. pielikumā.

Kalcifīto priežu mežu sabiedrību raksturīga iezīme ir to bagātais sugu satāvs, Engurē parauglaukumā uzskaitītas vidēji 33,7 sugas (apraksta laukuma vidējā platība 240 m²). Lakstaugu stāvā valdošās ir kalcifītās sugas, izplatītākās (satopamība lielāka par 40 %) ir *Sesleria caerulea*, *Carex flacca*, *C. panicea*, *Primula farinosa*, *Schoenus ferrugineus*, *Epipactis palustris* un *Scorpidium revolvens*, bet kopējais, ar kalcifītām augtenēm saistīto sugu skaits priežu mežu zemsedzē ir 27 sugas.

Zemsedzē bieži, kopā ar kalcifītām sugā sastopamas arī oligo-mezofīto skujkoku mežu sugas, piemēram, *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum nigrum*,

Festuca ovina, *Calluna vulgaris*, *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi*. Kalcifitajos priežu mežos krūmu stāvā raksturīga konstanta suga ir *Juniperus communis*, bet vietām jaunākos priežu mežos nereta ir arī piejūras kalcifito zemo purvu suga – *Myrica gale*.

Kalcifito priežu mežu sabiedrībās aprakstīts augsnes rakums ezera ziemeļu piekrastē iepretim Ķīsterciemam aptuveni 100 m no vecās Talsu–Mērsraga dzelzceļa stigas uz ezera pusi (ģeogrāfiskās koordinātes - 7. pielikums, 6. aprakstā). Augsnes analīžu dati (mehāniskais sastāvs, ķīmiskās īpašības) apkopotas 8-10. pielikumā.

Diagnostiskās pazīmes: visi augsnes horizonti satur karbonātus un augsnes profilā izteiktas glejošanās (hidromorfisma) pazīmes: piesātināta velēnu glejaugsne. Diagnostiskais horizonts – Ahgk, tāpat arī ūdensaugu saknes augsnes dziļākajos horizontos liecina par zilganās seslērījas zālāju sabiedrības stadiju (kalcifītie zālāji), kas ir bijusi pirms zālāju aizaugšanas ar priežu mežu. Zālāju sabiedrības šajā vietā varēja saglabāties līdz 19. gs. beigām, jo pašlaik priežu vecums (pēc meža kadastra datiem) ir 115 gadi.

Ahgk 0-11 netīri sarkanīga mitra (2.5YR 3/2) vāji sarkanīga sausa (2.5YR 5/2) mitra pablīva ar vāji graudainu struktūru un sīkiem (0.4-0.6 mm) olīšiem (10 %) puteklaina nedaudz smērējoša mālsmilts, sakņu masa 15 %, vāji karbonātiska CaCO_3 – 0.1 %, apakšējā robeža vāji izteikta, pāreja pakāpeniska (pēc krāsas un mehāniskā sastāva). Parauga ņemšanas dziļums 2-10 cm.

B₁hgk 11-30 sarkanīgi brūns slapš (2.5YR 5/3) blāvi sarkans sauss (2.5YR 7/2) mitrs-slapjš (ūdeni nesošs horizonts) blīvs bezstruktūras vietām ar samanāmu plākšņveida sakārtu un ar lielu (5-7 cm caurmērā) oļu (30 % no slāņa apjoma) piejaukumu stipri smērējošs (ar humusa ieplūdēm) smilšmāls, sakņu masa 5 % (atsevišķas lielas 10 mm resnas nesadalījušās ūdensaugu saknes), vidēji karbonātiska CaCO_3 – 2.4 %, apakšējā robeža īsā intervālā skaidra, pāreja krasa. Parauga ņemšanas dziļums 15-25 cm.

B₂gk 30-50 gaiši iesarkani brūns slapš (2.5YR 6/4) iesārts sauss (2.5YR 8/3) mitrs-slapjš blīvs vāji rupjgabalinās struktūras ar sīkiem (5-8 mm) olīšiem (5 %) puteklains plastisks stipri smērējošs smilšmāls, ūdensaugu saknes (2 %), vidēji karbonātisks CaCO_3 – 3.9 %, apakšējā robeža neskaidra, pāreja pakāpeniska. Parauga ņemšanas dziļums 35-45 cm.

BCgk 50-80 sarkanīgi brūns slapš (2.5YR 5/4) gaiši iesarkani brūns sauss (2.5YR 7/4) mitrs blīvs ar vāju slāņainu plākšņveida struktūru smērējošs plastisks smilšmāls, vidēji karbonātisks CaCO_3 – 3.9 %. Horizontu attiecība 3:2. Parauga ņemšanas dziļums 60-70 cm. 80 cm dziļumā sākas vienlaidus blīvs oļu un akmeņu slānis.

Kalcifīlo zālāju aizaugšana noris pakāpeniski, priežu vecums kokaudzē un krūmu stāvā ir par pamatu divu stadiju – iniciālās stadijas (jaunaudžu vecuma priedes, aizaugšanas sākuma stadija) un kvazistabilās stadijas (briestaudžu un pieaugušu audžu vecuma priedes) diferencēšanai.

Engures ezera nosusinātās joslas kalcifītie priežu meži ir dinamiski, vienlaicīga kalcifīto zālāju sabiedrību (*Caricion davallianae*) un skujuoku mežu sabiedrību (*Dicrano-Pinion*, *Piceion abietis*) rakstursugu piesātinātība zemsedzē rāda par augāja nestabilo stāvokli. Ir pazīmes, kas liecina, ka pēdējos gados zemsedzē samazinās kalcifīto sugu daudzums, bet palielinās skujuoku sabiedrību sugu daudzums, pie tam ievērojami lielāka ir arī divu graudzāļu – *Molinia caerulea* un *Calamagrostis epigeios* līdzdalība zemsedzē. Jādomā, ka pēc vairākiem desmitiem gadu šie kalcifītie meži pieaugušu un pāraugušu audžu vecumā būs transformējušies boreāla rakstura priežu audzēs.

Pašlaik neskaidra ir Engures kalcifīto priežu audžu sintaksonomija. Iespējams, ka šie meži pielīdzināmi (vismaz pēc sabiedrības nosaukumā lietotās sugu kombinācijas) Dienvidnorvēģijā aprakstītajai zilganās seslērijas un priedes *Seslerio-Pinetum* asociācijai (Bjørndalen, 1980), pareizāk zilganās seslērijas-priedes mežu sabiedrību kopai. Šīs asociācijas areāls aptver Dienvidskandināviju un iesniedz arī Igaunijas rietumu daļā un aptver Baltijas jūras piekrasti, asociācijai raksturīgais sugu komplekss veidojas bāziskās augtenēs. *Seslerio-Pinetum* rakstursugu kopā Jerns Bjerndāleņš iekļauj kserofīto priežu mežu un kserofīto zālāju sabiedrībās sastopamas sugas, piemēram, *Anemone sylvestris*, *Brachypodium pinnatum*, *Carex montana*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Filipendula vulgaris*, *Helianthemum nummularium*, *Thymus serpyllum*, *Viola rupestris* u.c., kuras savukārt gan nav raksturīgas Engurē izplatītajiem zilganās seslērijas-priedes mežiem. Turpinot kalcifīto augu sabiedrību pētījumus, priežu mežus ar zilgano seslēriju J. Bjerndāleņš iekļauj asociācijā *Convallario-Pinetum* (Bjørndalen, 1985).

Priežu mežu fragmentus ar zilgano seslēriju 2010. gadā bija iespēja aprakstīt Igaunijā Monzunda arhepelāga Kihnu salā (11. pielikums). Līdzīgi kā Engurē, tie veidojas, aizaugot kalcifītiem mitriem zilganās seslērijas zālājiem (7. pielikums, 1. apraksts). Kalcifītais sugu komplekss saglabājas jaunaudzes un vidēja vecuma priežu audzēs, bet turpat blakus esošās vecākās priežu audzēs, zilganā seslērija zemsedzē vairs netika konstatēta (11. pielikums, 2. apraksts). Arī Kihnu salas jūrmalā nereti ir sastopamas priežu jaunaudzes ar zilgano seslēriju un citām kalcifītām sugām zemsedzē, kas veidojas, aizaugot pelēkajām kāpām (11. pielikums, 3-4. apraksts). Tieši kāpās aprakstītās priežu jaunaudzes ar zilgano seslēriju pēc sugu sastāva un augtenes mitruma apstākļiem ir tuvākas J. Bjerndāleņa asociācijas *Seslerio-Pinetum* sugu kompozīcijai, bet Engures kalcifītie seslērijas un priedes meži varētu būt šīs pamatasociācijas mitro augteņu subtaksons. Tāpēc pamatotai Engures kalcifīto priežu mežu sabiedrību sintaksonomiskai sakārtošanai turpmāk nepieciešami šo sabiedrību rūpīgi sugu sastāva un izplatības pētījumi.

DISKUSIJA

Kalcifīto purvu stabilitāte Bērziema vigā

Bērziema katēnā novērotā veģetācijas attīstība liecina, ka pirmajā attīstības fāzē, kad seklās lāmās sāk veidoties vaskulāro augu veģetācija, sugu bagātība ir niecīga. Tā dubultojas otrajā un trešajā fāzē, kuru var uzskatīt par atklātu kalcifīto zemo purvu pamatveģetāciju, bet maksimumu sasniedz ceturtajā fāzē, kura uzskatāma par ļoti nestabilu pāreju no zāļu purva uz priežu mežu. Pēdējā – priežu meža fāzē sugu bagātība atgriežas tādā līmenī, kas raksturīgs arī zāļu purvam. Tātad maksimālā sugu bagātība novērota tieši nestabilākajā sukcesijas fāzē – purva aizaugšanas fāzē, kad vēl vērojama gan purva veģetācija, gan ir iezīmes no meža veģetācijas.

Pēc Viduseiropas zāļu purvu dalījuma, katēnā aprakstītā veģetācija atbilst kalcifītiem zāļu purviem (Hájek et al., 2006). Kalcifītie purvi Ziemeļeiropā bijuši ekstensīvi ganīti vai pļauti rudenī pakaišu iegūšanai (Tyler, 1984; Diemer et al., 2001; Stammel et al., 2003). Kopš tradicionālās lauksaimniecības nomaiņas ar intensīvu saimniekošanu, zāļu purvi vairs nebija izmantoti, tie vai nu nosusināti, vai pamesti. Arī šī pētījuma teritorijā kalcifītie purvi bija ganīti (zirgi, liellopi) līdz aptuveni 1980. gadiem. Ganīšana notika visā teritorijā - aptuveni 70 lopus ganīja ezera piekrastē un visā meža joslā starp ciemu un ezeru. Kā liecina vietējo iedzīvotāju atmiņas (G. Freibergs, L. Nezinis, O. Kraukle, pers. saruna), vīgas (kalcifītie purvi) netika speciāli izganītas, tomēr cauri tām lopi gāja, labprāt ēda jaunus niedru dzinumus, tādēļ purvi saglabājās neapauguši ar kokiem.

Pārtraucot apsaimniekošanu, notiek pakāpeniska purvu eitrofīcēšanās un aizaugšana ar molīniju, niedri un visbeidzot ar krūmiem un kokiem, kas rada strauju sugu bagātības samazināšanos (Wheeler & Giller, 1982; Wheeler & Shaw, 1991; Diemer et al., 2001). Biomasas pieaugums parasti tiek minēts kā indikators eitrofīkācijai un sugu daudzveidības sarūkšanai (Pauli et al., 2002; Bergamini et al., 2009). Tā kā Bērziema vigā sugu skaita samazināšanās pirmajās aizaugšanas stadijās netika novērota, var pieņemt, ka pagaidām vērojama tikai aizaugšanas procesa sākuma stadija, lai arī tā ir jau vismaz 40 gadus ilga.

Daži pētnieki uzskata, ka ekstremālos augšanas apstākļos, kādi ir arī kalcifīto purvu vides apstākļi, biomasai un sugu bagātībai var nebūt tiešas negatīvas korelācijas (Wheeler & Giller, 1982; Gough et al., 1994). Novērots, ka biodaudzveidības samazināšanās ātrums nav atkarīgs no purva neapsaimniekošanas ilguma. Piemēram, 30 gadu hronosekvences pētījumos netika atklāta sakarība starp pamešanas ilgumu un kokaugu segumu, kūlas daudzumu, biomasu un sugu skaitu, un secināts, ka kalcifītos zāļu purvos virzīta sukcesija nav novērojama vai ir ļoti reta parādība, bet parasti augu sabiedrību pārmaiņas lokālā mērogā notiek individuālistiski un katrā vietā rezultāts atkarīgs no hidroloģiskajiem un augsnes parametriem, un sākotnējā veģetācijas sastāva (Diemer et al., 2001). Aizaugšanu ar

kokiem pirmajos 20 gados nosaka galvenokārt nejaušības faktors, bet no vides faktoriem nozīmīgākie ir mitruma režīms un kūlas uzkrāšanās, kas kavē kokaugu iesēšanos zāļu purvā. Kopumā aizaugšanas ātrums nav prognozējams (Diemer et al., 2001).

Šajā pētījumā aprakstītās kalcifīto purvu veģetācijas stadijas ir vienādi vecas (aptuveni 170 gadi kopš ģeotopa izveidošanās pēc ezera nosusināšanas un aptuveni 40 gadi kopš ekstensīvās apsaimniekošanas pārtraukšanas), lai arī pēc veģetācijas tās būtiski atšķiras. Tātad lielākā nozīme veģetācijas atšķirību (respektīvi, aizaugumu ar niedri un kokaugiem) radīšanā bijusi nevis sukcesijas ilgumam pēc apsaimniekošanas pārtraukšanas, bet sākotnējām vides faktoru atšķirībām starp dažādiem novietojumiem katēnā, no kuriem galvenais ir gruntsūdens dziļums. Mitruma režīms saistībā ar kaļķaina substrāta pieejamību ir galvenais kalcifīto purvu pastāvēšanas nosacījums Ziemeļeiropā (Boyer, & Wheeler, 1989; Hajek et al., 2006). Kalcifītie purvi ir salīdzinoši rezistenti pret eitrofikācijas procesu (salīdzinājumā ar mitriem zālājiem), ja vien hidroloģiskais režīms netiek mainīts un ekosistēmas ģeoķīmiskie procesi saglabājas nemainīti (Boyer & Wheeler, 1989). Bērziema vigā novērots, ka visilgstošāk stabila kalcifīto purvu veģetācija saglabājas vismitrākajos apstākļos, bet, pakāpeniski samazinoties gruntsūdens dziļumam, sukcesijas ātrums arvien palielinās. Mitruma apstākļu vērtējums pēc Ellenberga mitruma skalas liecina, ka pirmās trīs augāja fāzes ir gandrīz vienādos mitruma apstākļos, tomēr tikai atšķirības starp pirmo un otro fāzi ir nebūtiskas, bet atšķirības starp pārējām fāzēm tomēr ir statistiski ticamas un tātad relatīvā augstuma starpība tikai par 0,2 metriem ir nozīmīga augāja un augsnes attīstībā. Arī citos pētījumos uzsvērts gruntsūdens režīms kā būtiskākais faktors kalcifīto purvu stabilitātē (Harding, 1993; Fojt, 1994; Grootjans et al., 2006). Pētījumā Polijā konstatēts, ka, pazeminot gruntsūdens līmeni zem 0,3-0,8 m, kalcifīto purvu ilgtspējīga pastāvēšana vairs nav iespējama (Klimkowska et al., 2010). Paleoekoloģiskie pētījumi liecina, ka kalcifītie purvi kā stabilas ekosistēmas var pastāvēt no dažiem desmitiem gadu līdz vairākiem simtiem gadu, piemēram, dokumentēts, ka starpkāpu ieplakās *Caricion davallianae* mūžs ir no 5 līdz 80 un pat vairāk par 250 gadiem (Grootjans et al., 2006). Tomēr mūsdienās ilgtspējīga kalcifīto purvu saglabāšanās iespējama tikai teritorijās, kur ir neizmainīts gruntsūdens režīms (Grootjans et al., 2006).

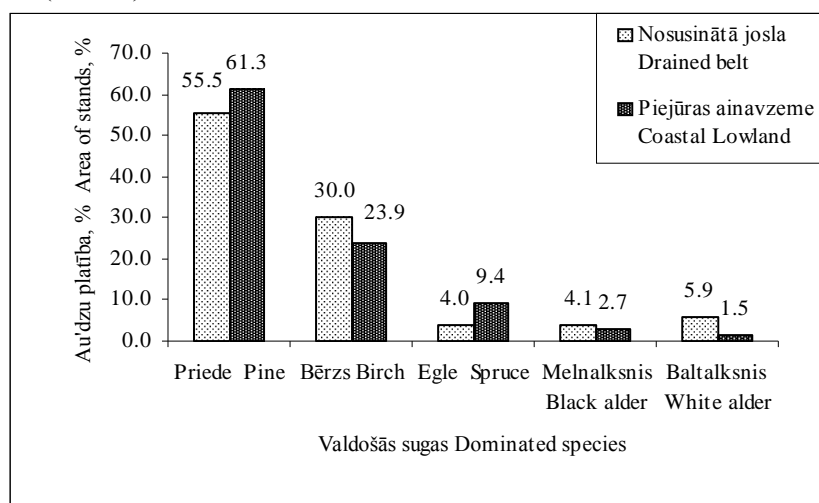
Augāja transformācija Engures ezerdobes nosusinātajā joslā

Kopumā ezerdobes nosusinātajai joslai raksturīgas vairākas augāja daudzveidību un stabilitāti ietekmējošas vides īpatnības. Pirmkārt, šai joslai piemīt liela ekoloģisko nišu jeb augtņu dažādība, kuras cēlonis ir karbonātus saturošu iegulu izplatība, sekla un mainīgais gruntsūdens līmenis, plānā kvartāra nogulu sega, kā arī raibais irdeno nogulu sastāvs (grants, smilts, aleirīti u.c.). Otrkārt,

augājs (sugu un augu sabiedrību sastāvs, populāciju struktūra, mežaudžu uzbūve utt.) nosusinātajā joslā ir veidojies, augāja attīstības aspektā, ļoti īsā laikā, tikai nedaudz ilgāk par 150 gadiem. Pēc būtības, augājs šajā joslā atrodas attīstības (evolūcijas) pašā sākuma posmā, kad sugu kompozīcija ekoloģiskajās nišās nav nostabilizējusies (piemēram, zilganās seslērijas-priedes augu sabiedrības), kas pēc daudzu pētnieku domām ir ar sugām piesātinātākā augāja attīstības stadija (Уиттекер, 1980; Пианка, 1981 u.c.). Tieši šādā sākuma attīstības stadijā atrodas nosusinātās ezerdobes augājs, ar ko arī ir izskaidrojams lielais vaskulāro augu sugu piesātinājums šajā joslā.

Augāja straujo mainību nosusinātajā joslā raksturo arī mežainuma dinamika un mežaudžu sugu sastāvs. Pašlaik nosusinātās joslas mežaudžu platība ir 3445,2 ha, mežainums – 48,9 % (Valsts Meža dienesta 2011. gada dati). Pēc 1920.-1930. gadu topogrāfisko karšu (mērogs 1:75000) digitizētajām mežu kontūrām, mežaudžu platība ir bijusi 1520,3 ha, mežainums – 21,5 %. Tātad 60-70 gadu laikā nosusinātās joslas mežainums ir palielinājies par 27,4 % jeb 2,3 reizes.

Salīdzinot mežaudzes nosusinātajā joslā un fona reģionā – Piejūras zemienē, nosusinātajā joslā ir lielāks meža pioniersugu bērza un baltalkšņu, bet mazāks Piejūras zemienei raksturīgo un stabilāko skujkoku sugu – priežu, kā arī egļu audžu īpatsvars (13. att.).



13. attēls. Valdošo mežaudzes sugu sadalījums nosusinātajā ezera iedobē un Piejūras zemienē

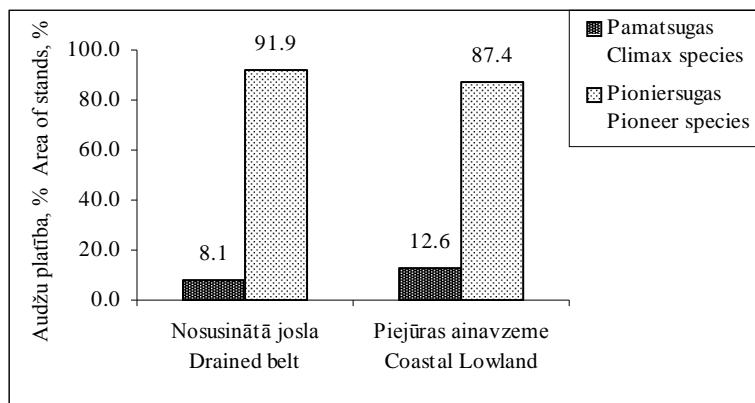
Figure 13. Distribution of the dominant forest species in the drained belt along the Engure Lake and in the Coastal Lowland along the lake

Piejūras zemiene mežaudzes veidojošās koku sugas pēc to noturības ilguma audzē, var dalīt divās grupās. *Klimaksa jeb ilglaika sugas*, kas vienā un tajā pašā

vietā vairākas paaudzēs atkārtoti veido stabilas audzes, Piejūras zemienē ir *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Q. rubra*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra*, *U. laevis*, *Fagus sylvatica*, *Salix alba*; **pioniersugas jeb īslaika sugas**, kas vienā un tajā pat vietā audzes veido tikai vienu paaudzi, ir *Betula pendula* (*B. pubescens*), *Alnus incana*, *Populus tremula*, *P. x canadensis*, *P. trichocarpa*, *Salix caprea*, *Larix decidua*.

Piejūras zemienē stabilo audžu īpatsvars ir par 10 % lielāks, bet sērijveida audžu – par 10 % mazāks nekā nosusinātajā joslā (14. att.). Tas liecina par intensīvajiem augāja pārveidošanās procesiem ezera apkārtnē.

Apkopojot datus pa purvu un priežu mežu sabiedrību sugu sastāvu un augšņu īpašībām Bērziema katēnā, kā arī citās vietās nosusinātajā ezerdobē, ir noskaidrota iespējamā kalcifīto zāļu purvu transformācija gan kalcifītos priežu mežos (zilganās seslērījas-priedes sabiedrības), gan boreālos priežu mežos. Nozīmīga loma šajā procesā ir karbonātu izskalošanas ātrumam augsnē, sevišķi no augsnes virskārtas. Smilšainās, viegli un salīdzinoši ātri caurskalojamās augsnēs, kā tas ir Bērziema vigā (katēnas 5. laukums), karbonāti no augsnes virskārtas pēdējo 100 gadu laikā ir izskalojušies un šajā augtenē veidojas boreāla rakstura skujkoku meži. Turpretim smilšmāla augsnēs, kur ir ievērojami mazāka vielu iznese, karbonāti ir saglabājušies visā augsnes profilā, un kalcifītais substrāts ir veicinājis savdabīgu meža sabiedrību izveidošanos.



14. attēls. Mežaudzi veidojošo pamatsugu un pioniersugu īpatsvars nosusinātajā joslā un Piejūras zemienē

Figure 14. Relation of the climax and pioneer forest species in the drained belt along the Engure Lake and in the Coastal Lowland

Tātad nosusinātajā joslā ezera austrumu piekrastē ar vieglākām smilšainām augsnēm kalcifīto purvu transformācija vairumā gadījumu norisināsies boreālo priežu mežu stadiju virzienā, savukārt ezera rietumu, dienvidu un arī ziemeļu

piekrastē ar smagākām mālainām augsnēm lielāka ir varbūtība, ka kalcifītie purvi un zālāji transformēsies savdabīgos kalcifītos priežu mežos.

Dati par augāja un augšņu attīstību nosusinātajā joslā, bet it īpaši šaurajās ieplakās (vigās) ezera austrumu piekrastē ir ļoti nozīmīgi augāja attīstības rekonstrukcijai arī citur Baltijas jūras piekrastē, vietās, kurām raksturīgas vigas un kangari. Iespējams, augājs un augsnes Engures ezera nosusinātajā joslā pašlaik attīstās līdzīgi, kā pirms vairākiem tūkstošiem gadu Litorīnas jūras veidotajā vīgu un kangaru kompleksā Slīterē Ziemeļkurzemē.

Noslēgumā jāakcentē Engures ezera un netālu esošā Kaņiera ezera, kā ļoti savdabīga Engures-Kaņiera biotas reģiona, vērtība Latvijā. Abiem ezeriem ir kopīga ģenēze (Baltijas jūras Litorīnas stadijas lagūnas ezeri), pēdējos gadu simtos vairākkārt tajos ir regulēts ūdenslīmenis, bet nozīmīgākā šo ezeru un tiem pieguļošās piekrastes joslas vērtība neapšaubāmi ir biotas hipertrofēti kalcifītais raksturs, kas izpaužas augāja sugu kompozīcijā un augu sabiedrību sastāvā (Gavrilova, 1990; Pakalne, 1994, 1994a; Salmiņa, 2009; Rūsiņa, 2007; Priede, 2011). Otrkārt, Engures-Kaņiera reģionam ir vides līdzība ar Monzunda arhipelāga kaļķaino augteņu biotu, kas nodrošināja kalcifīto augu sugu kompleksu (piemēram, *Cladium mariscus*, *Saussurea alpina* ssp. *esthonica*, *Schoenus ferrugineus* u.c.) migrāciju holocēnā (Malta, 1934; Laiviņš, 2009). Pašlaik Engures-Kaņiera biotas kompleksa veiksmīgu saglabāšanu un apsaimniekošanu var nodrošināt Ķemeru nacionālā parka un Engures dabas parka dabas aizsardzības un apsaimniekošanas plānu ieviešana.

LITERATŪRA

- Bergamini, A., Peintinger, M., Fakheran, S., Moradi, H., Schmid, B., Joshi, J. 2009.** Loss of habitat specialists despite conservation management in fen remnants 1995-2006. *Perspectives in Plant Ecology and Systematics* 11 (1): 65-79.
- Bjørndalen, J.E. 1980.** Kalktallskogar i Skandinavien – ett förslag till klassificering. *Svensk Botaniska Tidskrift* 74:103-122
- Bjørndalen, J.E. 1985.** Some synchorological aspects of basiphilous pine forests in Fennoscandia. *Vegetatio* 59:211–224.
- Boyer, M.L.H., Wheeler, B.D. 1989.** Vegetation patterns in spring-fed calcareous fens: calcite precipitation and constraints on fertility. *Journal of Ecology* 77:597–609.
- Briede, A., Kļaviņš, M., Rodinov, V. 2000.** Chemical composition of lake Engures (Engure), Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Sec. B 54 5/6:160–163.

- Bušs, K. 1964.** Latvijas PSR meža augšanas apstākļu un purvu tipu noteicējs. *Jaunākais Mežsaimniecībā* 6/7:72–93.
- Diemer, M., Oetiker, K., Billeter, R. 2001.** Abandonment alters community composition and canopy structure of Swiss calcareous fens. *Applied Vegetation Science* 4: 237–246.
- Eberhards, G., Lapinskis, J. 2000.** Engures ezeru norobežojošās Litorīnas jūras akumulatīvās pāržmaugas morfoģenēze un galvenās joslas. *Latvijas Universitātes 58. zinātniskās konferences tēzes. Zemes un Vides zinātņu sekcijas*. Rīga, Latvijas Universitāte, 44–45.
- Eberhards, G., Saltupe, B. 2000.** Geological history, relief, and deposits of the Lake Engures (Engure) area along the Baltic Sea. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Sec. B 54 5/6:141–147.
- Eņģele, L., Zviedre, E. 2001.** Jūras najādes *Najas marina* L. sabiedrības dažos Piejūras zemienes ezeros. *Ģeogrāfija Ģeoloģija Vides zinātne. Latvijas Universitātes 59. Zinātniskās konferences referātu tēzes*. Rīga, Latvijas Universitāte, 50–52.
- Ezermalietis, 1899.** No Engures ezermalas. *Tēvija* (10. nov.) 45:4.
- Ezermalietis, 1899.** No Engures ezermalas. *Tēvija* (22. nov.) 47:4.
- Fojt, W.J. 1994.** Dehydration and the threat to East Anglian fens, England. *Biological Conservation* 69, 2: 163–175.
- Gavrilova, Ģ. 1990.** Sargājams dabas objekts Engurē. *Zinātne un Tehnika* 2:14–16.
- Gavrilova, Ģ., Baroniņa, V. 2000.** Vaskular plant flora of the Lake Engures (Engure) drainage basin, Latvia, and the coastal zone of the Gulf of Riga. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Sec. B 54 5/6:177–189.
- Gavrilova, Ģ., Krampis, I., Laiviņš, M. 2005.** Engures ezera dabas parka floras atlants. Vaskulārie augi. *Latvijas Veģetācija* 10:1–229.
- Gavrilova, Ģ., Laiviņš, M., Medene, A. 2011.** Engures ezera sateces baseina vaskulāro augu floras biogeogrāfiskais raksturojums. *Ģeogrāfija Ģeoloģija Vides zinātne. Latvijas Universitātes 69. zinātniskās konference. Referātu tēzes*. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 428–429.
- Gavrilova, Ģ., Laiviņš, M., Priede, A., Medene, A. 2012.** Alien flora in the Engure Lake Nature park. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Sec. B (in press).
- Gougg, L., Grace, J.B., Taylor, K.L. 1994.** The relationship between species richness and community biomass: the importance of environmental variables. *Oikos* 70:271–279.
- Grewingk, C. 1861.** *Geologie von Liv- und Kurland mit Inbegriff einiger angrenzenden Gebiete* (Aus dem Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands 1 2:479–774). Druck von Heinrich Laakmann, Dorpat, 300.

- Grootjans, A.P., Adema, E.B., Bleuten, W., Joosten, H., Madaras, M., Janáková, M., 2006.** Hydrological landscape settings of base-rich fen mires and fen meadows: an overview. *Applied Vegetation Science* 9:175–184.
- Harding, M. 1993.** Redgrave and Lopham fens, East Anglia, England: A case study of change in flora and fauna due to groundwater abstraction. *Biological Conservation* 66, 1:35-45.
- Juškevičs, V., Mūrnieks, A., Misāns, J. 1999.** *Latvijas ģeoloģiskā karte. Mērogs 1:200 000. 42. lapa – Jūrmala.* Pakaidrojuma teksts. Rīga, 52.
- Kalniņa, L., Grudzinska, I., Stivriņš, N. 2011.** Engures ezera nogulumu pētījumi un tā attīstības rekonstrukcija. *Ģeogrāfija Ģeoloģija Vides zinātne. Latvijas Universitātes 69. zinātniskās konferences tēzes.* Rīgā, 433-444.
- Kārklīņš, A. 1995.** *Starptautiskās augsnes klasifikācijas sistēmas.* Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava, 243.
- Kārklīņš, A. 2007.** *Augsnes diagnostika un apraksts. Lauku darba metodika.* Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava, 119.
- Kārklīņš, A. 2008.** *Augsnes diagnostika un apraksts.* Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava, 335.
- Kārklīņš, A., Gemste, I., Mežals, H., Nikodemus, O., Skujāns, R. 2009.** *Latvijas augsņu noteicējs.* Jelgava, 235 lpp.
- Klimkowska, A., Dzierża, P., Grootjans, A. P., Kotowski W., VAN Diggelen, R. 2010.** Prospects of fen restoration in relation to changing land use – an example from central Poland. *Landscape and Urban Planning* 97(4): 249-257.
- Kruskal, J. B. 1964.** Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika* 29:115–129.
- Laiviņš, M. 1977.** Latvijas mežu reģionālā analīze. *Mežzinātne* 7: 40–76.
- Laiviņš, M. 2009.** Robežsugu horoloģiskā analīze un veģetācijas migrācija Latvijā. *Latvijas Veģetācija* 18:89–105.
- Laiviņš, M., Gavrilova, Ģ. 2009.** Biogeographical analysis of vascular plant flora in Ventspils and Daugavpils cities. *Latvijas Veģetācija* 18:25–64.
- Leinerte, M. 1995.** Cilvēka attiecības ar ūdeņiem vēsturiskā skatījumā (19. gs. 20. gadi – 20. gs. sakums). P. Cimdiņš (red.) *Praktiskās hidrobioloģijas rokasgrāmata.* LU Ekoloģiskā centra apgāds Vide, Rīga, 6–20.
- Malta, N. 1934.** Kurzemes floras elementi. *Ģeogrāfiski Raksti* 3/4:5–11.
- Mather, P. M. 1976.** *Computational methods of multivariate analysis in physical geography.* J. Wiley and Sons, London. 532 pp.
- McCune, B., Grace, B. J. B. 2002.** *Analysis of ecological communities.* MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- McCune, B., Mefford, M. J. 2006.** PC-ORD. *Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.11.* MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

- Pakalne, M. 1994.** Mire vegetation in the coastal lowland of Latvia. *Colloques Phytosociologiques* 23:487-509.
- Pakalne, M. 1994a.** *Zāļu purvu un ezeru krastmalu retās fitocenozes Baltijas jūras krastā (Latvija, Piejūras zemene)*. Disertācijas kopsavilkums bioloģijas doktora grāda iegūšanai. Latvijas Universitāte, Rīga, 34.
- Pauli, D., Peintinger, M., Schmid, B. 2002.** Nutrient enrichment in calcareous fens: effects on plant species and community structure. *Basic and Applied Ecology* 3(3): 255-266.
- Pera, F., Ramane, H. 1959.** Hidroķīmiski pētījumi sakarā ar Latvijas PSR ezeru tipoloģiju. *Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis* 6:131-142.
- Priede, A. 2011.** Phytosociology and dynamics of calcareous grasslands in Ķemeri National Park, Latvia. *Estonian Journal of Ecology* 60, 4:284-304
- Riņķis, G., Ramane, H. 1989.** *Kā barojas augi*. Avots, Rīga, 151.
- Rudzīte, M., Dreijers, E., Ozoliņa-Moll, L., Parele, E., Pilāte, D., Rudzītis, M., Stalažs, A. 2010.** *Latvijas gliemji. Sugu noteicējs*. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 252.
- Rūsiņa, S. 2007.** Latvijas mezofīto un kserofīto zālāju daudzveidība un kontaktsabiedrības. *Latvijas Veģetācija* 12:1-366.
- Salmiņa, L. 2003.** The *Cladium mariscus* L. (Pohl) community in Latvia. *Acta Universitatis Latviensis. Earth and Environment Sciences* 654:23-37.
- Salmiņa, L. 2005.** New fen communities in Latvia. *Acta Universitatis Latviensis. Earth and Environment Sciences* 685:96-111.
- Salmiņa, L. 2009.** Limnogēno purvu veģetācija. *Latvijas Veģetācija* 19:1-181.
- Sprinģe, G., Briede, A., Druvietis, I., Grīnberga, L., Konošonoka, I., Parele, E., Rodinovs, V., Skuja, A. 2012.** Long-term development of the hydroecosystem of the Lake Engure and its influencing factors. *Scientific Journal of Riga Technical University. Series 13. Environmental and Climate Technologies*.
- Skujāns, R., Mežals, G. 1964.** *Augšņu pētīšana*. Latvijas valsts izdevniecība, Rīga, 348.
- Spuris, Z. 1959.** Engures ezers. *Mednieks un Makšķernieks* 3 (6):16-18.
- Stammel, B., Kiehl, K., Pfadenhauer, J. 2003.** *Alternative management on fens: Response of vegetation to grazing and mowing*. *Applied Vegetation Science* 6: 245-254.
- Transehe, N. 1942.** Das Vogelleben des Angernschen Sees. *Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga* 64:101-124.
- Tyler, C. 1984.** Calcareous fens in south Sweden. Previous use, effects of management and management recommendations. *Biological Conservation* 30, 1: 69-89.

- Vanmecheln, L., Groenemans, R., Van Rast, E. 1997.** *Forest soil condition in Europe. Results of a large-scale soil survey.* 1997 Technical Report. EC, UN/ECE, Ministry of the Flemish Community, Brussels, Geneva, 259.
- Vīksne, J. 1997.** *Engure – putnu ezers.* Jāņa sēta, Rīgā, 110.
- Wheeler, B. D., Giller, K. E. 1982.** Species richness of herbaceous fen vegetation in Broadland, Norfolk in relation to the quantity of above-ground plant material. *Journal of Ecology* 70:179-200.
- Wheeler, B. D., Shaw, S. C. 1991.** Above-ground crop mass and species richness of the principal types of herbaceous rich-fen vegetation of lowland England and Wales. *Journal of Ecology* 79:285-301.
- Zubova, E. 1984.** Zināmais un nezināmais par Engures ezeru. *Komunisma Rīts* 148:3-4 (13. dec.), 149:4 (15. dec.), 150:3-4. (18. dec.).
- Zviedre, E. 2008.** *Latvijas saldūdens mieturaļģu (Charophyta) flora un ekoloģija.* Promocijas darba kopsavilkums. Rīga, 52.
- Zviedre, E., Grīnberga, L. 2011.** *Chara polyacantha* A. Braun – jauna mieturaļģu suga Engures ezerā. *Ģeogrāfija Ģeoloģija Vides zinātne. Latvijas Universitātes 69. zinātniskās konferences tēzes.* Rīgā, 261-262.
- Буш, К.К. 1961.** О показе типов заболоченных и осушенных лесов на графических схемах. *Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis* 7:111–114.
- Уиттекер, Р. 1980.** *Сообщества и экосистемы.* Прогресс, Москва, 326.
- Пианка, Э. 1981.** *Эволюционная экология.* Мир, Москва, 399.

Stabilization of vegetation in catchment area of the Lake Engure

1. Calcareous plant communities

Māris Laiviņš, Solvita Rūsiņa, Anda Medene, Ģertrūde Gavrilova, Austra Āboliņa

Key words: calcareous soils, catena, *Schoenetum ferruginei*, *Sesleria caerulea-Pinus sylvestris* community, Latvia

The artificial Mersrags channel, dug in 1842 and deepened in 1900, created a large belt (70.7 km²) of calcareous substrate free of water around the Lake Engure. Up to now, economic and agricultural activities were negligible in this territory. Thus, the area is unique as a model object for vegetation development studies. Vegetation and soil studies were carried out since 2002. Vegetation is dominated by calcareous plant communities (*Schoenetum ferruginei*, *Sesleria caerulea-Pinus sylvestris* comm.) rich in calciphytes (*Carex spp.*, *Dactylorhiza spp.*). The results show that the vegetation is highly dynamic and the formation of plant communities and their species composition is still ongoing. The current vegetation development process is characterised by expansion of grasses (*Phragmites australis*, *Molinia caerulea*, *Calamagrostis epigeios*). Development of *Schoenetum ferruginei* fens goes on in two directions depending on soil type. *Schoenetum ferruginei* on sandy soils transforms into boreal pine forests because of intensive leaching of carbonates from soil surface. *Schoenetum ferruginei* on clay soils transforms into peculiar calcareous pine forests as clay soils are more resistant to leaching of carbonates.

1. PIELIKUMS. Nosusinātās joslas vaskulārās augu sugas
APPENDIX 1. Vascular plant species in the drained belt

Acer platanoides, *Achillea millefolium*, *Acinos arvensis*, *Acorus calamus*, *Actaea spicata* (R), *Adoxa moschatellina* (R), *Aegopodium podagraria*, *Agrimonia eupatoria*, *Agrostis canina*, *A. gigantea*, *A. stolonifera*, *A. tenuis*, *Alchemilla glaucescens*, *A. monticola*, *A. propinqua*, *Alisma plantago – aquatica*, *Allium oleraceum*, *A. scorodoprasum*, *A. ursinum* (R), *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Alopecurus aequalis*, *A. geniculatus*, *A. pratensis*, *Amelanchier spicata*, *Anchusa officinalis*, *Andromeda polifolia*, *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Angelica sylvestris*, *Antennaria dioica*, *Anthemis tinctoria*, *Anthoxanthum odoratum*, *Anthriscus sylvestris*, *Anthyllis maritima*, *Aquilegia vulgaris*, *Arabidopsis thaliana*, *Arctium lappa*, *A. tomentosum*, *Arctostaphylos uva–ursi*, *Arenaria serpyllifolia*, *Armoracia rusticana*, *Artemisia absinthium*, *A. campestris*, *A. vulgaris*, *Asarum europaeum*, *Aster salignus*, *Astragalus danicus*, *Athyrium filix–femina*, *Atriplex patula*, *A. prostrata*, *Barbarea stricta*, *B. vulgaris*, *Batrachium circinatum*, *B. trichophyllum*, *Berteroa incana*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Bidens cernua*, *B. tripartita*, *Blysmus compressus*, *Brachypodium pinnatum* (R), *B. sylvaticum* (R), *Briza media*, *Bromopsis inermis*, *Bromus mollis*, *Calamagrostis arundinacea*, *C. canescens*, *C. epigeios*, *C. langsdorffii*, *C. meinshausenii*, *C. neglecta*, *Calla palustris*, *Callitriche cophocarpa*, *C. palustris*, *Calluna vulgaris*, *Caltha palustris*, *Calystegia sepium*, *Campanula patula*, *C. rapunculoides*, *C. rotundifolia*, *C. trachelium*, *Capsella bursa–pastoris*, *Cardamine amara*, *C. dentata*, *C. pratensis*, *Cardaminopsis arenosa*, *Carduus crispus*, *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. appropinquata*, *C. arenaria*, *C. buxbaumii*, *C. capillaris*, *C. cespitosa* (R), *C. cinerea*, *C. contigua*, *C. demissa*, *C. diandra*, *C. digitata*, *C. dioica*, *C. disticha*, *C. echinata*, *C. elata*, *C. elongata*, *C. ericetorum*, *C. flacca*, *C. hartmanii*, *C. hirta*, *C. hostiana*, *C. lasiocarpa*, *C. lepidocarpa*, *C. nigra*, *C. omskiana*, *C. ornithopoda*, *C. pallescens*, *C. panicea*, *C. pilulifera*, *C. pseudocyperus*, *C. pulicaris*, *C. remota*, *C. riparia*, *C. rostrata*, *C. scandinavica*, *C. serotia*, *C. vaginata*, *C. vesicaria*, *Carum carvi*, *Centaurea jacea*, *C. scabiosa*, *Centaureum erythraea*, *C. littorale*, *C. pulchellum*, *Cerastium arvense*, *C. holosteoides*, *C. semidecandrum*, *Chaenorhinum minus*, *Chamaenerion angustifolium*, *Chelidonium majus*, *Chenopodium album*, *Ch. glaucum*, *Chimaphila umbellata*, *Chrysosplenium alternifolium* (R), *Cicuta virosa*, *Circaea alpina* (R), *Cirsium acaule*, *C. arvense*, *C. heterophyllum*, *C. oleraceum*, *C. palustre*, *C. vulgare*, *Cladium mariscus*, *Comarum palustre*, *Convallaria majalis* (R), *Conyza canadensis*, *Corallorrhiza trifida*, *Corylus avellana*, *Crepis paludosa*, *C. tectorum*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Dactylorhiza baltica*, *D. cruenta*, *D. fuchsii*, *D. incarnata*, *D. maculata*, *D. ochroleuca*, *Daphne mezereum*, *Daucus carota*, *Dentaria bulbifera*, *Deschampsia cespitosa*, *D. flexuosa*, *Dianthus deltoides*, *Drosera anglica*, *D.*

rotundifolia, *Dryopteris carthusiana*, *D. cristata*, *D. expansa*, *D. filix-mas*, *Echium vulgare*, *Eleocharis acicularis*, *E. palustris*, *E. quinqueflora*, *Elodea canadensis*, *Elymus caninus* (R), *Elytrigia repens*, *Empetrum nigrum*, *Epilobium adenocaulon*, *E. hirsutum*, *E. montanum*, *E. palustre*, *E. parviflorum*, *Epipactis atrorubens*, *E. helleborine*, *E. palustris*, *Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. variegatum*, *E. x moorei*, *Erigeron acris*, *Eriophorum gracile*, *E. latifolium*, *E. polystachion*, *E. vaginatum*, *Erodium cicutarium*, *Erophila verna*, *Erysimum cheiranthoides*, *Euonymus europaea* (R), *Eupatorium cannabinum*, *Euphrasia parviflora*, *E. x murbeckii*, *Fallopia convolvulus*, *F. dumetorum* (R), *Festuca arundinacea*, *F. gigantea* (R), *F. ovina*, *F. pratensis*, *F. rubra*, *Ficaria verna* (R), *Filaginella uliginosa* (R), *Filipendula ulmaria*, *Fragaria vesca*, *F. viridis*, *Frangula alnus*, *Fraxinus excelsior*, *Gagea lutea* (R), *Galeobdolon luteum*, *Galeopsis bifida* (R), *G. tetrahit*, *Galium album*, *G. aparine*, *G. boreale*, *G. elongatum*, *G. mollugo*, *G. odoratum* (R), *G. palustre*, *G. spurium*, *G. trifidum*, *G. uliginosum*, *Gentianella amarella*, *Geranium palustre* (R), *G. pusillum*, *G. robertianum* (R), *Geum rivale*, *G. urbanum* (R), *Glechoma hederacea*, *Glyceria fluitans*, *G. maxima*, *Goodyera repens*, *Grossularia reclinata* (R), *Gymnadenia conopsea*, *Gymnocarpium dryopteris* (R), *Hammarbya paludosa*, *Helictotrichon pubescens*, *Hepatica nobilis* (R), *Heracleum sibiricum*, *Herminium monorchis*, *Hieracium umbellatum*, *Hierochloa hirta*, *Hippuris vulgaris*, *Hirschfeldia incana*, *Holcus lanatus*, *Hottonia palustris*, *Humulus lupulus* (R), *Huperzia selago* (R), *Hydrocharis morsus – ranae*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Hypericum maculatum*, *H. perforatum*, *Hypochoeris radicata*, *Impatiens noli-tangere*, *I. parviflora* (R), *Inula salicina*, *Iris pseudacorus*, *Juncus alpino-articulatus*, *J. articulatus*, *J. balticus*, *J. bufonius*, *J. compressus*, *J. conglomeratus*, *J. effusus*, *J. filiformis*, *J. nodulosus*, *J. squarrosus*, *Juniperus communis*, *Knautia arvensis*, *Lamium album*, *Lapsana communis* (R), *Lathyrus pratensis*, *Ledum palustre*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Leontodon autumnalis*, *L. hispidus*, *Lepidotheca suaveolens*, *Leucanthemum vulgare*, *Linaria vulgaris*, *Linnaea borealis* (R), *Linum catharticum*, *Liparis loeselii*, *Listera cordata*, *L. ovata*, *Lolium perenne*, *Lotus balticus*, *L. corniculatus*, *Lupinus polyphyllus*, *Luzula campestris*, *L. multiflora*, *L. pilosa*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *Lycopsis arvensis*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia nummularia* (R), *L. vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Maianthemum bifolium*, *Malaxis monophyllos*, *Malus sylvestris*, *Matteuccia struthiopteris* (R), *Medicago lupulina*, *Melampyrum nemorosum*, *M. polonicum*, *M. pratense*, *M. sylvaticum*, *Melandrium album*, *Melica nutans*, *Melilotus albus*, *Mentha aquatica*, *M. arvensis*, *Menyanthes trifoliata*, *Mercurialis perennis* (R), *Milium effusum* (R), *Moehringia trinervia*, *Molinia caerulea*, *Moneses uniflora*, *Monotropa hypopitys*, *Mycelis muralis*, *Myosotis arvensis*, *M. caespitosa*, *M. palustris*, *M. sylvatica*, *Myosoton aquaticum*, *Myosurus minimus*, *Myrica gale*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Nardus stricta*, *Naumburgia thyrsiflora*,

Neottia nidus-avis, *Nuphar lutea*, *Odontites vulgaris*, *Oenanthe aquatica*, *Oenothera biennis*, *Omalotheca sylvatica*, *Ononis arvensis*, *Ophioglossum vulgatum*, *Ophrys insectifera*, *Orobanche pallidiflora*, *Orthilia secunda*, *Oxalis acetosella*, *O. stricta*, *Oxycoccus palustris*, *Padus avium*, *Paris quadrifolia* (R), *Parnassia palustris*, *Pastinaca sativa*, *Pedicularis palustris* subsp. *opsiantha*, *P. palustris* subsp. *palustris*, *P. sceptrum-carolinum*, *Peucedanum palustre*, *Phalaris arundinacea*, *Phegopteris connectilis* (R), *Phleum nodosum*, *P. phleoides*, *P. pratense*, *Phragmites australis*, *Phyteuma spicatum* (R), *Picea abies*, *Picris hieracioides*, *Pilosella officinarum*, *P. praealta*, *P. × flagellaris*, *P. × floribunda*, *P. × suecica*, *Pimpinella saxifraga*, *Pinguicula vulgaris*, *Pinus sylvestris*, *Plantago lanceolata*, *P. major*, *P. media*, *Platanthera bifolia*, *P. chlorantha*, *Poa angustifolium*, *P. annua*, *P. compressa*, *P. nemoralis*, *P. palustris*, *P. pratensis*, *P. trivialis*, *Polygala amarella*, *P. comosa*, *P. vulgaris*, *Polygonum amphibium* var. *aquaticum*, *P. amphibium* var. *terrestre*, *P. arenastrum*, *P. aviculare*, *P. hydropiper*, *P. minus*, *P. mite*, *P. neglectum*, *P. nodosum*, *P. persicaria*, *P. scabrum*, *Populus tremula*, *Potamogeton alpinus*, *P. friesii*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. natans*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Potentilla anglica*, *P. anserina*, *P. argentea*, *P. erecta*, *P. heidenreichii*, *P. impolita*, *P. norvegica*, *P. reptans*, *Primula farinosa*, *Primula vulgaris*, *Prunella vulgaris*, *Ptarmica vulgaris*, *Pteridium aquilinum*, *Pulmonaria obscura* (R), *Pyrola chorantha*, *P. media*, *P. minor*, *P. rotundifolia*, *Quercus robur*, *Ranunculus acris*, *R. auricomus*, *R. cassubicus* (R), *R. fallax* (R), *R. flammula*, *R. lingua*, *R. polyanthemus*, *R. repens*, *R. reptans*, *R. sceleratus* (R), *Raphanus raphanistrum*, *Rhamnus cathartica* (R), *Rhinanthus minor*, *R. serotinus*, *R. vernalis*, *Ribes alpinum* (R), *R. nigrum*, *R. rubrum* (R), *R. spicatum*, *Rorippa amphibia*, *R. palustris*, *R. sylvestris*, *R. × anceps*, *Rosa canina* subsp. *canina*, *R. coriifolia*, *R. rubiginosa*, *R. subcanina*, *Rubus caesius*, *R. idaeus*, *R. nessensis*, *R. saxatilis*, *Rumex acetosa*, *R. acetosella*, *R. aquaticus*, *R. confertus*, *R. crispus*, *R. hydrolapathum*, *R. obtusifolius*, *R. thyrsiflorus*, *R. triangulivalvis*, *Sagina nodosa*, *S. procumbens*, *Sagittaria sagittifolia*, *Salix acutifolia*, *S. alba*, *S. aurita*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. fragilis*, *S. lapponum*, *S. myrsinifolia*, *S. pentandra*, *S. phylicifolia*, *S. purpurea*, *S. rosmarinifolia*, *S. starkeana*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. × livescens*, *Sambucus racemosa*, *Sanicula europaea*, *Saponaria officinalis*, *Saxifraga granulata*, *Schoenus ferrugineus*, *Scirpus lacustris*, *S. sylvaticus*, *S. tabernaemontani*, *Scleranthus perennis*, *Scorzonera humilis*, *Scrophularia nodosa*, *Scutellaria galericulata*, *Sedum acre*, *Selinum carvifolia*, *Senecio paludosus*, *S. vernalis*, *S. vulgaris*, *Serratula tinctoria*, *Sesleria caerulea*, *Sieglingia decumbens*, *Silene nutans*, *S. vulgaris*, *Sinapis arvensis*, *Sisymbrium officinale*, *Sium latifolium*, *Solanum dulcamara*, *S. niger*, *Solidago canadensis*, *S. virgaurea*, *Sonchus arvensis*, *S. asper*, *S. oleraceus*, *Sorbus aucuparia*, *Sparganium emersum*, *S. microcarpum*, *S. minimum*, *Spergula arvensis*, *Stachys palustris*, *S. sylvatica*, *Stellaria alsine*, *S. crassifolia*, *S. graminea*, *S. holostea* (R), *S.*

longifolia, *S. media*, *S. nemorum* (R), *S. palustris*, *Succisa pratensis*, *Swida alba* (R), *Symphytum officinale* (R), *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum balticum*, *T. officinale*, *T. suecicum*, *Thalictrum aquilegifolium*, *T. flavum*, *T. lucidum* (R), *T. simplex*, *Thelypteris palustris*, *Thlaspi arvense*, *Thymus ovatus*, *T. serpyllum*, *Tilia cordata*, *Torilis japonica*, *Tragopogon pratensis*, *Trichophorum alpinum*, *Trientalis europaea*, *Trifolium arvense*, *T. dubium*, *T. hybridum*, *T. medium*, *T. montanum*, *T. pratense*, *T. repens*, *T. spadiceum*, *Triglochin palustre*, *Tripleurospermum perforatum*, *Trollius europaeus* (R), *Trommsdorffia maculata*, *Turritis glabra*, *Tussilago farfara*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Ulmus glabra*, *Urtica dioica*, *U. urens*, *Utricularia intermedia*, *U. minor*, *U. vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Valeriana officinalis*, *Verbascum nigrum*, *V. thapsus*, *Veronica agrestis*, *V. anagallis – aquatica*, *V. arvensis*, *V. beccabunga*, *V. chamaedrys*, *V. longifolia*, *V. officinalis*, *V. opaca*, *V. scutellata*, *V. serpyllifolia*, *V. teucrium*, *V. verna*, *Viburnum opulus*, *Vicia angustifolia*, *V. cassubica*, *V. cracca*, *V. hirsuta*, *V. sativa*, *V. sepium*, *V. sylvatica*, *V. tenuifolia*, *Viola arvensis*, *V. canina*, *V. mirabilis* (R), *V. montana*, *V. palustris*, *V. persicifolia*, *V. reichenbachiana*, *V. riviniana*, *V. rupestris*, *V. tricolor*, *Viscaria vulgaris*

* R – suga sastopama tikai nosusinātās joslas rietumu daļā

* R – the species is present only in the western part of the drained belt

2. PIELIKUMS. Sugu sastopamība (sugas seguma vērtību amplitūda modificētajā Brauna-Blankē skalā norādīta augšrakstā) un indikatorsugu vērtības ar p-vērtībām (pēc Dufrene & Legendre, 1999) piecām sukcesijas fāzēm
APPENDIX 2. Frequency of species (range of cover values in modified Braun-Blanquet scale indicated in superscript) and indicator species values with p-values (after Dufrene & Legendre, 1999) for five succession series

* 1 – *Schoenus-Utricularia*; 2 – *Schoenus-Scorpidium*, 3 – *Schoenus-Phragmites*; 4 – *Pinus-Schoenus*, 5 – *Pinus-Pleurozium*.

Sukcesijas fāzeSuccession sere	Stāvs Layer	1*	2	3	4	5	INdVal	p
No. of relevés		10	10	10	8	6		
<i>Schoenus-Utricularia</i>								
<i>Scorpidium scorpioides</i>	9	100 ^{r-5}	40 ^r	10 ^r	.	.	90.3	0.000
<i>Utricularia species</i>	6	90 ^{r-a}	.	.	.	.	90.0	0.000
<i>Eleocharis species</i>	6	40 ^{r++}	.	.	.	.	40.0	0.009
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	6	30 ^r	.	.	12	^r	21.2	0.103
<i>Carex scandinavica</i>	6	20 ^r	.	.	.	.	20.0	0.178
<i>Liparis loeselii</i>	6	40 ^r	30 ^{r-}	30 ^r	.	.	15.4	0.352
<i>Calamagrostis neglecta</i>	6	10 ^r	.	.	.	.	10.0	1.000
<i>Cladium mariscus</i>	6	10 ^m	.	.	.	.	10.0	1.000
<i>Eleocharis species</i>	8	10 ^r	.	.	.	.	10.0	1.000
<i>Polygonum species</i>	6	10 ^r	.	.	.	.	10.0	1.000
<i>Schoenus-Scorpidium</i>								
<i>Molinia caerulea</i>	6	.	70 ^{r-a}	10 ^a	.	.	55.5	0.000
<i>Schoenus ferrugineus</i>	6	100 ^{a-4}	100 ⁴	100 ^{a-4}	88	^{a-3}	32.1	0.000
<i>Carex hostiana</i>	6	.	60 ^{r-1}	30 ^{r-m}	.	.	37.6	0.013

<i>Equisetum variegatum</i>	6	30		100	r-	30	r	88	r-r	83		28.7	0.080
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	9	.		20	r	.		12	r	.		12.3	0.444
<i>Alnus glutinosa</i>	6	.		10	r	.		.		.		10.0	1.000
<i>Briza media</i>	6	.		10	r	.		.		.		10.0	1.000
<i>Carex nigra</i>	6	10	r	10	r	.		.		.		5.0	1.000
<i>Epilobium palustre</i>	6	.		10	r	.		.		.		10.0	1.000
<i>Juncus species</i>	6	.		10	r	.		.		.		10.0	1.000
<i>Linum catharticum</i>	6	.		10	r	.		.		.		10.0	1.000
<i>Milium effusum</i>	6	.		10	r	.		.		.		10.0	1.000
<i>Oxycoccus palustris</i>	6	.		10	r	.		.		.		10.0	1.000
<i>Schoenus-Phragmites</i>													
<i>Eupatorium cannabinum</i>	6	.		.		70	r++	.		.		70.0	0.000
<i>Phragmites australis</i>	6	100	1-b	90	r-	100	a-4	75	r-a	.		46.0	0.000
<i>Preissia quadrata</i>	9	.		70	r	90	r-r	.		.		53.5	0.000
<i>Taraxacum officinale</i>	6	.		.		40	r	.		.		40.0	0.009
<i>Campylium stellatum</i>	9	.		30	r-	80	r-a	62	r-r	.		40.0	0.016
<i>Cirsium palustre</i>	6	.		.		40	r+	12	r	.		32.0	0.023
<i>Pinus sylvestris</i>	6	10	+	30	r-	60	r-1	12	r	.		32.7	0.024
<i>Campylium polygamum</i>	9	.		.		30	r++	.		.		30.0	0.036
<i>Tussilago farfara</i>	6	.		.		20	r	.		.		20.0	0.186
<i>Pinus sylvestris</i>	8	10	r	50	r	50	r	25	r	17	r	16.5	0.354
<i>Lycopus europaeus</i>	6	30	r	40	r	40	r	.		.		14.5	0.397
<i>Betula pubescens</i>	6	.		10	r	20	+a	25	r-r	.		11.9	0.405
<i>Drepanocladus aduncus</i>	9	60	r-3	90	r-	90	r-a	62	r-1	.		24.7	0.419
<i>Galium palustre</i>	6	.		.		20	r	12	r	.		12.3	0.443
<i>Dactylorhiza cruenta</i>	6	.		20	r-	20	r-r	.		.		10.0	0.489
<i>Agrostis stolonifera</i>	6	20	r	20	r	30	r	12	r	.		10.9	0.644

Augāja stabilizācija Engures ezera sateces baseinā

63

<i>Catocopium nigratum</i>	9	.	.	.	10	r	.	.	.	.	10.0	1.000
<i>Frangula alnus</i>	6	.	.	.	10	r	.	.	.	.	10.0	1.000
<i>Naumburgia thyrsoflora</i>	6	10	r	.	10	r	.	.	.	.	5.0	1.000
<i>Potentilla anserina</i>	6	.	.	.	10	r	.	.	.	.	10.0	1.000
<i>Pinus-Schoenus</i>													
<i>Agrostis tenuis</i>	6	.	.	.	.	.	75	r-r	.	.	75.0	0.000
<i>Carex flacca</i>	6	30	r	.	20	r-r	100	+a	33	r	78.9	0.000	
<i>Epipactis palustris</i>	6	.	.	80	r	+ 90	r+	100	r-3	.	66.6	0.000	
<i>Pinus sylvestris</i>	4	.	.	.	.	.	100	b-3	100	r-a	71.6	0.000
<i>Potentilla erecta</i>	6	.	.	40	r	20	r	100	r-a	.	76.3	0.000	
<i>Primula farinosa</i>	6	.	.	80	r	60	r-r	100	r-a	.	59.0	0.000	
<i>Carex panicea</i>	6	70	r-r	20	r	60	r+	88	r-a	.	48.3	0.001	
<i>Pyrola rotundifolia</i>	6	.	.	.	.	.	62	r+	17	r	51.1	0.001
<i>Juniperus communis</i>	8	.	.	.	.	.	12	r	.	.	52.3	0.001
<i>Myrica gale</i>	4	.	.	.	.	.	38	r	.	.	37.5	0.006
<i>Ophrys insectifera</i>	6	.	.	.	.	.	38	r	.	.	37.5	0.006
<i>Pinguicula vulgaris</i>	6	.	.	30	r	10	r	62	r+	.	40.3	0.007	
<i>Salix rosmarinifolia</i>	6	.	.	50	r	30	r+	100	r-1	67	r-1	38.2	0.007
<i>Calliergonella cuspidata</i>	9	.	.	.	.	.	38	r-1	.	.	37.5	0.007
<i>Sieglingia decumbens</i>	6	.	.	20	r	.	50	r-r	.	.	36.7	0.009	
<i>Festuca ovina</i>	6	.	.	.	.	.	38	r-a	17	r	30.7	0.023
<i>Quercus robur</i>	4	.	.	.	.	.	25	r	.	.	25.0	0.044
<i>Riccardia multifida</i>	9	.	.	.	.	.	25	r	.	.	25.0	0.047
<i>Betula pubescens</i>	1	.	.	.	.	.	25	r+	.	.	25.0	0.048
<i>Pyrola chlorantha</i>	6	.	.	.	.	.	25	r	.	.	25.0	0.049
<i>Fissidens adianthoides</i>	9	10	r	20	r	30	r	50	r+	.	25.5	0.061	
<i>Alnus incana</i>	4	.	.	.	.	.	25	+	17	r	17.0	0.151
<i>Polygala amarella</i>	6	.	.	20	r	.	25	r	.	.	13.9	0.283	

<i>Lycopodium annotinum</i>	6	.	.	.	.	.	12	r	.	.	12.5	0.319
<i>Carex paniculata</i>	6	.	.	.	.	.	12	1	.	.	12.5	0.323
<i>Galium uliginosum</i>	6	.	.	.	.	.	12	r	.	.	12.5	0.323
<i>Orthilia secunda</i>	6	.	.	.	.	.	12	+	.	.	12.5	0.323
<i>Prunella vulgaris</i>	6	.	.	.	.	.	12	1	.	.	12.5	0.323
<i>Carex pulicaris</i>	6	.	.	.	.	.	12	r	.	.	12.5	0.327
<i>Juniperus communis</i>	4	.	.	.	.	.	100	r-m	100	r-1	12.5	0.327
<i>Vaccinium uliginosum</i>	6	.	.	.	.	.	25	r	17	a	10.0	0.471
<i>Aneura pinguis</i>	9	.	10	r	.	.	12	r	.	.	6.9	0.690
<i>Betula pubescens</i>	8	.	10	r	10	r	12	r	.	.	4.8	0.919
<i>Parnassia palustris</i>	6	.	10	r	10	r	12	r	.	.	4.8	0.923
<i>Pinus-Pleurozium</i>												
<i>Carex arenaria</i>	6	.	.	.	.	.	.	.	100	r-a	100.0	0.000
<i>Empetrum nigrum</i>	6	.	.	.	.	.	75	r-b	100	b-4	68.0	0.000
<i>Hylocomium splendens</i>	9	.	.	.	.	.	12	r	83	r-3	79.8	0.000
<i>Pinus sylvestris</i>	1	.	.	.	.	.	62	a-a	100	4-4	80.8	0.000
<i>Pleurozium schreberi</i>	9	.	.	10	r	.	38	r	100	r-3	89.9	0.000
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	6	.	.	.	.	.	75	r-a	100	a-3	69.5	0.000
<i>Calamagrostis epigeios</i>	6	.	.	.	.	.	25	r-r	67	r	45.9	0.002
<i>Betula pubescens</i>	4	.	.	.	.	.	75	r-1	100	r-+	50.5	0.002
<i>Cladina arbuscula</i>	9	.	.	.	.	.	.	.	50	r-+	50.0	0.002
<i>Dicranum polysetum</i>	9	.	.	.	.	.	12	r	50	r-r	41.0	0.005
<i>Melampyrum pratense</i>	6	.	.	.	.	.	12	r	50	r	36.9	0.012
<i>Scleropodium purum</i>	9	.	.	.	.	.	.	.	33	r-4	33.3	0.016
<i>Dicranum scoparium</i>	9	.	.	.	.	.	.	.	33	r	33.3	0.018
<i>Juncus balticus</i>	6	.	.	.	.	.	25	r	33	r-r	20.6	0.112
<i>Luzula campestris</i>	6	.	.	.	.	.	.	.	17	r	16.7	0.130
<i>Platanthera bifolia</i>	6	.	.	.	.	.	.	.	17	r	16.7	0.130

Augāja stabilizācija Engures ezera sateces baseinā

65

<i>Calluna vulgaris</i>	6	.		.		.		.		17	r	16.7	0.135
<i>Goodyera repens</i>	6	.		.		.		.		17	r	16.7	0.135
<i>Listera cordata</i>	6	.		.		.		.		17	r	16.7	0.135
<i>Luzula pilosa</i>	6	.		.		.		.		17	r	16.7	0.135
<i>Moneses uniflora</i>	6	.		.		.		.		17	r	16.7	0.135
<i>Pilosella officinarum</i>	6	.		.		.		.		17	r	16.7	0.135
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6	.		.		.		.		17	r	16.7	0.137
<i>Chimaphila umbellata</i>	6	.		.		.		.		17	r	16.7	0.139
<i>Deschampsia flexuosa</i>	6	.		.		.		.		17	+	16.7	0.140
<i>Cladina rangiferina</i>	9	.		.		.		.		17	r	16.7	0.142

3. PIELIKUMS. Piecu veģetācijas attīstības stadiju atšķirības pēc veģetācijas struktūras, sugu bagātības un Ellenberga indikatorvērtībām

APPENDIX 3. Differences in vegetation structure, species richness and Ellenberg indicator values among five vegetation development stages

* 1 – *Schoenus-Utricularia*; 2 – *Schoenus-Scorpidium*, 3 – *Schoenus-Phragmites*; 4 – *Pinus-Schoenus*, 5 – *Pinus-Pleurozium*.

** statistiski ticama atšķirība (Mann-Whitney U tests) norādīta trekņinātā rakstā; statistically significant ($p=0.05$) differences are shown in bold (Mann-Whitney U test)

Augāja attīstības stadija Vegetation development stage	Vidējā vērtība Mean	Standartnovirze Std. Deviation	Augāja attīstības stadija Vegetation development stage				
			1	2	3	4	5
			Aprakstu skaits Number of relevés				
			10	10	10	8	6
Sugu skaits parauglaukumā Number of species per relevé							
<i>Schoenus-Utricularia</i> (1)	6.8	1.5	x	4.6**	3.7	16.5	6.2
<i>Schoenus-Scorpidium</i> (2)	10.6	3.0		x	0.1	12.7	2.4
<i>Schoenus-Phragmites</i> (3)	10.5	3.8			x	12.8	2.5
<i>Pinus-Schoenus</i> (4)	23.3	2.1				x	10.3
<i>Pinus-Pleurozium</i> (5)	13.0	4.1					x

Sūnu segums Moss cover							
<i>Schoenus-Utricularia</i> (1)	19.1	30.1	x	15.1	14.1	16.3	2.1
<i>Schoenus-Scorpidium</i> (2)	4.0	6.4		x	1.0	1.2	17.2
<i>Schoenus-Phragmites</i> (3)	5.0	4.7			x	2.2	16.2
<i>Pinus-Schoenus</i> (4)	2.8	1.9				x	18.4
<i>Pinus-Pleurozium</i> (5)	21.2	13.8					x
Lakstaugu segums Herbaceous cover							
<i>Schoenus-Utricularia</i> (1)	41.0	16.3	x	11.0	23.0	25.0	16.0
<i>Schoenus-Scorpidium</i> (2)	52.0	9.8		x	12.0	14.0	5.0
<i>Schoenus-Phragmites</i> (3)	64.0	11.5			x	2.0	7.0
<i>Pinus-Schoenus</i> (4)	66.3	5.2				x	9.0
<i>Pinus-Pleurozium</i> (5)	56.7	13.3					x
Gaisma Light							
<i>Schoenus-Utricularia</i> (1)	8.1	0.2	x	0.4	0.4	0.9	1.5
<i>Schoenus-Scorpidium</i> (2)	7.7	0.2		x	0.0	0.5	1.1
<i>Schoenus-Phragmites</i> (3)	7.7	0.2			x	0.5	1.1
<i>Pinus-Schoenus</i> (4)	7.2	0.1				x	0.6
<i>Pinus-Pleurozium</i> (5)	6.6	0.1					x
Temperatūra Temperature							
<i>Schoenus-Utricularia</i> (1)	4.1	0.4	x	0.0	0.1	0.1	0.0
<i>Schoenus-Scorpidium</i> (2)	4.1	0.3		x	0.1	0.1	0.0
<i>Schoenus-Phragmites</i> (3)	4.0	0.4			x	0.2	0.1

<i>Pinus-Schoenus</i> (4)	4.2	0.3				x	0.1
<i>Pinus-Pleurozium</i> (5)	4.1	0.2					x
Mitrumis Moisture							
<i>Schoenus-Utricularia</i> (1)	8.4	0.2	x	0.1	0.4	1.2	3.1
<i>Schoenus-Scorpidium</i> (2)	8.3	0.1		x	0.3	1.1	3.0
<i>Schoenus-Phragmites</i> (3)	8.0	0.2			x	0.8	0.8
<i>Pinus-Schoenus</i> (4)	7.2	0.2				x	1.9
<i>Pinus-Pleurozium</i> (5)	5.3	0.3					x
Reakcija Reaction							
<i>Schoenus-Utricularia</i> (1)	7.6	0.3	x	0.4	0.4	1.8	3.8
<i>Schoenus-Scorpidium</i> (2)	7.2	0.5		x	0.0	1.4	3.4
<i>Schoenus-Phragmites</i> (3)	7.2	0.5			x	1.4	3.4
<i>Pinus-Schoenus</i> (4)	5.8	0.5				x	2.0
<i>Pinus-Pleurozium</i> (5)	3.8	0.6					x
Slāpekļis Nitrogen							
<i>Schoenus-Utricularia</i> (1)	4.0	0.5	x	1.2	0.1	1.3	1.5
<i>Schoenus-Scorpidium</i> (2)	2.8	0.5		x	1.1	0.1	0.3
<i>Schoenus-Phragmites</i> (3)	3.9	0.6			x	1.2	1.4
<i>Pinus-Schoenus</i> (4)	2.7	0.2				x	0.2
<i>Pinus-Pleurozium</i> (5)	2.5	0.3					x

4. PIELIKUMS. Augsnes granulometriskais sastāvs (mm, %) Bērziema katēnas laukumos
 APPENDIX 4. Soil particle sizes (mm, %) in the plots of Bērziems catena

Horizonts, cm Soil layer, cm	Smilts Sand						Putekļi Silt		Māls Clay
	>0.63	0.63-0.50	0.50-0.25	0.25-0.20	0.20-0.10	0.10-0.05	0.05-0.01	0.01-0.002	<0.002
3. laukums Plot 3									
AChk 0-3	0,6	0,4	13,7	17,0	61,7	0,7	2,2	2,1	1,6
CBgk 5-13	0,0	0,0	10,9	21,5	66,1	0,5	0,5	0,4	0,1
C ₁ gk 15-25	0,0	0,0	8,0	19,9	70,7	0,5	0,8	0,1	0,0
C ₂ gk 40-50	0,0	0,0	2,0	8,7	87,2	1,3	0,7	0,1	0,0
5. laukums Plot 5									
AEhg 2-8	0,3	0,5	13,0	17,9	63,1	0,7	1,7	1,7	1,1
BECg 10-20	0,1	0,1	8,9	15,4	73,5	0,6	0,7	0,4	0,3
CBgk 25-35	0,3	0,2	7,4	19,2	71,7	0,6	0,5	0,1	0,0
Cgk 60-70	0,0	0,0	3,6	11,4	83,5	0,5	0,9	0,1	0,0

5. PIELIKUMS. Augsnes skābums, apmaiņas bāzes, organiskās vielas un kopējais slāpeklis Bērziema katēnas laukumos

APPENDIX 5. Soil acidity, exchangeable bases, organic matter and total nitrogen in the plots of Bērziems catena

Horizonts, cm Soil layer, cm	pH _{KCl}	pH _{H₂O}	CaCO ₃ , %	C _{org} , %	Apm.bazu summa Exchangeable bases, cmol(+) _{kg} ⁻¹	Hidrolītiskais sājbums Hydrolytic acidity cmol(+) _{kg} ⁻¹	Piesātinājums Saturation, %	Kopējais N Total N, %	C/N
1. laukums Plot 1									
Cgkh 0-5	8,1	7,9	20,3	3,8	50,5	0,1	100	0,23	17
2. laukums Plot 2									
ACkh 0-5	7,7	7,9	21,2	14,8	53,0	1,3	98	0,77	19
Chgk 10-20	8,2	7,8	6,3	0,1	40,9	0,4	99	0,03	2
Cgk 30-40	8,3	7,7	5,2	0,0	34,4	0,2	99	0,01	0
3. laukums Plot 3									
AChk 0-3	7,9	7,9	13,9	2,6	50,5	0,7	99	0,21	13
CBgk 5-13	8,4	7,6	1,6	0,1	16,3	0,4	98	0,01	10
C ₁ gk 15-25	8,7	7,7	3,2	0,0	20,3	0,4	98	0,01	1
C ₂ gk 40-50	8,6	7,8	3,0	0,0	31,2	0,2	99	0,00	0
4. laukums Plot 4									
Ahk 0-2	6,9	7,1	0,2	5,9	25,3	3,2	89	0,23	26
CBgk 5-15	7,1	6,8	0,4	0,4	8,0	0,5	94	0,03	18
C ₁ gk 20-30	8,6	7,5	3,1	0,1	21,8	0,2	99	0,01	4
C ₂ gk 50-60	8,7	8,0	11,3	0,2	17,9	0,2	99	0,01	36

5. laukums Plot 5									
O 0-2	3,4	4,38	0,0	451,6	29,6	83,4	26	0,75	60
AEhg 2-8	3,4	4,2	0,0	29,6	0,9	12,1	7	0,05	58
BECg 10-20	5,7	6,5	0,0	5,2	0,7	0,6	52	0,01	52
CBgk 25-35	8,1	7,3	14,6	1,6	17,8	0,6	100	0,01	47
Cgk 60-70	8,4	7,8	15,4	1,2	26,0	0,1	100	0,01	27

6. PIELIKUMS. Augšnes makroelementu un smago metālu saturs (mg.kg-1) Bērziema katēnas laukumos
 APPENDIX 6. Macroelement and heavy metal concentration (mg.kg-1) in the plots of Bērziems catena

Horizonts, cm Soil layer, cm	Na	Mg	K	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
1. laukums Plot 1											
Cgkh 0-5	101	1551	32	61248	72	417	0,67	1,07	14,35	0,16	10,02
2. laukums Plot 2											
ACkh 0-5	123	1613	107	83357	1447	9877	1,95	2,76	45,96	0,58	31,31
Chgk 10-20	15	1287	10	4882	27	343	0,11	0,11	1,44	0,01	0,80
Cgk 30-40	11	1026	10	5046	16	245	0,16	0,15	1,41	0,01	0,62
3. laukums Plot 3											
AChk 0-3	90	1008	82	27494	93	1322	0,52	0,72	11,74	0,10	6,99
CBgk 5-13	9	689	10	2145	10	252	0,08	0,12	0,97	0,01	0,43
C ₁ gk 15-25	19	682	13	3680	10	196	0,10	0,10	0,87	0,01	0,59
C ₂ gk 40-50	12	883	15	4418	13	242	0,15	0,17	1,21	0,01	0,61
4. laukums Plot 4											

Ahk 0-2	18	491	100	7118	502	4244	1,31	1,84	20,96	0,25	17,52
CBgk 5-15	7	519	15	1344	8	320	0,22	0,36	1,40	0,01	0,56
C ₁ gk 20-30	12	1204	14	3674	15	267	0,13	0,18	1,12	0,01	0,67
C ₂ gk 50-60	13	596	15	2916	10	201	0,10	0,15	1,14	0,01	0,44
5. laukums Plot 5											
O 0-2	35	451	706	3666	85	353	0,81	3,34	42,99	0,46	15,17
AEhg 2-8	8	61	66	865	1	433	0,29	0,36	9,05	0,09	6,45
BECg 10-20	7	71	10	980	3	258	0,13	0,25	0,86	0,04	0,80
CBgk 25-35	8	1074	12	2684	13	231	0,17	0,27	1,19	0,01	0,52
Cgk 60-70	14	792	18	3438	12	238	0,28	0,16	1,16	0,01	0,50

7. PIELIKUMS. *Sesleria caerulea-Pinus sylvestris* sabiedrības sugu sastāvs (%) Engurē

APPENDIX 7. Floristic composition (%) of *Sesleria caerulea-Pinus sylvestris* plant communities in Engure

Apraksta numurs tabulā Relevé No. in the table	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14														
Apraksta laukums, m ² Plot size, m ²	360	360	280	340	280	240	260	340	420	460	15	12	15	9														
Koku stāva (E ₃) slēgums, % Cover of tree (E ₃) layer, %	50	45	40	45	45	70	60	55	40	55	0	0	0	0														
Krūmu stāva (E ₂) slēgums, % Cover of shrub (E ₂) layer, %	30	35	30	40	30	10	55	55	40	50	7	30	15	1														
Lakstaugu (E ₁) segums, % Cover of herb (E ₁) layer, %	70	75	75	75	80	75	80	70	85	75	60	80	75	90														
Sūnu stāva (E ₀) segums, % Cover of moss (E ₀) layer, %	50	80	55	45	10	85	60	80	40	45	40	65	50	30														
X koordināte X coordinate		443280		443310		443667		443674		443213		444652		444720		445400		445420		445418		443010		443033		443007		448323
Y koordināte Y coordinate		6349425		6349401		6347805		6347814		6348830		6355722		6355520		6355480		6355560		6355595		6351435		6351477		6351376		6342816
Sugu skaits aprakstā Number of species per plot	29	35	29	32	34	52	36	43	31	38	27	25	31	30														
Dinamiskā stadija Succession stage	Kvazistabilā stadija Quasi-stable stage										Iniciālā stadija Initial stage																	
Koku stāvs Tree layer																												
<i>Pinus sylvestris</i> E ₃	50	45	35	45	45	70	60	55	40	45	.	.	.	.	71									

<i>Pinus sylvestris</i> E ₂	.	.	.	.	.	+	.	+	.	2	.	+	+	+	+	50
<i>Pinus sylvestris</i> E ₁	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	21
<i>Betula pubescens</i> E ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	+	8	.	.	.	.	.	14
<i>Betula pubescens</i> E ₂	.	.	.	.	.	+	.	.	2	8	3	5	10	8	+	57
<i>Betula pubescens</i> E ₁	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Betula pendula</i> E ₃	+	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Betula pendula</i> E ₂	3	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Betula pendula</i> E ₁	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Alnus incana</i> E ₃	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Alnus incana</i> E ₂	.	.	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Alnus incana</i> E ₁	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	7
<i>Alnus glutinosa</i> E ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	7
<i>Alnus glutinosa</i> E ₂	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	14
Krāmu stāvs Shrub layer																
<i>Juniperus communis</i> E ₂	27	35	20	40	30	3	45	40	20	40	1	.	3	.	.	86
<i>Salix rosmarinifolia</i>	+	.	+	+	+	+	.	2	3	+	+	+	.	+	.	79
<i>Frangula alnus</i>	.	+	.	.	.	.	10	6	7	5	.	+	+	+	.	57
<i>Salix aurita</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	2	.	.	.	.	.	21
<i>Myrica gale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	20	6	.	.	21
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	+	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Viburnum opulus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	14
Kalcifīto zālāju un purvu sabiedrību rakstursugas Character species of calcareous grasslands and fens (Caricion davallianae)																
<i>Sesleria caerulea</i>	3	.	35	20	30	6	12	12	20	15	2	6	20	8	.	93
<i>Carex flacca</i>	4	1	1	4	18	4	8	2	2	+	.	.	+	2	.	86
<i>Primula farinosa</i>	7	2	3	3	.	.	2	1	6	2	5	5	5	6	.	86

Augāja stabilizācija Engures ezera sateces baseinā

75

<i>Carex panicea</i>	.	.	4	3	3	5	6	+	2	3	2	4	3	2	86
<i>Schoenus ferrugineus</i>	5	2	10	+	8	+	.	.	.	.	30	20	30	35	71
<i>Epipactis palustris</i>	.	1	1	2	6	.	1	.	5	8	4	3	.	4	71
<i>Carex capillaris</i>	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	36
<i>Ophrys insectifera</i>	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	28
<i>Carex hostiana</i>	.	.	.	.	7	.	+	.	5	.	.	.	+	.	28
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	28
<i>Carex lepidocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	8	8	.	21
<i>Cladium mariscus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	7	+	.	21
<i>Dactylorhiza cruenta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	14
<i>Polygala comosa</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Parnassia palustris</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Pinguicula vulgaris</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Carex scandinavica</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Carex flava</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Eriophorum latifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	7
<i>Dactylorhiza ochroleuca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	7
<i>Liparis loeselii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	7
<i>Scorpidium revolvens</i>	.	.	1	1	5	1	3	3	10	5	20	20	30	25	86
<i>Calliergonella cuspidata</i>	5	1	.	.	1	.	3	.	1	.	30	40	20	.	57
<i>Campylium calcareum</i>	5	3	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	5	36
<i>Campylium stellatum</i>	.	.	1	.	1	.	.	+	.	.	10	10	.	.	36
<i>Drepanocladus lycopodioides</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	.	.	.	.	21
<i>Fissidens adianthoides</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Skujkoku mežu rakstursugas Character species of coniferous forests (Dicrano-Pinion, Piceion)															

<i>Picea abies</i> E ₂	.	.	.	.	.	1	+	5	.	10	+	.	+	.	43
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	10	15	3	1	.	12	7	8	5	6	.	.	.	.	64
<i>Empetrum nigrum</i>	20	8	.	+	.	8	8	7	4	1	.	.	.	.	57
<i>Festuca ovina</i>	3	5	.	.	.	4	2	2	+	.	.	.	.	.	43
<i>Calluna vulgaris</i>	25	12	3	+	.	+	4	.	.	.	.	.	.	.	43
<i>Vaccinium myrtillus</i>	7	7	.	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.	.	36
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2	6	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	36
<i>Hylocomium splendens</i>	50	40	.	10	.	30	25	40	10	20	.	.	.	.	57
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	30	15	20	.	20	15	20	.	8	.	.	.	.	50
<i>Dicranum polysetum</i>	.	10	2	.	.	12	10	.	5	.	.	.	.	.	36
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	21
<i>Prilium crista-castrensis</i>	.	.	.	.	.	2	.	5	.	.	.	.	.	.	14
Pārējās sugas Other species															
<i>Molinia caerulea</i>	8	+	15	35	20	10	40	25	40	35	.	.	+	15	86
<i>Potentilla erecta</i>	1	1	2	1	.	7	2	6	6	6	+	.	+	+	86
<i>Phragmites australis</i>	4	2	15	3	.	+	.	.	.	+	10	15	5	12	71
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	1	+	1	+	2	.	1	+	+	.	.	.	.	.	57
<i>Galium boreale</i>	.	.	.	1	1	+	+	2	2	+	.	.	.	.	50
<i>Pyrola rotundifolia</i>	.	.	+	+	4	6	.	1	.	6	.	.	.	.	43
<i>Equisetum variegatum</i>	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	36
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	+	.	2	+	.	+	.	.	.	+	36
<i>Sieglingia decumbens</i>	.	.	.	.	.	6	+	6	+	+	.	.	.	.	36
<i>Scorzonera humilis</i>	.	.	.	+	2	+	.	+	.	.	.	.	.	.	28
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	3	28
<i>Equisetum palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2	+	.	.	28

Augāja stabilizācija Engures ezera sateces baseinā

77

<i>Rubus saxatilis</i>	.	.	.	.	1	4	+	.	.	.	.	.	.	.	21
<i>Inula salicina</i>	.	.	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	21
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	3	21
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	8	7	.	21
<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	5	.	21
<i>Carex nigra</i>	+	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	21
<i>Juncus nodulosus</i>	.	4	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	21
<i>Deschampsia flexuosa</i>	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Juncus balticus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	14
<i>Listera cordata</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Melampyrum pratense</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Platanthera bifolia</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	2	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	14
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	14
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	14
<i>Succisa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	14
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	14
<i>Eriophorum polystachyon</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	14
<i>Utricularia intermedia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	14
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2	14
<i>Peucedanum palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	14
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	.	25	15	.	12	10	15	10	.	.	.	.	.	43
<i>Thuidium philibertii</i>	.	.	3	2	1	.	.	5	.	0.0	.	.	.	.	36

<i>Encalypta streptocarpa</i>	.	.	.	1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	21
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	.	.	.	.	.	3	.	.	.	5	.	.	.	.	14
<i>Sphagnum capillifolium</i>	.	.	.	.	.	+	12	.	.	.	.	.	.	.	14
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	14
<i>Campyllum polygamum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	1	.	14

8. PIELIKUMS. Augsnes mehāniskā sastāva frakcijas (mm, %)

APPENDIX 8. Soil particle sizes (mm, %)

Horizonts, cm Soil layer, cm	Smilts Sand					Putekļi Silt		Māls Clay
	2.0-1.0	1.0-0.63	0.63-0.25	0.20-0.10	0.10-0.05	0.05-0.01	0.01-0.002	<0.002
Ahgk 2-10	5.7	8.7	48.8	14.0	4.6	7.5	6.0	4.7
B ₁ hgk 15-25	6.1	5.2	16.6	12.2	9.3	26.4	13.0	11.2
B ₂ gk 35-45	3	2.7	11.8	11.5	9.1	30.3	15.6	16.0
BCgk 60-70	1.4	1.7	18.8	18.2	8.5	24.5	15.0	11.9

9. PIELIKUMS. Augsnes skābums, apmaiņas bāzes, trūdvielu un kopējā slāpekļa saturs
APPENDIX 9. Soil acidity, exchangeable bases, organic substance and total nitrogen

Horizonts, cm Soil layer, cm	pH _{KCl}	CaCO ₃ , %	Corg., %	Apm.bazu summa Exchangeable bases, cmol(+) kg ⁻¹	Hidrolītiskais sājābums Hydrolytic acidity cmol(+) kg ⁻¹	Piesātinājums Saturation, %	Kopējais N Total N, %	C/N
Ahgk 2-10	6.8	1.4	2.6	34.6	0.7	98	0.09	29
B ₁ hgk 15-25	8.5	23.6	1.3	50.5	0.0	100	0.01	121
B ₂ gk 35-45	8.6	39.8	0.5	50.4	0.0	100	0.09	59
BCgk 60-70	8.8	38.6	0.5	50.4	0.0	100	0.05	92

10. PIELIKUMS. Makroelementu un smago metālu saturs (mg.kg⁻¹) augsnē
APPENDIX 10. Macroelement and heavy metal concentration (mg.kg⁻¹) in soils

Horizonts, cm Soil layer, cm	Na	Mg	K	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Ahgk 2-10	13.5	1372.3	103.2	5795	77.4	1348	1.19	2.19	6.39	0.08	8.96
B ₁ hgk 15-25	67.1	4840.1	39.2	56232	104.3	55	0.92	0.24	1.08	0.01	1.43
B ₂ gk 35-45	63.9	3616.8	24.6	60755	105.6	1	0.63	0.11	0.10	0.01	0.89
BCgk 60-70	69.0	5862.4	34.4	59806	116.9	19	0.65	0.32	0.22	0.01	0.89

11. PIELIKUMS. *Sesleria caerulea*–*Pinus sylvestris* sabiedrības sugu sastāvs (%) Kihnu salā Igaunijā
 APPENDIX 11. Floristic composition (%) of the *Sesleria caerulea*–*Pinus sylvestris* plant communities in the Kihnu Island, Estonia

Apraksta numurs tabulā Relevé No. in the table	1	2	3	4
Apraksta laukums, m ² Plot size, m ²	100.00	400.00	400.00	400.00
Koku stāva (E ₃) slēgums, % Cover of tree (E ₃) layer, %	50	70	50	0
Krūmu stāva (E ₂) slēgums, % Cover of shrub (E ₂) layer, %	20	30	70	55
Lakstaugu (E ₁) segums, % Cover of herb (E ₁) layer, %	85	35	40	90
Sūnu stāva (E ₀) segums, % Cover of moss (E ₀) layer, %	5	5	40	70
Sugu skaits aprakstā Number of species per plot	31	27	37	25
<i>Pinus sylvestris</i> E3	50	70	50	.
<i>Pinus sylvestris</i> E2	.	.	.	5
<i>Pinus sylvestris</i> E1	.	.	+	.
<i>Juniperus communis</i> E ₂	20	20	70	50
<i>Frangula alnus</i>	+	5	.	.
<i>Rosa subcanina</i>	.	+	5	.
<i>Sesleria caerulea</i> E1	35	.	14	18
<i>Filipendula vulgaris</i>	+	.	2	4
<i>Sieglingia decumbens</i>	+	.	1	.

<i>Angelica sylvestris</i>	+	2	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	4	4	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	+	6	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	5	.	+	.
<i>Festuca rubra</i>	4	.	.	6
<i>Poa angustifolia</i>	2	.	.	2
<i>Briza media</i>	1	.	.	2
<i>Rubus caesius</i>	.	+	.	+
<i>Geum urbanum</i>	.	2	+	.
<i>Veronica officinalis</i>	.	7	2	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	+	+
<i>Festuca ovina</i>	.	.	6	2
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	8	+
<i>Medicago falcata</i>	.	.	3	8
<i>Silene nutans</i>	.	.	4	+
<i>Scorpidium revolvens</i> E ₀	5	+	+	.
<i>Thuidium abietinum</i>	.	.	5	+
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	+	+