

VILNIAUS UNIVERSITETAS  
GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS

GRAŽYNA GRYGUC

VĒLYVOJO LEDYNMEČIO IR HOLOCENO AUGALIJOS RAIDOS  
YPATUMAI NUOSĖDŲ PALEOBOTANINIŲ TYRIMŲ DUOMENIMIS

Daktaro disertacija

Fiziniai mokslai, geologija (05 P)

Vilnius, 2015 metai

Disertacija rengta 2011–2014 metais Gamtos tyrimų centre, Geologijos ir geografijos institute.

**Mokslinis vadovas:**

Dr. Dalia Kisielienė (Gamtos tyrimų centras, Geologijos ir geografijos institutas, fiziniai mokslai, geologija – 05 P)

## TURINYS

|  |     |
|--|-----|
| ĮVADAS.....  | 5   |
| 1. ANKSTESNIŲ AUGALŲ MAKROLIEKANŲ TYRIMŲ APŽVALGA.....                                       | 10  |
| 2. POLEDYNMEČIO NUOSĖDŲ STRATIGRAFIJA.....   | 15  |
| 3. TYRIMŲ OBJEKTAI.....  | 18  |
| 4. GAMTINĖ APLINKA.....  | 20  |
| 5. TYRIMŲ METODAI.....   | 23  |
| 5.1. Gręžimas ir nuosėdų mėginių ėmimas.....   | 23  |
| 5.2. Augalų makroliekanų tyrimai.....  | 24  |
| 5.3. Kiti pritaikyti tyrimo metodai.....   | 28  |
| 5.3.1. Nuosėdų medžiaginės sudėties tyrimai (Loss-on-ignition arba LOI).....                 | 28  |
| 5.3.2. Palinologiniai (sporų-žiedadulkių) tyrimai.....                                       | 29  |
| 5.3.4. Radioaktyvios anglies ( $^{14}\text{C}$ , AMS) tyrimai.....                           | 29  |
| 5.3.5. Izotopiniai ( $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^{13}\text{C}$ ) tyrimai.....           | 30  |
| 6. TYRIMŲ REZULTATAI.....  | 31  |
| 7. DISKUSIJA.....  | 77  |
| 7.1. Augalų paleobendrijų kompleksai.....  | 77  |
| 7.2. Vietinės augalijos pobūdis bei paleoekologinės sąlygos ištirtuose paleobaseinuose. .... | 97  |
| 7.3. Paleoekosistemos raidos bruožai vėlyvajame ledynmetyje ir holocene.....                 | 117 |
| IŠVADOS.....   | 139 |
| LITERATŪROS SĄRAŠAS.....   | 141 |
| PRIEDAI  |     |

## DISERTACIJOJE NAUDOJAMI SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI, SANTRUMPOS IR SĄVOKOS

**AMS (Accelerator mass spectrometry)** – greitintuvų masių spektrometrijos metodas tai vienas iš  $^{14}\text{C}$  kiekybinės analizės metodų, kuris taikomas esant labai mažiems tiriamos medžiagos kiekiams (miligramai).

**Augalų paleobendrija (paleofitocenoze)** – tai kelių ar keliolikos rūšių populiacijų sambūvis tam tikrame plote egzistavęs praeityje.

**Augalų makroliekanos** – iškastinės augalų sėklos, vaisiai, kankorėžiai, spygliai, lapeliai ir kita.

**BOA** - bendra organinė anglis

**Helohidrofitali** (gr. *helos* - pelkė, *hydōr* – vanduo, *phyton* – augalas) - pereinamojo tipo ekologinių grupių augalai, augalai siejasi su trimis aplinkomis - dirvožemiu (šakniastiebiai su šaknimis), vandeniu (stiebų apatinės dalys) ir oru (didžiosios stiebų dalys, lapai ir žiedynai).

**kal. m. PD** – kalibruoti metai prieš dabartį

**Kserofitali** (gr. *kseros* – sausas, *phyton* – augalas) tai augalai, prisitaikę augti sauringomis sąlygomis.

**Kseromezofitali** - tarpinė augalų grupė, turinti kserofitams ir mezofitams būdingų požymių, geriau negu mezofitali atlaiko didesnę sausrą.

**LOI (loss-on-ignition)** – nuosėdų medžiaginės sudėties tyrimai

**m. PD** - metai prieš dabartį

**Paleobaseinas** – praeityje egzistavęs vandens baseinas.

**Paleoekosistema** – organizmų bendrija ir jos buveinė egzistavusi praeityje.

**Paleoflora** – augalų rūšių, augusių tam tikroje teritorijoje, visuma.

**Pleustofitali** – laisvai vandens paviršiuje plūduriuojantys augalai.

**Terofitali** (gr. *theros* – vasara, *phyton* – augalas) - vienamečiai augalai, nepalankų vegetacijai metų laikotarpį praleidžiantys dirvožemyje sėklų pavidalu.

## **ĮVADAS**

### **DARBO PROBLEMA**

Daugelis Lietuvos teritorijoje vykdytų vėlyvojo ledynmečio ir holoceno paleoaplinkos tyrimų buvo paremti palinologinės analizės duomenimis. Pagrindinis dėmesys buvo skiriamas augalijos dinamikai regione, nes dėl šio metodo galimybių yra apribota vietinės augalijos ypatybių analizė. Siekiant užpildyti šią spragą buvo pasitelkti augalų makroliekanų tyrimai, kurie leidžia tiksliau charakterizuoti vietines aplinkos sąlygas, klimatinius rodiklius, paleobasėnų raidą, fiksuoti atskirų rūšių augalų migraciją. Vėlyvojo ledynmečio ir holoceno laikotarpio augalijos istoriją iliustruojančių augalų makroliekanų tyrimų duomenų, pagrįstų absoliutaus amžiaus datavimais vis dar stokojama ir ypač tai liečia Lietuvos teritoriją.

### **DARBO AKTUALUMAS**

Paleoaplinkos sąlygų atkūrimui ypač svarbūs augalų makroliekanų tyrimai, kurie padeda geriau suprasti vėlyvojo ledynmečio ir holoceno metu vykusius paleoaplinkos pokyčius: klimatinius, hidrologinius, dirvodarinius bei biotinius. Iki šiol taikyti metodai neleido detaliai rekonstruoti paleoaplinkos sąlygų. Augalų makroliekanų tyrimų taikymas leido padaryti tikslesnės išvadas apie betarpišką augalijos plėtrą teritorijoje, atskirų augalų rūšių imigraciją, identifikuoti rūšinę augalijos sudėtį. Vykdam šiuos tyrimus atsirado galimybė charakterizuoti tiek vandens baseinuose, tiek ir jų aplinkoje vykusias permainas. Augalų makroliekanų datavimas taikant AMS metodą patikslino ištirtų nuosėdų sedimentacijos chronologiją ir leido nustatytus klimatinius įvykius koreliuoti su fiksuojamais globaliais bei regioniniais pokyčiais.

### **DARBO TIKSLAS**

Kompleksinių tyrimų pagrindu charakterizuoti augalijos raidos ypatumus vėlyvajame ledynmetyje ir holocene.

## **DARBO UŽDAVINIAI**

1. Atlikti pelkinių-ežerinių nuosėdų pjūvių augalų makroliekanų analizę.
2. Augalų makroliekanų tyrimų pagalba charakterizuoti vietinės augalijos pobūdį bei jos kaitą.
3. Nustatyti atskirais paleobasėnų vystymosi etapais susiformavusius augalų paleobendrijų kompleksus.
4. Remiantis Ellenbergo šiuolaikine aplinkos sąlygų vertinimo sistema tirtose vietose charakterizuoti augalų buveinių ekologines sąlygas.
5. Kompleksinių tyrimų rezultatų pagrindu atlikti paleoekosistemos rekonstrukciją ir fiksuoti vėlyvajame ledynmetyje ir holocene vykusius aplinkos pokyčius.

## **GYNAMIEJI TEIGINIAI**

1. Pjūviuose išskirti augalų paleobendrijų kompleksai suteikia bazinę informaciją vyravusių augalijos tipų bei augalų paleobendrijų kaitos atskirais poledynmečio laikotarpiais apibrėžimui.
2. Ellenbergo šiuolaikinių aplinkos sąlygų vertinimo sistema yra tinkama paleoaplinkos sąlygų įvertinimui ir vėlyvojo ledynmečio bei holoceno metu vyravusių augalų buveinių ekologinių sąlygų atkūrimui.
3. Trumpalaikius vėlyvojo ledynmečio klimatinius įvykius parodo ne tik tipiškos augalijos transformacijos, bet ir atskiros indikatorinės rūšys.
4. Tipiški poledynmečio augalijos kompleksai fiksuoja atskirus vandens baseinų raidos etapus.

## **DARBO MOKSLINIS NAUJUMAS**

1. Augalų makroliekanų analizės metodas Lietuvos teritorijoje buvo menkai išnaudotas tiriant vėlyvojo ledynmečio ir holoceno nuosėdas, todėl šio laikotarpio nuosėdų pjūviai minėtu metodu buvo ištirti pirmą kartą.
2. Augalų makroliekanų išskyrimui iš nuosėdų buvo įsisavintas iki šiol Lietuvoje netaikytas šlapios paleobotaninės medžiagos analizės metodas, kuris leido identifikuoti platesnį augalijos spektrą, t.y. tam tikrus augalus, jų grupes.

3. Nustatant tiriamų pjūvių nuosėdų chronologiją pasiremta ne tik organinių–karbonatinių nuosėdų, bet ir augalų makroliekanų (sėklų, vaisių) datavimu. Datuotos medžių makroliekanos (*Pinus*, *Alnus glutinosa*) leido tiksliau sudaryti chronologines sekas bei įvertinti augalijos plėtros istoriją.

4. Paleoekosistemos ekologinių sąlygų atkūrimui pritaikyta Ellenbergo skalė (Ellenberg ir kt., 1991).

5. Remiantis augalų makroliekanų analize pirmą kartą Lietuvos teritorijoje buvo iškirti vėlyvojo ledynmečio ir holoceno augalų paleobendrijų kompleksai.

## **DARBO REIKŠMĖ**

Disertacinio darbo autorės atlikti augalų makroliekanų tyrimai papildė Lietuvos duomenų bazes naujais duomenimis apie vietinės augalijos pobūdį ir jos kaitą vėlyvajame ledynmetyje ir holocene. Gauti tyrimų duomenys leido fiksuoti kai kurių augalų rūšių imigracijos į teritoriją laiką. Šis informacijos šaltinis padės spręsti ne tik stratigrafinius, paleoekologinius klausimus bei suteiks naujų galimybių klimatinėms rekonstrukcijoms. Disertacinio darbo autorės sukaupti augalų makroliekanų tyrimų duomenys yra svarbūs vykdant tolimesnes paleoekosistemų raidos rekonstrukcijas. Disertaciniame darbe, duomenų interpretacijai pritaikytas įvairių metodų kompleksas leido patikslinti, detaliau charakterizuoti vėlyvojo ledynmečio ir holoceno metu vykusius augalijos, paleoekologinių sąlygų pokyčius bei įvertinti ežerų ir pelkių sedimentacinių baseinų raidos bruožus.

## **MOKSLINIO DARBO RENGIMAS**

Disertacinio darbo autorė nuo 2011 m. pradėjo studijas VU ir Gamtos tyrimų centro jungtinėje doktorantūroje. Doktorantūros studijų pradžioje buvo įsisavinta augalų makroliekanų analizei skirtų nuosėdų mėginių paruošimo, saugojimo ir analizės metodika. GTC GGI įgytas žinias ir įgūdžius darbo autorė tobulino stažuotėse Lenkijoje (Gdansko universitetas), Suomijoje (Helsinkio universitetas) ir Estijoje (Talino Technologijos universitetas). Vėliau buvo gilinamasi į augalijos ir aplinkos kaitos problemas vėlyvajame

ledynmetyje ir holocene. Nuo doktorantūros studijų pradžios darbo autorė dirbo Kvartero tyrimų laboratorijos mokslininkų vykdomuose nacionaliniuose ir tarptautiniuose projektuose (tarptautinis projektas *Biotic Response to Climate Change in Cold Climates (BioCold)*, Nacionalinės mokslų programos - *Antropogeninių veiksnių įtaka invazinių rūšių plėtrai holocene paleoekosistemos raidos kontekste (Paleoantropoinvazijos)* (LEK-02/2010), *Paleoaugalijos ekspansija ekosistemos dinamikos kontekste rytų Baltijos regione poledynmetyje" (Paleoaugalija)* LEK-08/2012)), kurie sudarė sąlygas rinkti medžiagą disertacinio darbo tyrimams bei analizėms kitais (papildomais) tyrimo metodais.

Rengdama darbą autorė ištyrė 7 nuosėdų pjūvius, savarankiškai atliko 781 mėginių augalų makroliekanų analizę, 86 – palinologinę, 356 – LOI .

### **DARBO APROBAVIMAS**

Disertacinio darbo rezultatai pristatyti 9-iose tarptautinėse (Lenkija, Estija, Nyderlandai, Švedija, Graikija, Rusija, Lietuva) ir 2-jose nacionalinėse (Lietuva) konferencijose (10 priedas). Disertacinio darbo rengimo laikotarpiu kartu su bendraautoriais buvo parengtos 5 mokslinės publikacijos (9 priedas), kurios atspausdintos leidiniuose turinčiuose citavimo rodiklį ir esančiuose *ISI WOS* duomenų bazėje.

### **DARBO STRUKTŪRA**

Disertacinį darbą sudaro įvadas, ankstesnių augalų makroliekanų tyrimų apžvalga, tyrimų objektai, gamtinė aplinka, tyrimų metodai, tyrimų rezultatai, diskusija, išvados, literatūros sąrašas ir priedai. Darbe pateikiami 22 paveikslai ir 35 lentelės. Darbo apimtis 182 puslapiai. Darbo pabaigoje pateikiami priedai (1-10).



## **PADĖKA**

Dėkoju visiems Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos instituto, Kvartero tyrimų laboratorijos darbuotojams, kurie pagelbėjo ruošiant darbą. Svarbiausia norėčiau padėkoti šio darbo vadovei dr. D. Kisielienei už metodinę pagalbą, vertingas pastabas ir patarimus. Taip pat norių padėkoti dr. M. Stančikaitei ir dr. V. Šeirienei už suteiktą galimybę panaudoti jų atliktų tyrimų duomenis bei doktorantei R. Skipitytei už atliktus izotopinius matavimus. Dėkoju prof. habil. dr. J. Mažeikai ir jo laboratorijos darbuotojams už atliktus radioizotopinius tyrimus. Labai dėkoju J. Vaitkevičienei už patarimus ruošiant pavyzdžius makroliekanų analizei bei L. Statkūnienei už pavyzdžių paruošimą žiedadulkių analizei. Esu dėkinga taip pat prof. M. Latałowa (Gdansko universitetas) bei dr. M. Välranta (Helsinkio universitetas) už vertingus patarimus stažuočių metu. Dėkoju visiems, kurie prisidėjo prie šio darbo atsiradimo. Taip pat esu labai dėkinga savo širdies draugui Aliui, tėvams bei artimiesiems už palaikymą, kantrybę ir supratimą.

Doktorantūros metu atliktus tyrimus iš dalies finansavo Lietuvos mokslo taryba (Nacionalinė mokslo programa Nr. LEK-08/2012, LEK-02/2010); tarptautinės programos ES COST (Action ES0907); BioCOLD; Doktorantų finansinė parama Nr. DOK-13259, DOK-14316).

## 1. ANKSTESNIŲ AUGALŲ MAKROLIEKANŲ TYRIMŲ APŽVALGA

Augalų makroliekanų tyrimai siekia XIX a. (pagal Birks, 2001). Tuo metu augalų makroliekanų analizė buvo vienas iš pagrindinių metodų naudojamų Kvartero nuogulų tyrimuose. Šio metodo pradininkai buvo K. ir E. M. Reidai (Clement ir Eleanor Mary Reid), kurie vykdydami tyrimus Britų salose, o vėliau Vokietijoje ir Danijoje, aprašė kvartero nuogulose rastas sėklas ir vaisius. Dauguma atliktų tyrimų rezultatu 1899 m. buvo publikuota knygoje „The Origin of the British Flora“, kurioje pristatoma Kvartero gamtinės aplinkos raida Vakarų Europoje (Reid, 1899).

Rusijoje tyrimai, grindžiami augalų makroliekanų analize, pradėti vykdyti XX a. pirmajame dešimtmetyje. Pirmasis pritaikęs šį metodą iškastinių florų tyrimuose buvo V. N. Sukačiovas (Сукачев, 1910, 1938). Darbuose mokslininkas nagrinėjo kvartero laikotarpio augalijos raidą. Yra keletas darbų, skirtų pavienių rūšių aprašymui. Ypač svarbų vaidmenį augalų makroliekanų tyrimuose turėjo P. A. Nikitino darbai (Никитин 1957, 1965). Jis laikomas buvusios Sovietų sąjungos paleokarpologijos mokslo įkūrėju. Tyrėjo darbai apėmė platų iškastinės floros tyrimų diapozoną: nuo paleogeno iki neopleistoceno ir holoceno. P. A. Nikitinas savo darbuose naudojo kompleksinę tyrimų metodiką, kurią sudaro floros radimviečių geologija, išsamūs ir sistemingi iškastinių makroliekanų tyrimai, floros raidos analizė ir kt. Panašaus pobūdžio darbus vykdė P. I. Dorofejevas (Дорофеев, 1966, 1986), F. J. Vieličkievičius (Величкевич, 1982) bei kiti jo pasekėjai.

Lenkijoje augalų makroliekanų analize susidomėta XX a. penktajame dešimtmetyje. Vienas iš pirmųjų vykdęs šiuos tyrimus buvo lenkų paleobotanikas prof. W. Szafer. Jis tyrė plioceno ir pleistoceno florą (Szafer, 1954). Vėliau iškastinę florą tyrinėjo J. Raniecka-Bobrowska (1962), M. Łańcucka-Środoniowa (1963) ir kiti.

1958 m. lenkų mokslininkas S. Tołpa didelį dėmesį skyrė augalų makroliekanų metodo taikymui fitosociologiniuose tyrimuose. Jis buvo pirmasis, kuris rašė apie fitosociologinio metodo panaudojimą praeities augalų

bendrijų rekonstrukcijai (Tołpa, 1958). Šią idėją S. Tołpa kartu su M. Jasnowskiu ir A. Pałczyńskiu pritaikė pelkių genetiniam klasifikavimui (Tołpa ir kt., 1967). Terminą „paleofitosociologija“ pirmą kartą 1975 m. pasiūlė A. Pałczyński (Pałczyński, 1975), vėliau šis terminas buvo pavartotas H. H. Birks ir H. J. B. Birks (1980). Vykdomi paleofitosociologiniai tyrimai leido atkurti pelkių vystymąsi nuo pat jų susiformavimo (Tobolski, 2000). Šie tyrimai buvo atliekami ir Vidurio Europoje. 1973 m. Rybniček išleistame darbe (Rybniček, 1973), pagal nuosėdose aptiktas augalų makroliekanas, išskirta 20 bendrijų, kurios formavosi vėlyvojo ledynmečio ir holoceno metu. Dažniausiai šie tyrimai buvo vykdomi tiriant pelkių nuosėdas, mažiau informacijos yra apie vandens baseino augalų paleobendrijas (Tobolski, 2000).

Švedijoje augalų makroliekanų tyrimus vykdė paleobotanikas A. G. Nathorst (Nathorst, 1870). Jis tyrinėdamas poledynmečio nuosėdas pietų Švedijoje aptiko lapus bei kitas augalų liekanas priskiriamas arktinei-alpinei (*Dryas octopetala*, *Salix reticulata*) bei arktinei (*S. polaris*) florai. Daugelis jo rastų augalų makroliekanų iš vėlyvojo ledynmečio ir vėlesnių nuosėdų padėjo pagrindus Kvartero laikotarpio augalų geografijai (pagal Birks, 2014).

1891 m. estų geologas F. Shmidt kartu su Švedijos geologais A. G. Nathorst ir N. O. Holst, Šiaurės Estijoje tirtose vėlyvojo ledynmečio nuosėdose aptiko arktinės floros augalų makroliekanų (*Salix polaris*, *S. herbacaea*, *Salix reticulata*, *Dryas octopetula*, *Polygonum viviparum*, *Betula nana*) (Amon, 2011). Šie tyrimų rezultatai leido spręsti klausimus susijusius su nuosėdų stratigrafija bei paleoekologinių sąlygų pokyčiais, fiksuojamais skirtingais poledynmečio etapais. Vėliau, tos pačios krypties tyrimus vykdė K. Jessen, W. A. Watts (Airijoje), H. Godwin (Britanijoje), G. Lang (Centrinėje Europoje), W. A. Watts, H. H. Birks, ir N. G. Miller (Šiaurės Amerikos centrinėje ir rytinėje dalyse) (Birks, 2008; Birks, 2014).

Augalų makroliekanomis taip pat susidomėjo estų palinologas P. W. Thomsonas. Jis tyrinėdamas Lietuvoje vėlyvojo ledynmečio nuosėdas aptiko samanų liekanas, priskiriamas aleriodo laikotarpiui (Thomson, 1931). Vėliau, P. W. Thomsonas vykdydamas tyrimus Šiaurės Estijoje Kundos upės

atodangos nuosėdose aptiko eglės medienos liekanas, kurias priskyre vėlyvajam ledynmečiui (Amon, 2011).

Iki šešto dešimtmečio vykdant paleoaplinkos rekonstrukcijas remtasi daugiausia žiedadulkių tyrimų duomenimis, vėliau augalų makroliekanų analizės metodas buvo įvertintas ir pradėtas plačiau taikyti vėlyvojo ledynmečio ir holoceno aplinkos rekonstrukcijoms. B. Watts'as kartu su kolegomis buvo šio metodo pradininkai. Daugelis jų tyrimų buvo vykdomi Šiaurės Amerikoje. Vėliau H. H. Birks pradėjo augalų makroliekanų tyrimus Europoje. Ji taip pat yra kompleksinių tyrimų pradininkė. Šie tyrimai apėmė ne tik augalų makroliekanų analizę, bet ir žiedadulkių, moliuskų, diatomėjų tyrimus, taip pat nuosėdų cheminės analizės bei litologijos tyrimus. Be to, H. H. Birks parengė standartinę augalų makroliekanų analizės metodiką, kurioje apžvelgė mėginių paėmimo, paruošimo, analizės bei metodo taikymo klausimus (Birks, 2001). H. H. Birks analizavo ne tik poledynmečio nuosėdose rastas augalų makroliekanas bet ir šiuolaikinių augalų makroliekanų ypatybes ir jų plitimo galimybes. Problemos susijusios su plitimu, išsilaikymu nuosėdose buvo apžvelgtos Birks (1973) bei Watts (1978) darbuose.

Lietuvoje augalų makroliekanų tyrimo metodas buvo pradėtas taikyti tarpledynmečio nuosėdoms tirti, ir tik vėliau pradėti akcentuoti vėlyvojo ledynmečio ir holoceno tyrimai. XIX a. pabaigoje - XX a. pradžioje Lietuvos teritorijoje vykdomi augalų makroliekanų tyrimai buvo epizodiški ir fragmentiški. Užsienio mokslininkai A. Jentzsch (1878), N. N. Sobolevas (Соболев, 1910) bei H. Preuss (1910) vieni iš pirmųjų savo darbuose užsimena apie augalų makroliekanų radinius. Lietuvoje iš ankstyvesnių tyrimų paminėtini taip pat C. Weberio darbai. Jis atliko Aukštumalės pelkės augalų liekanų sudėties tyrimus, kurių duomenys 1902 m. buvo apibendrinti ir atspausdinti monografijoje (Weber, 1902).

Vėliau, apie atliktus augalų makroliekanų tyrimus Lietuvos teritorijoje rašė Lenkijos mokslininkai - B. Halicki, T. Urbanski (1936), B. Halicki (1949, 1951), A. Środoń (1950), M. Brem, M. Sobolewska (1950). XX a. antroje pusėje Lietuvoje pradėti vykdyti sistemingi augalų makroliekanų tyrimai. Šių

tyrimų pradininke buvo M. Riškienė. Ji atliko daugelio Lietuvoje rastų tarpledynmečių nuosėdų pjūvių augalų makroliekanų tyrimus (Ришкене, 1967, 1973, 1974, 1976, 1979). M. Riškienė nustatė ir aprašė dvi naujas išmirusių augalų rūšis: *Caulinia lithuanica* Rišk. (rasta Buivydiškių atodangoje) ir *Pilea lithuanica* Rišk. (rasta Netiesų atodangoje). Šie tyrimai papildė žinias apie Lietuvos tarpledynmečių floras bei jų būdinguosius bruožus. Tuo pat metu augalų makroliekanų tyrimus Lietuvoje vykdė ir Baltarusijos mokslininkai F. Veličkevičius (Величкевич, 1975, 1979, 1980) ir G. Litviniuk'as (Литвинюк, 1981). Šie darbai buvo svarbūs sprendžiant Lietuvos kvartero paleogeografijos bei stratigrafijos problemas.

M. Riškienės pradėtus tyrimus tęsia dr. Dalia Kisielienė. Ji tyrė kvartero nuosėdų stovymėje randamas pleistoceno ir holoceno amžiaus augalų makroliekanas. Lietuvos kvartero stratigrafijai ir paleogeografijai svarbi 2002 m. D. Kisielienės apginta daktaro disertacija, kurioje pateikta visų Lietuvoje paleokarpologiškai ištirtų kvartero stratigrafinių padalinių charakteristika, aprašyti naujai ištirti paleokarpologiniai kompleksai bei atlikta jų regioninė koreliacija (Kisielienė, 2002). Tuo pat metu D. Kisielienė augalų makroliekanų analizę pradėjo taikyti vėlyvojo ledynmečio ir holoceno nuosėdų tyrimuose (Kisielienė, 2002).

Pastaraisiais dešimtmečiais šis metodas yra plačiai naudojamas vėlyvojo ledynmečio ir holoceno paleoaplinkos rekonstrukcijai (Lotter, 1999; Birks, Birks, 2000; Birks 2001, 2007; Vālranta ir kt., 2006; Wohlfarth ir kt., 2006; Saarse ir kt., 2009; Amon ir kt., 2010), atkuriant vietinės augalijos pobūdį bei jos kaitą vandens baseino bei pelkių aplinkoje (Hannon, Gillard, 1997; Birks, 2000; Tobolski, 2000; Birks, Birks, 2006; Vālranta, 2006; Gałka, Sznell, 2013, Gałka, 2014).

Daugelio mokslininkų darbuose šis metodas yra pripažintas kaip neatsiejama paleoekologinių sąlygų tyrimo dalis. Identifikuotos augalų makroliekanos, dėl savo indikatorinių savybių leidžia atkurti paleoklimatą, vandens lygio svyravimus bei vandens baseino ekologinės sąlygas (Hannon, Gaillard, 1997; Lotter, 1999; Birks, Wright, 2000, Birks, 2001; Punning ir kt.,

2005; Dieffenbacher-Krall, Nurse, 2005; Välliranta ir kt., 2005; Välliranta, 2006; Bos ir kt., 2006; Gałka ir kt., 2014). Taip pat šis metodas taikomas atskirų augalų rūšių paleoekologiniams tyrimams (Gałka ir kt., 2012; Gałka, Tobolski, 2012, 2013).

Vis dažniau sausumos augalų makroliekanos yra naudojamos absoliutaus amžiaus nustatymo izotopiniams tyrimams (AMS datavimui) (Bos ir kt., 2006; Gałka, Tobolski, 2013; Karpińska-Kołaczek ir kt., 2013), kurie leidžia patikslinti nuosėdų stratigrafiją, spręsti apie augalų plitimą tiriamoje teritorijoje. Sedimentacijos metu augalų makroliekanos yra mažiau įtakojamos išorės faktorių, datavimo rezultatai yra tikslesni ir patikimesni.

Augalų makroliekanų analizės metodas vis dažniau įtraukiamas į kompleksinius tyrimus. Įvairiais metodais gauti duomenys leidžia tiksliau charakterizuoti augalijos raidos istoriją, nustatyti sedimentacines bei peleoklimtines sąlygas ir jų pokyčius, atkurti augalijos plėtros dėsniumus vėlyvojo ledynmečio ir holoceno metu (Birks, Birks, 2006; Amon ir kt., 2010; Välliranta ir kt., 2011; Gałka ir kt., 2014). Panašaus pobūdžio darbai pastaraisiais metais pradėti vykdyti ir mūsų šalyje (Stančikaitė ir kt., 2008, 2009; Gaidamavičius ir kt., 2011, Gryguc ir kt., 2013), tačiau vis dar stokojama šio laikotarpio augalijos raidos istoriją nusakančių augalų makroliekanų tyrimų duomenų.

Pastaraisiais metais vis didesnis dėmesys yra skiriamas augalų makroliekanų tyrimams archeologinėje aplinkoje. Šio metodo pagalba galima atkurti praeities žmogaus mitybą, gyventojų ūkinės veiklos pobūdį bei gyvenamąją aplinką atskirais priešistorės etapais ir istoriniais laikais (Kisielienė ir kt., 2008, Kisielienė, 2013). Pradžioje šio metodo taikymas buvo epizodiškas t. y. fiksuojamos tikrai atsitiktinai pastebėtos augalų liekanos. Dauguma archeobotaninių tyrimų buvo paremta žiedadulkių analize ir tik vėliau pereita prie kompleksinių tyrimų, kuriuose pradėti taikyti abu šie metodai (Stančikaitė ir kt., 2004; 2006; 2008). Vykdomi sistemingi augalų makroliekanų tyrimai, kartu su palinologiniais bei radioizotopiniais tyrimais leidžia daryti išsamesnes išvadas apie praeityje vykusias žmogaus ir gamtinės aplinkos sąveikas.

## 2. POLEDYNMEČIO NUOSĖDŲ STRATIGRAFIJA

Lietuvoje vėlyvojo ledynmečio ir holoceno nuosėdų stratigrafiniai tyrimai buvo pradėti ketvirtajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje (Thomson, 1931; Brundza, 1934). Vėliau, 1957 m. V. Gudelis, apibendrinęs Lietuvos ir gretimų teritorijų sporų ir žiedadulkių tyrimų duomenis, paskelbė pirmąją vėlyvojo ledynmečio ir holoceno stratigrafinę schemą (Гуделис, 1957). Reikšmingi Lietuvos vėlyvojo ledynmečio ir holoceno stratigrafijai bei paleogeografijai pažinti buvo taip pat A. Garunkščio (Garunkštis, Stanaitis, 1969, 1978) A. Basalyko (Basalykas, 1965), A. Seibučio (Seibutis, 1959, 1961), R. Kunsko (Kunskas, 1962, 1969, 1989), N. Savukynienės (Savukynienės, 1974, 1976) ir B. Vaičvilienės (Vaičvilienė, 1976) darbai. 1976 m. M. Kabailienė, remiantis žiedadulkių analizės duomenimis bei diatomėjų tyrimais, sudarė Lietuvos vėlyvojo ledynmečio ir holoceno stratigrafinę schemą, kuri 1995 ir 2004 m. buvo patikslinta. Vėliau, apibendrinus gausią atliktų stratigrafinių tyrimų medžiagą, sudaryta nauja vėlyvojo ledynmečio ir holoceno stratigrafinė schema (Kabailienė, 2006). Stratigrafinėje schemoje buvo išskirti regioninės reikšmės klimato stratigrafiniai padaliniai - chronozonos. Vėlyvojo ledynmečio laikotarpyje buvo išskirtos biolingo, ankstyvojo driaso, aleriodo bei vėlyvojo driaso chronozonos, o holoceno - preborelio, borealio, atlančio, subborealio ir subatlančio chronozonos. Ši stratigrafinė schema buvo suderinta su ŠV Europos žemyninės dalies schema, kurią sudarė Skandinavijos šalių tyrėjai (Mangerud ir kt., 1974).

Europoje biostratigrafinis bei chronostratigrafinis nuosėdų suskirstymas buvo pasiūlytas Iversen'o (1954), kurį vėliau patikslino Mangerud ir kt. (1974) įveddamas chronologinių ribų transgresijos sąvoką. Vėliau, Björck kartu su kitais mokslininkais (1998) stebimus klimatinius epizodus poledynmečiu susiejo su Grenlandijos ledo kolonėlėse fiksuotais izotopų pokyčiais, kurie apėmė 23–11 tūkst. kal. m. PD laiko intervalą. Grenlandijos ledo kolonėlė buvo suskirstyta į stadialus (GS-1, GS-2) ir interstadialus (GI-1, GI-2), kuriuose išryškėjo šaltieji ir šiltieji klimatiniai įvykiai. Grenlandijos Interstadialas (GI-1) buvo suskirstytas į penkis klimatinius laikotarpius, juose

išryškėjo trys šilti (GI-1a, GI-1c, GI-e) ir du šalti (GI-1b, GI-1d) klimatiniai įvykiai. Tuo tarpu Grenlandijos stadialas buvo padalintas į tris klimatinius įvykius (nuo GS-2a iki GS-2c) su vienu šaltuoju periodu (GS-2b). 2008 metais J. J. Lowe kartu su kitais mokslininkais patikslino šių klimatinių įvykių chronologinės ribas (1 lentelė), taip pat pratęsė laiko intervalą (0–30 tūkst. kal. m. PD) (Lowe ir kt., 2008).

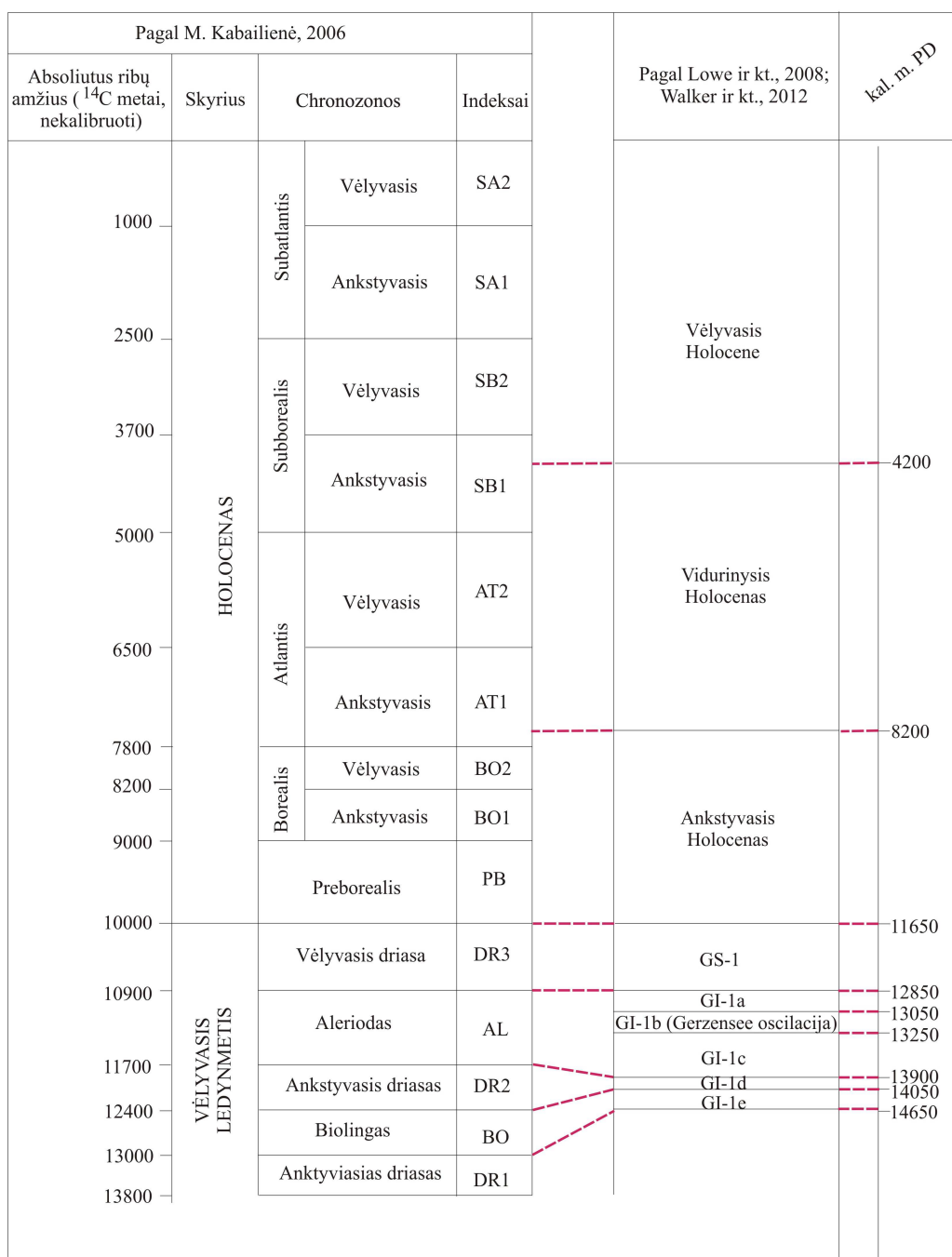
Holoceno laikotarpio skirstymas buvo sudėtingesnis, nes tuo metu vykstantys klimatiniai ar paleaplinkos pokyčiai nebuvo tokie ryškūs kaip vėlyvajame ledynmetyje. INTIMATE grupės mokslininkai atsižvelgdami į Grenlandijos ledo kolonėlėse stebimus pokyčius pasiūlė išvesti dvi ribas tarp ankstyvojo–viduriniojo bei viduriniojo–vėlyvojo Holoceno. Pirma riba buvo išvesta ties 8200 kal. m. PD. Būtent tada buvo stebimas ryškus trumpalaikis pašaltėjimo signalas. Antra riba ties 4200 kal. m. PD nebuvo tokia akivaizdi kaip pirmoji. Trūko tvirtų įrodymų, kad tuo metu vyko gausi gėlo vandens prietaka į Šiaurės Atlantą, nebuvo užfiksuoto CO<sub>2</sub> padidėjimo atmosferoje. Ši riba buvo siejama su klimato sausėjimu, užfiksuotu tuo metu Šiaurės ir Pietų Amerikoje, Kinijoje, Afrikoje, ir Antarktidoje (Walker ir kt., 2012).

1 lentelė. Poledynmečio klimatiniai įvykiai ir chronologinės ribos pagal Lowe ir kt., 2008.

| <b>Klimatinis įvykis</b> | <b>Kalibruoti metai prieš dabartį (kal. m. PD)</b> | <b>Chronozona</b>    |
|--------------------------|--|----------------------|
| <b>GS-1</b>              | ~11 650–12 850                                     | Vėlyvasis driasas    |
| <b>GI-1a</b>             | ~12 850–13 050                                     | Aleriodas            |
| <b>GI-1b</b>             | ~13 050–13 250                                     | Gerzensee oscilacija |
| <b>GI-1c</b>             | ~13 250–13 900                                     | Aleriodas            |
| <b>GI-1d</b>             | ~13 900–14 050                                     | Ankstyvasis driasas  |
| <b>GI-1e</b>             | ~14 050–14 650                                     | Biolingas            |



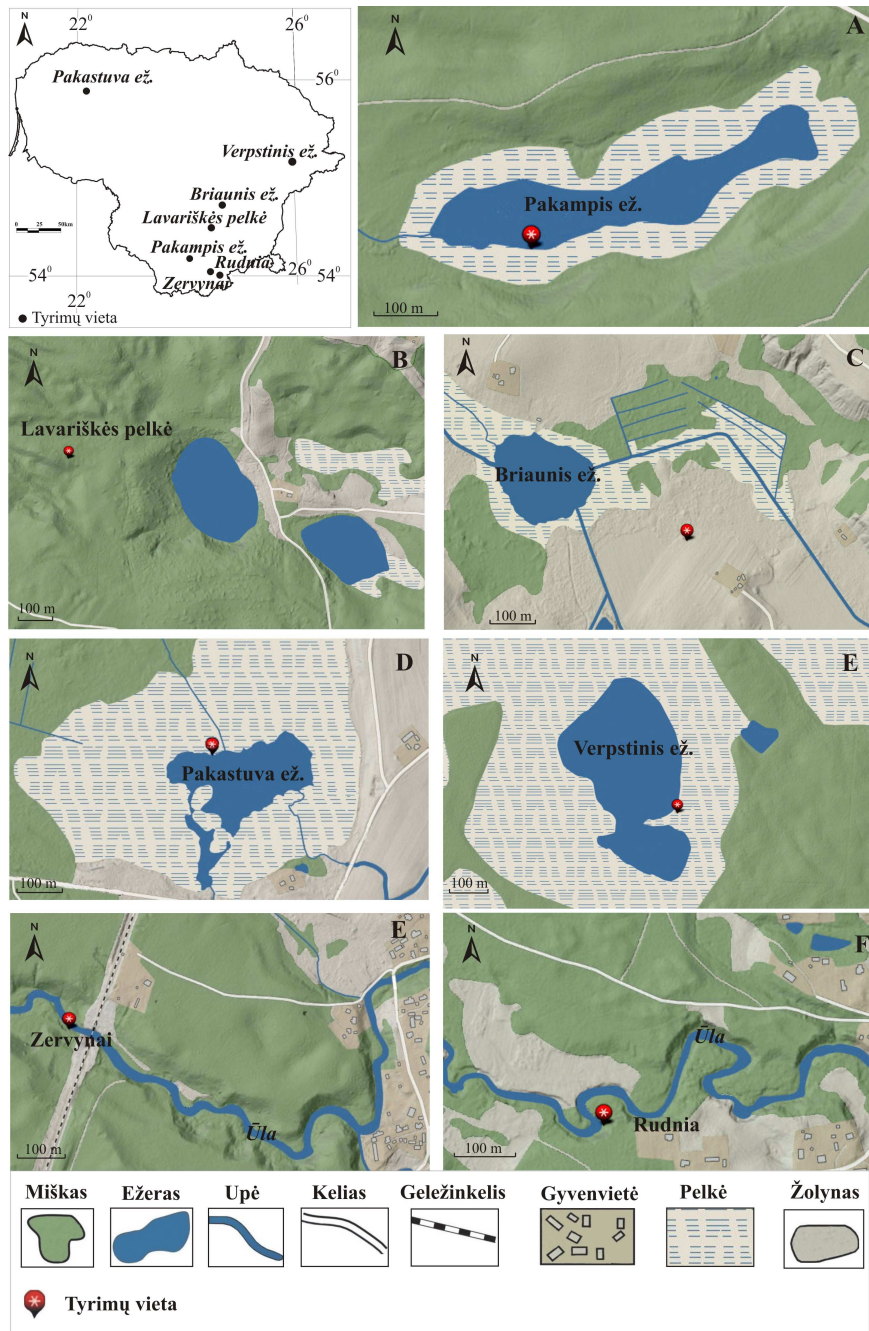
Siekiant tiksliau susieti anksčiau Lietuvoje ir Europoje vykdytus aplinkos tyrimus disertaciniame darbe Lietuvos vėlyvojo ledynmečio ir holoceno stratigrafinė schema (Kabailienė, 2006) buvo sugretinta su Lowe ir kt. (2008) ir Walker ir kt. (2012) pasiūlyta klimatinių įvykių schema, kurią disertacinio darbo autorė naudoja gautų dumenų stratigrafinei interpretacijai (1 pav.).



1 pav. Lietuvos vėlyvojo ledynmečio ir holoceno schemas sugretinimas su Grenlandijos ledo kolonėlėse fiksuotais  $\delta^{18}\text{O}$  izotopų reikšmių pokyčiais.

### 3. TYRIMŲ OBJEKTAI

Tyrimams buvo pasirinkti 7 objektai: keturi ežerai (Briaunis, Verpstinis, Pakampis, Pakastuva) viena pelkė (Lavariškės) bei dviejose Ūlos upės atodangose (Zervynai, Rudniai) atsidengiančios paleobaseinų nuosėdos (2 pav.).



2 pav. Nuosėdų mėginių paėmimo vietos.

Tyrimų objektai išsidėsto Paskutinio apledėjimo fluvio-glacialinių lygumų bei Paskutinio apledėjimo moreninių aukštumų srityse.

Pakampio ežeras ir Zervynų, Rudnios atodangos priklauso Paskutinio (Nemuno) apledėjimo fluvio-glacialinių lygumų sričiai, Pietryčių lygumos geomorfologiniam rajonui. Jis užima dvi galias smėlių pripildytas ledyno plaštakų dubumas, išpraustas tarp Dzūkų aukštumos, Lydos plynaukštės ir Ašmenos aukštumos. Šio rajono paviršių formavo paskutiniojo apledėjimo ledynai ir jų tirpsmo vandenys (Guobytė, 2002). Pakampis ežeras bei Zervynų, Rudnios atodangos plyti Dainavos žemumoje. Tai kelių lygių fluvio-glacialinė zandrinė lyguma, kurios dideli plotai poledynmetyje ir holocene buvo supustyti į kopų masyvus (Guobytė, 2002).

Verpstinio ežeras plyti Paskutinio apledėjimo fluvio-glacialinių lygumų srityje, Šiaurinių lygumos geomorfologiniame rajone (Guobytė 2002). Šis rajonas apima pažemėjimus, esančius tarp Aukštaičių, Švenčionių ir Ašmenos aukštumų. Paskutinio apledėjimo pradžioje šie pažemėjimai buvo užimti ledyno plaštakų. Šiaurinę jų dalį dengė Žeimenos - Neries vidurupio plaštaka, o pietinę - Vilnios plaštaka. Vėliau, joms tirpstant, pažemėjimai prisipildė tirpsmo vandenų klostomų nuosėdų ir pavirto smėlingomis lygumomis (Basalykas, 1965). Lavariškės pelkė ir Briaunio ežeras plyti Paskutiniojo apledėjimo moreninių aukštumų srityje, Dzūkų aukštumos geomorfologiniam rajone (Guobytė, 2002). Rajonas susideda iš moreninių laukų, aukštų tarpliežuvinių moreninių masyvų ir juos skiriančių liežuvinių dubumų (Basalykas, 1965). Pakastuvos ežeras plyti Vidurio Žemaičių aukštumos geomorfologiniame rajone. Šis rajonas apima Žemaičių aukštumos centrinės dalies kalvynus (Vandenskyrinis, Platelių, Telšių, Tverų, Viešvienu) kurie yra Nemuno ir Ventos upių baseinų vandenskyra (Guobytė, 2002; Guobytė, 2004a).

#### 4. GAMTINĖ APLINKA

Gamtinė aplinka suprantama kaip gamtoje funkcionuojanti tarpusavyje susijusių gamtinių komponentų visuma bei juos vienijančios natūralios ir antropogeninės sistemos. Pagrindiniai biotiniai gamtos komponentai yra augmenija ir gyvūnija, abiotiniai - klimatas, dirvožemis, vanduo, reljefas (Bukantis ir kt., 2008). Aplinkos pokyčiams vertinti ypač svarbi augalija, kuri jautriai reaguoja į klimato pokyčius bei žmogaus veiklą. Augalijos sudėties ir kaitos nustatymas leidžia įvertinti gamtinės aplinkos pobūdį. Šiuolaikinė gamtinė aplinka bei jos komponentai yra ypač svarbūs norint suprasti praeityje vykusius aplinkos pokyčius.

##### Klimatas

Lietuvos teritorija yra vidutinių platumų klimato juostos šiaurinėje dalyje. Lietuvoje klimato kontinentalumas didėja iš vakarų į rytus t.y. didėja oro temperatūros metinė ir paros amplitudė, mažėja kritulių, oras sausėja (Bukantis, 1994). Pagal Lietuvos klimatinį rajonavimą tyrimų objektai patenka į Lietuvos Pietryčių aukštumos klimatinio rajono Aukštaičių (Verpstinis) ir Dzūkų parajonį (Lavariškės, Briaunis, Zervynos, Rudnia, Pakampis) bei į Žemaičių klimatinio rajono, Žemaičių aukštumos parajonį (Pakastuva) (2 lentelė).

2 lentelė. Lietuvos klimato rodiklių parodymai (pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenis).

| <b>Rajonai</b>                         | Pietryčių aukštumos |            | Žemaičių           |
|--|---------------------|------------|--------------------|
| <b>Parajoniai</b>                      | Dzūkų               | Aukštaičių | Žemaičių aukštumos |
| Vidutinė metinė oro temperatūra (°C)   | 6,0–6,5             | 5,5–6,0    | 5,5–6,0            |
| Vidutinis metinis kritulių kiekis (mm) | 600–700             | 500–700    | 700–900            |

### **Dirvožemis**

Pagal Lietuvos dirvožemių rajonavimą Dzūkų aukštumoje išsidėstę tyrimų objektai (Briaunis, Lavariškės) patenka į Baltijos aukštumų zonos pietinės dalies priesmėlių ir smėlingų priemolių pasotintųjų ir nepasotintųjų balkšvažemių rajoną. Tuo tarpu tyrimų objektai esantys Dainavos aukštumoje (Zervynos, Rudnia, Pakampis) bei Žeimenos žemumoje (Verpstinis) priklauso Rytų Lietuvos zonai, Rytų Lietuvos smėlžemių rajonui. Žemaičių aukštumoje plytintis tyrimų objektas (Pakastuva) pagal dirvožemio sandaros požymius yra priskiriamas Vakarų Lietuvos dirvožemių zonai, Vidurio Žemaičių aukštumos vakarinės dalies ir Vakarų Kuršo aukštumų priesmėlių ir smėlingų priemolių nepasotintųjų balkšvažemių rajonui (Lietuvos dirvožemiai, 2001).

### **Augalija**

Priklausomai nuo klimatinių sąlygų ir dirvožemio skirtinguose rajonuose formuojasi skirtingos augalų bendrijos.

Pagal floristinę–fitocenologinę rajonavimą Lietuvos teritorija priklauso Vidurio Europos plačialapių ir plačialapių-spygliuočių miškų regiono Centrinės Europos provincijai. Didžioji tyrimų objektų dalis įeina į Baltijos poprovinciją. Tuo tarpu Pietryčių smėlingoji lyguma yra Dainavos (Pietryčių Lietuvos) - Polesės poprovincijoje (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1983). Tyrimų objektuose klesti augmenija, priskiriama Žemaičių aukštumos, Lietuvos šiauryčių lygumos, Pietų Lietuvos aukštumų bei Dainavos lygumos floristiniams-fitocenologiniams rajonams (3 lentelė).

3 lentelė. Tiriamos teritorijos priskyrimas floristiniams–fitocenologiniams rajonams (pagal Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1983).

| Floristinis–fitocenologinis suskirstymas   |  | Tyrimų objektai                             |
|--|--|---|
| <i>Vidurio Europos regionas</i><br>Augalija: plačialapių ir plačialapių–spygliuočių miškai   |  |   |
| <i>Centrinės Europos provincija</i><br>Augalija: ažuolo–skroblo miškai (vakaruose auga bukas, šiaurėje nykstant skroblui atsiranda eglė, pietuose – pušies, pušies–ažuolo miškai). |  |   |
| <i>Baltijos poprovincija</i><br>Augalija: baltmiškinių eglynų (eglynai su ažuolu ir kitais plačialapiais medžiais)   | <i>Žemaičių aukštumos rajonas</i><br>Augalija: kiškiakopūstiniai–mėlyniniai eglynai  | Pakastuvos ežeras                           |
|  | <i>Lietuvos šiaurinių lygumų rajonas</i><br>Augalija: susijusi su Pietų Lietuvos aukštumų (dantažolė, pušynai su didžiąja kelerija) ir Dainavos lygumų (pievos su paprastąja gvaizde, smėlynuose šepetuko su pavasarinio kežiu bendrijos) būdingomis augalų bendrijomis. | Verpstinio ežeras                           |
|  | <i>Pietų Lietuvos aukštumų rajonas</i><br>Augalija: plačialapiai miškai, pušynai su rytinės Centrinės Europos endemu didžiąja kelerija ir smėliniu eraičinu; pušynų, pamiškių, tyrulių bei šlaitų bendrijos su kalniniais reliktais ir termofilinėmis rūšimis.           | Lavariškės pelkė, Briaunio ežeras           |
| <i>Dainavos–Polesės poprovincija</i><br>Augalija: termofilinių pušies ir pušies–ažuolo miškai  | <i>Dainavos lygumų rajonas</i><br>Augalija: termofiliniai kerpšiliai bei pušų retmiškiai su šilumamėgiais smėlynų augalais.  | Pakampio ežeras, Atodangos: Zervynų, Rudnia |

## 5. TYRIMŲ METODAI

### 5.1. Gręžimas ir nuosėdų mėginių ėmimas

Lauko tyrimų metu mėginiai buvo imami iš nuosėdų (Briaunio, Verpstinio, Pakampio, Pakastuvos ežeruose ir Lavariškės pelkėje) pakeltų gręžto pagalba bei iš atodangų sienelių (Rudnios ir Zervynų atodangose) (4 lentelė). Nuosėdų stulpeliai iš storymių paimti rankiniu „Rusišku“ gręžtu, kurio kamera yra 1 m ilgio ir 5 cm skersmens. Atodangose mėginiai paimti išpjaunant nuosėdų monolitus sienelėje. Tyrimo vietoje įvertinus vizualiai buvo aprašyta nuosėdų litologija, spalva, homogeniškumas, apibūdinti sluoksnių kontaktai bei kitos savybės. Nuosėdos paimtos 2–5 cm intervalais augalų makroliekanų analizei ir datavimui ( $^{14}\text{C}$ , AMS), bei 2 cm intervalais - sporų-žiedadulkių, izotopiniams ( $\delta^{18}\text{O}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$ ), litologiniams (LOI) tyrimams. Mėginiai buvo supakuoti į plastikinius maišelius su metrika (tyrimų vieta, mėginio numeris, gylis bei analizės tipas).

4 lentelė. Tirti objektai ir ištirtų pavyzdžių skaičius.

| Nr.    | Tyrimų objektas | Koordinatės                    | Tyrimų rūšys ir ištirtų pavyzdžių skaičius |                          |                       |   |   | Nuosėdų storis, cm |
|--------|-----------------|--------------------------------|--|--------------------------|-----------------------|---|---|--------------------|
|        |                 |                                | Sporų-žiedadulkių                          | Augalų makro-<br>liekanų | Litologiniai<br>(LOI) | Radioaktyviosios<br>anglies ( $^{14}\text{C}$ ,<br>AMS) | Izotopiniai<br>( $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^{13}\text{C}$ ) |                    |
| 1      | 2               | 3                              | 4  | 5                        | 6                     | 7   | 8   | 9                  |
| Ežerai |                 |                                |  |                          |                       |   |   |                    |
| 1.     | Briaunis        | 54°43'06"N<br>24°36'20"E       | 42   | 150                      | 46                    | 8   | -   | 800                |
| 2.     | Verpstinis      | 55°11'38,2"N<br>25°52'26,9"E   | 35   | 113                      | 120                   | 6   | -   | 600                |
| 3.     | Pakampis        | 54°11'01,29"N<br>24°08'24,30"E | 45   | 204                      | 190                   | 4   | -   | 950                |

4 lentelės tęsinys

| 1         | 2          | 3                            | 4  | 5   | 6  | 7 | 8  | 9    |
|-----------|------------|------------------------------|----|-----|----|---|----|------|
| Ežerai    |            |                              |    |     |    |   |    |      |
| 4.        | Pakastuva  | 56°4'13,23"N<br>21°51'6,63"E | 48 | 108 | -  | 5 | -  | 630  |
| Pelkė     |            |                              |    |     |    |   |    |      |
| 5.        | Lavariškės | 54°37'4,60"N<br>24°30'9,65"E | 74 | 170 | -  | 5 | -  | 1000 |
| Atodangos |            |                              |    |     |    |   |    |      |
| 6.        | Zervynos   | 54°06'30"N<br>24°29'08"E     | 89 | 34  | 89 | 5 | 58 | 177  |
| 7.        | Rudnia     | 54°04'07,9"N<br>24°39'35,4"E | 39 | 34  | 39 | 4 | -  | 77   |

## 5.2. Augalų makroliekanų tyrimai

Augalų makroliekanų analizė yra vienas iš paleobotaninių tyrimo metodų. Šio metodo esmė yra augalų makroliekanų, išlikusių nuosėdose tyrimai. Šių tyrimų objektas yra aukštesniųjų augalų sėklos, vaisiai, kankorėžiai, stiebų dalys, medienos fragmentai ir kitos augalų liekanos. Augalų makroliekanų dydis svyruoja nuo 0,2–2 mm iki stambių medžio gabalėlių, dažniausia matomų plika akimi (Birks, 2007).

Augalų makroliekanų tyrimai gali būti pritaikomi ne visų tipų nuosėdoms tirti. Norint efektyviai taikyti šį metodą, pradžioje svarbu tinkamai parinkti tyrimo medžiagą. Didžiausia tikimybė aptikti augalų makroliekanus yra organinės kilmės nuosėdose (durpėse, gitijoje). Disertacinio darbo autorė augalų makroliekanų analizės metodą naudojo tiriant ežerų bei pelkių nuosėdas.

Augalų liekanos suteikia vertingos informacijos apie praeitę augaliją, pagal kurią sprendžiama apie buvusią gamtinę aplinką, jos pokyčius tam tikrais geologiniais laikotarpiais.



### **Augalų makroliekanų tyrimų metodo privalumai**

1. Augalų makroliekanos pasižymi stabiliais morfologiniais požymiais, turi aiškius diagnostinius požymius, todėl dažniausia apibūdinamos iki rūšies lygmens, o tai leidžia atlikti tikslesnes paleoaplinkos rekonstrukciją (Birks, Birks 2000; Birks, 2007; Birks, 2008).

2. Augalų makroliekanos dažniausia nepasklinda toli nuo savo motininio augalo (Birks, 2007), pernešimo atstumai nėra dideli dėl makroliekanų dydžio/svorio, todėl gauti duomenys charakterizuoja vietinės augalijos sudėtį ir jos pokyčius.

3. Nuosėdose dažnai išlieka tų augalų makroliekanos, kurie produkuoja nedaug žiedadulkių arba jos yra trapios ir neišlieka nuosėdose (*Populus*, *Najas flexilis*, *Juncus* spp.), todėl augalų makroliekanų duomenys padeda tiksliau interpretuoti žiedadulkių tyrimų rezultatus (Birks, Birks, 1980). Abu minėti metodai papildo vienas kitą, atsiranda galimybė atlikti tikslesnes buvusios augalijos rekonstrukcijas.

4. Augalų makroliekanų analizė gali būti naudojama įvairių pelobaseino charakteristikų rekonstrukcijai, pvz. nustatant vandens lygio svyravimus, nes makrofitai gana jautriai reaguoja į vandens lygio pokyčius, pH, trofiškumą (Hannon, Gaillard, 1997; Lotter, 1999; Birks, Wright, 2000; Punning ir kt., 2003; Väiliranta ir kt., 2005).

5. Sausumos augalų makroliekanos (sėklos, vaisiai, kankorėžiai) yra vertinga medžiaga, tinkanti atlikti datavimus (ypač AMS metodu).

### **Augalų makroliekanų tyrimų metodo trūkumai**

1. Kai kurios smulkiosios sėklos dėl gležnos savo struktūros (Ericaceae, Poaceae) retai išlieka nuosėdose (Lowe, Walker, 1997).

2. Augalai produkuoja mažiau vaisių ir sėklų negu žiedadulkių, todėl jų į nuosėdas patenka mažiau ir taip galima prarasti dalį vertingos informacijos (Birks, 2001).

3. Kai kurių šeimų augalų liekanos stokoja diagnostinių požymių. Šis trūkumas neleidžia jų apibūdinti iki rūšies, pvz. Poaceae (Kisielienė, 2002).

### **Laboratorinis mėginių paruošimas**

Lauko tyrimų metu paimti mėginiai tolimesnei analizei buvo ruošami laboratorijos sąlygoms. Laboratorijoje apskaičiuotas paimtų nuosėdų tūris ir mėginiai paruošti plovimui. Jeigu nuosėdos labai kompaktiškos, sunkiai plaunamos, jos kurį laiką paliekamos mirkomos vandenyje arba silpname sodos tirpale (į vandenį įdedama 2g/l kalcinuotos ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ar geriamos ( $\text{NaHCO}_3$ ) sodos). Esant būtinybei galima nuosėdas pavirinti silpname sodos tirpale. Nuosėdoms suminkštėjus, jos yra šiltu vandeniu atsargiai plaunamos tekančiu vandeniu per 0,2 mm tankumo sieta. Plaunant nuosėdas šiltu vandeniu jos lengviau restruktūrizuojasi. Išplovus smulkios frakcijos mineralines bei suirusios organikos daleles, ant sieto likusi medžiaga perkeliama į indėlius ir užpilama distiliuotu vandeniu. Taip paruošti mėginiai gali būti saugomi šaldytuve bei naudojami sekančiam etapui - mikroskopinei analizei.

### **Mikroskopinė analizė**

Mikroskopinės analizės metu, medžiaga iš indėlių yra perkeliama į Petri lėkštelę, kur įlašinama distiliuoto vandens, kad detritas geriau pasklistų po lėkštelės paviršių. Toks mėginys perkeliamas po binokuliariniu stereomikroskopu ir nuosekliai peržiūrimas naudojant 10–100x padidinimą. Aptiktos augalų makroliekanos pinceto pagalba yra atsargiai išrenkamos ir apibūdinamos. Apibūdinimui autorė naudojosi Beijerinck (1947), Cappers ir kt. (2006) ir Grigo (1986) atlasais bei palyginamąja šiuolaikinių augalų kolekciją. Apibūdintos makroliekanos suskaičiuojamos, gauti duomenys perskaičiuojami vieningam tūrio vienetui ( $\text{cm}^3$ ), kad juos galima būtų lyginti tarpusavyje.

## **Duomenų apdorojimas bei vizualizacija**

Duomenų analizei bei vizualizacijai pasitelktos kompiuterinės programos *Tilia* (2 versija), *Tilia graph* (2,0 5b versija) (Grimm, 1992) ir CorelDRAW 7. Remiantis klasterine analize (CONISS) (Grimm, 1987) makrofloros kompleksai suskirstyti į stambias vietines makroliekanų zonas (VMZ). Rezultatai diagramose pateikiami absoliučiais skaičiais ir vaizduojami histogramų pavidalu arba ženklais. Pluso ženklas (+) diagramoje nurodo makroliekanų gausą mėginyje (+ atitinka 1–5, ++ atitinka 5–10, +++ atitinka >10 vienetų). Šalia identifikuotų augalų pavadinimų naudojami sutrumpinimai rodo rastų liekanų tipą (v.-vaisiai, s.- sėklos, ep.- epidermis, žv.-žvynas, spy.- spyglis, ed.-endokarpis, lp.-lapelis, k.-kankorėžis, oo.- oosporos, st.-stiebelis, sb.- statoblastas). Apibūdintos rūšys priskirtos šioms augalų gyvenimo formoms: medžiai ir žoliniai augalai, o pastarieji dar sugrupuoti į ekologines grupes: vandens augalai, pelkėtų vietų ir pakrančių augalai bei kseromezofitai. Žolinių augalų taksonai, kurie neapibūdinti iki rūšies nepriskirti jokiai ekologinei grupei.

Remiantis nuosėdose aptiktomis augalų makroliekanomis buvo išskirti augalų paleobendrijų kompleksai. Augalų bendrijos susidarymą dažniausia sąlygoja ekologinės sąlygos bei rūšių tarpusavio sąveika. Šių bendrijų išskyrimas yra svarbus norint suprasti praeityje egzistavusių buveinių tipą, vyravusias ekologines sąlygas šiose buveinėse. Tam tikslui pasiekti pasiremta šiuolaikinių augalų bendrijų aprašymais (1 priedas). Naudojantis augalijos klasių pažinimo lentele ir vadovaujantis jose nurodytomis kiekvienai buveinei charakteringomis rūšimis, identifikuotos iki rūšies rango augalų makroliekanos buvo sutapatinamos su šiuolaikinių bendrijų charakteringomis rūšimis. Vadovaujantis charakteringomis rūšimis, kurios yra paprastai sutelktos ar bent optimaliai auga tik vieno tipo bendrijose (Tupčiauskaitė, 2012), buvo identifikuoti augalų paleobendrijų kompleksai.

Siekiant įvertinti paeoloaplinkos ekologines sąlygas tirtuose nuosėdų pjūviuose (vietose) buvo naudojama Vidurio Europos augalijai sudaryta Ellenbergo skalė (2 priedas) (Ellenberg ir kt., 1991). Pagal makroliekanas

apibūdintų augalų aplinkos sąlygų vertinimui pasiremta 5 pagrindiniais ekologiniais rodikliais, kuriuos galima suskirstyti į klimato (šviesa, temperatūra) ir vietinius (dirvožemio drėgme, pH reakcija, azotingumas) rodiklius. Augalų tolerancija kiekvienam rodikliui įvertinta skaitmenimis arba simboliais. Šviesos, temperatūros, pH reakcijos, azotingumo rodikliai įvertinti devyniais skaitmenimis, o drėgmės rodiklis – dvylika, kur 1 reiškia mažiausią, o 9 ir 12 didžiausią ekologinio rodiklio tolerancijos mastą. Lentelėse pateikiamas kiekvieno ekologinio rodiklio verčių vidurkis (neįskaičiuojant x vertės, kuri rodo neišreikštą augalo toleranciją tam tikram veiksniiui) vandens ir sausumos buveinėms. Ši sistema leidžia charakterizuoti ne tik augalų rūšių, bet ir ištisu bendrijų, o tuo pačiu buveiniu aplinkos sąlygas (Ulevičius, Tupčiauskaitė, 2013).

Disertaciniame darbe identifikuotų augalų nomenklatūra pateikta pagal Gudžinską (1999).

### **5.3. Kiti pritaikyti tyrimo metodai**

#### **5.3.1. Nuosėdų medžiaginės sudėties tyrimai (Loss-on-ignition arba LOI)**

Paleobasėnų sedimentacijos sąlygų vertinimui atskirais poledynmečio etapais pasitelkti nuosėdų medžiaginės sudėties tyrimai (LOI). Šie tyrimai buvo atlikti pagal standartinę metodiką aprašytą Heiri ir kt. (2001).

Analizei paimti 5g nuosėdų mėginiai 24 valandas buvo džiovinami 105°C temperatūroje, po to 4 valandas nuosėdos kaitinamos 550°C temperatūroje, kad nustatyti organinės sudedamosios kiekį. Vėliau mėginys deginamas 900°C temperatūroje 4 valandas. Pastarojo etapo metu sudega nuosėdose buvę karbonatai, likusi medžiagos dalis - tai terigeninės medžiagos dedamoji. Po kiekvieno deginimo mėginiai buvo sveriami. Nustačius nuosėdas sudarančių organinės, karbonatinės (CaCO<sub>3</sub>) bei terigeninės frakcijos sudedamųjų kiekį buvo apskaičiuotas jų tarpusavio santykis.

Gauti tyrimų rezultatai leidžia spręsti apie nuosėdų kaupimosi metu vyravusias paleoekologines-sedimentacines sąlygas vandens baseino

aplinkoje, t.y., erozijos procesus, klimato svyravimus, paviršaus dangos pobūdį.

### **5.3.2. Palinologiniai (sporų-žiedadulkių) tyrimai**

Palinologiniai tyrimai yra reikšmingi atkuriant regioninę augalijos sudėtį bei jos kaitą poledynmečiu. Be to augalų makroliekanų ir palinologinis metodai puikiai kontroliuoja ir papildo vienas kitą, todėl interpretuojant tiek vienu, tiek kitu metodu gautus duomenis, galima padaryti patikimesnes išvadas. Pavyzdžiai palinologiniams tyrimams buvo paruošti Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos instituto Kvartero tyrimų laboratorijoje. Žiedadulkėms išskirti buvo taikyti separacinis V. Gričiuko (Grichuk, 1940) ir acetolizinis G. Erdmano (Erdtman, 1936) metodai. Žiedadulkių ir sporų koncentracijai nuosėdose apskaičiuoti naudotos *Lycopodium clavatum* sporos. Žiedadulkės ir sporos tirtos biologiniu mikroskopu, naudojant 400 x padidinimą. Kiekviename mėginyje suskaičiuota 500 sausumoje augusių augalų žiedadulkių. Žiedadulkių ir sporų diagramoje pateikiamas procentinis kiekvieno identifikuoto taksono kiekis. Tyrimų rezultatus vaizduojančios diagramos sudarytos naudojant kompiuterines programas TILIA (2 versija), TILIA GRAPH (2.0 5b versija) (Grimm, 1992) ir CorelDRAW 7. Išanalizuoti mėginiai buvo sugrupuojami į vietines žiedadulkių zonas (VŽZ) naudojant stratigrafinę klasterinę analizę (CONISS) (Grimm, 1987). Žiedadulkėms apibūdinti buvo naudojami Fægri ir Iversen'o (1989) bei Moore ir kt. (1991) žiedadulkių atlasai. Sporos identifikuotos pagal Moe (1974) atlasą.

### **5.3.4. Radioaktyviosios anglies ( $^{14}\text{C}$ , AMS) tyrimai**

Radioaktyviosios anglies ( $^{14}\text{C}$ , AMS) tyrimai buvo naudojami siekiant nustatyti tiriamų objektų nuosėdų amžių bei sudaryti nepriklausomas chronologines skales.

Atrinktų mėginių nuosėdų absoliutus amžius nustatytas radioaktyviosios anglies ( $^{14}\text{C}$ ) metodu Gamtos tyrimų centro, Geologijos ir Geografijos instituto, Branduolinės geofizikos ir radioekologijos laboratorijoje

(laboratoriniai numeriai Vs-), Kijevo Radiokarbono laboratorijoje (laboratoriniai numeriai Ki-), Floridos (Beta Analytics) Radiokarbono laboratorijoje (laboratoriniai numeriai Beta-) bei AMS (greitintuvų masės spektrometrija, angl. Accelerator Mass Spectrometry) metodu Poznanės Radiokarbono laboratorijoje (laboratoriniai numeriai Poz-). Datų kalibravimui panaudota OxCal v3.10 programa (Bronk Ramsey, 2001) bei IntCal2009 kalibracijos kreivė (Reimer ir kt., 2013). Chronologinės skalės bei indikuotas amžius pateikiami kalibruotais metais prieš dabartį (kal. m. PD).

### **5.3.5. Izotopiniai ( $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^{13}\text{C}$ ) tyrimai**

Izotopiniai ( $\delta^{18}\text{O}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$ ) tyrimai naudojami paleoaplinkos tyrimuose leidžia tiksliau fiksuoti klimatinės sąlygas, t. y., temperatūros bei drėgmės pokyčius, bei jų įtaką poledynmečio augalijos formavime .

Tyrimai buvo atlikti Fizinių ir technologinių mokslų centre. Matavimus atliko doktorantė Raminta Skipitytė. Stabiliųjų deguonies ir anglies izotopų santykis nustatytas karbonatinėje medžiagoje, pagal Debajoti ir Skrzypek (2007) metodiką. Disertaciniame darbe gauti izotopiniai duomenys susieti su Grenlandijos ledo kolonėlėse gautais izotopiniais duomenimis (NGRIP) (Andersen ir kt., 2004). Užfiksuoti parametrų kaitos pokyčiai leido įvertinti jų chronologines ribas, atlikti tirtų pjūvių koreliaciją.

## 6. TYRIMŲ REZULTATAI

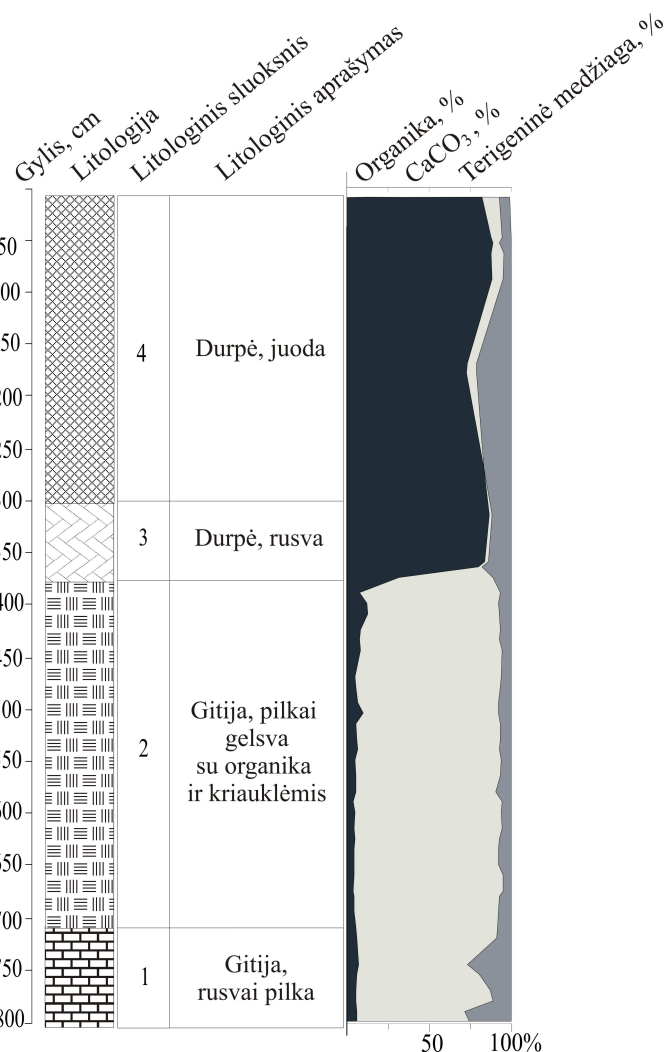
### BRIAUNIO EŽERO NUOSĖDŲ TYRIMAI

Tyrimai buvo atlikti Briaunio ežero rytinėje pakrantėje (54°43'06"N, 24°36'20"E) (Elektrėnų savivaldybė) išgręžtame nuosėdų pjūvyje. Ežeras yra 3.1 ha ploto ir telkšo 102 m aukštyje virš jūros lygio. Nuosėdų mėginiai augalų makroliekanų tyrimams, radioaktyviosios anglies datavimui buvo paimti kas 5 cm, sporų ir žiedadulkių bei litologiniams tyrimams - kas 2 cm.

#### Litologiniai tyrimai

Briaunio paleobaseino storumę sudaro biogeninės (durpė) bei limninės kilmės nuosėdos (gitija).

Baseino nuosėdų apatinėje dalyje (718–800 cm) vyrauja karbonatai (80–86,76%) su organikos (5,21–7,05%) ir terigeninės medžiagos (8,82–28,06%) priemaiša. Aukščiau slūgsančiose (373–718 cm) nuosėdose organikos kiekis padidėja iki 3,94–31,56%, tuo tarpu karbonatų sudedamoji siekia 57,15–91,16%. Nuo 373 cm gylio pradeda kauptis durpės. Nuosėdose sumažėja karbonatų (0–8,47%) išauga organikos kiekis (72,81–88,79%) (3 pav.).



3 pav. Braunio ežero nuosėdų pjūvio litoliginė sudėtis.

## Augalų makroliekanų tyrimai

Briaunio ežero nuosėdų pjūviuose atlikus 150 mėginių tyrimus nustatytos 50 taksonų priklausančios makroliekanos, iš jų 31 apibūdintas iki rūšies, 19 iki genties lygmens. Medžių grupėje nustatyti 4 taksonai, vandens augalų grupėje - 11 taksonų, pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje - 29 taksonai, kseromezofitų grupėje - 6 taksonai. Išanalizuoto pjūvio makrofloros kompleksas suskirstytas į keturias ( $B_{M-1}$  –  $B_{M-4}$ ) stambias vietines makroliekanų zonas (VMZ) (5 lentelė, 4 pav.).

5 lentelė. Briaunio ežero nuosėdų vietinės makroliekanų zonos (VMZ).

| VMZ       | Gylis (cm) | VMZ aprašymas   |
|-----------|------------|---|
| 1         | 2          | 3   |
| $B_{M-1}$ | 575–800    | Zonoje vyrauja vandens augalai. <i>Chara</i> sp. oosporų gausu apatinėje intervalo dalyje (780–800 cm gylyje), tačiau aukščiau nuosėdų pjūvyje (575–780 cm gylyje) jų kiekis ženkliai sumažėja, pradeda vyrauti kitos vandens augalų rūšys: <i>Nymphaea alba</i> , <i>Najas marina</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Potamogeton natans</i> . Ežero pakrantėse augo <i>Schoenoplectus lacustris</i> , o krantai buvo apaugę beržais. Nustatytos <i>Picea</i> sp. liekanos.   |
| $B_{M-2}$ | 330–575    | Floros sudėtis vandens baseine mažai keičiasi. Vyrauja tos pačios vandens augalų rūšys kaip ir $B_{M-1}$ zonoje, tačiau gausiau aptinkamos <i>Nymphaea alba</i> ir <i>Najas marina</i> . Šalia anksčiau nustatytų vandens augalų pasirodo <i>Myriophyllum verticillatum</i> , <i>Potamogeton perfoliatus</i> , bei nedideli kiekiai <i>Lemna trisulca</i> . Šioje zonoje pastebimas pelkėtų vietų ir pakrančių augalų skaičiaus augimas. Ypač gausiai aptikta <i>Schoenoplectus lacustris</i> bei <i>Carex</i> sp. liekanų. Pasirodo pavieniai <i>Cladium mariscus</i> vaisiai. Zonoje gausu medžių makroliekanų, tarp kurių vyrauja ežero pakrantėse augę <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> ir <i>Alnus glutinosa</i> . |
| $B_{M-3}$ | 200–330    | Vyrauja pelkėtų vietų ir pakrančių augalai, tarp kurių didesni kiekiai nustatyti <i>Scirpus sylvaticus</i> , <i>Carex</i> sp., <i>Ranunculus sceleratus</i> bei <i>Menyanthes trifoliata</i> . Kseromezofitų grupėje gausiausia nitrofilinė rūšis <i>Urtica dioica</i> . Iš vandens augalų nustatytos tik <i>Lemna trisulca</i> sėklos. Aptikti nedideli kiekiai alksnio ir beržio makroliekanų.  |



5 lentelės tęsinys

| 1                | 2     | 3   |
|------------------|-------|---|
| B <sub>M-4</sub> | 5–200 | <p>Nebeaptinkama vandens augalų. Šioje zonoje išivyrėja pelkėtų vietų ir pakrančių augalai, padidėja jų rūšinė įvairovė. Tarp jų gausiausi <i>Scirpus sylvaticus</i>, <i>Ranunculus sceleratus</i>, <i>Menyanthes trifoliata</i> bei <i>Carex</i> sp. radiniai. Lyginant su B<sub>M-3</sub> zona, gausesnės ir medžių liekanos (alksnių ir beržų). Zonoje aptinkama daugiau augalų augančių sausesnėse augimvietėse tai <i>Rumex crispus</i>, <i>Hypericum perforatum</i>, <i>Fragaria vesca</i>, <i>Urtica dioica</i>.</p> |



### Radiokarboniniai tyrimai

Briaunio ežero buvo datuoti aštuoni nuosėdų mėginiai (6 lentelė). Gautos datos nuosėdų pjūvyje išsidėsto nuosekliai. Remiantis radiokarboninio datavimo duomenimis gitija pradėjo kauptis holoceno pradžioje apie 9600 kal. m. PD. Po 71600–6730 kal. m. PD paleobaseine pradėjo kauptis durpė. Nuosėdų sedimentacija vyko viso holoceno laikotarpiu.

6 lentelė. Briaunio ežero nuosėdų radiokarboninės datos.

| Nr. | Gylis (cm) | Nekalibruotas amžius (m. PD) | Kalibruotas amžius (68.2%) (kal. m. PD) | Lab. indeksas | Datuota medžiaga       |
|-----|------------|------------------------------|---|---------------|------------------------|
| 1   | 155–160    | 2760±50                      | 2886–2786                               | Vs-2384       | BOA                    |
| 2   | 205–210    | 3235±65                      | 3485–3385                               | Vs-2277       | BOA                    |
| 3   | 260–265    | 5100±60                      | 5828–5750                               | Vs-2385       | BOA                    |
| 4   | 335–340    | 6040±120                     | 7160–6730                               | Vs-1909       | BOA                    |
| 5   | 350–355    | 6090±120                     | 7160–6800                               | Vs-1908       | BOA                    |
| 6   | 390–395    | 6510±220                     | 7595–7235                               | Vs-2278       | BOA                    |
| 7   | 525–530    | 7920±40                      | 8750–8740                               | Beta-351991   | <i>Alnus</i> sp. sėkla |
| 8   | 770–780    | 8600±470                     | 10250–8950                              | Vs-1914       | BOA                    |

## VERPSTINIO EŽERO NUOSĖDŲ TYRIMAI

Verpstinio ežeras (55°11'38,2"N; 25°52'26,9"E) yra Labanoro regioninio parko teritorijoje, 156 m aukštyje virš jūros lygio. Jo plotas siekia 11 ha. Grėžinys išgręžtas uždurpėjusiam rytiniame ežero krante. Mėginiai augalų makroliekanų analizei buvo imami kas 4 cm, radioaktyvios anglies datavimui bei litologiniams tyrimams kas 2 cm.

### Litologiniai tyrimai

Baseino nuosėdų storumę sudaro biogeninės (durpė) bei limninės kilmės nuosėdos (gitija). Pjūvio apatinėje dalyje (600–571 cm gylyje) vyrauja terigeninė medžiaga (12,96–55,85%) su organinikos (41,84–87,04%) ir karbonatų (0–2,99%)

priemaiša. Aukščiau

slūgsančiose nuosėdose

(571–140 cm gylyje)

organinė medžiaga yra

pagrindinė sudedamoji

(siekia 95,16–98,18%),

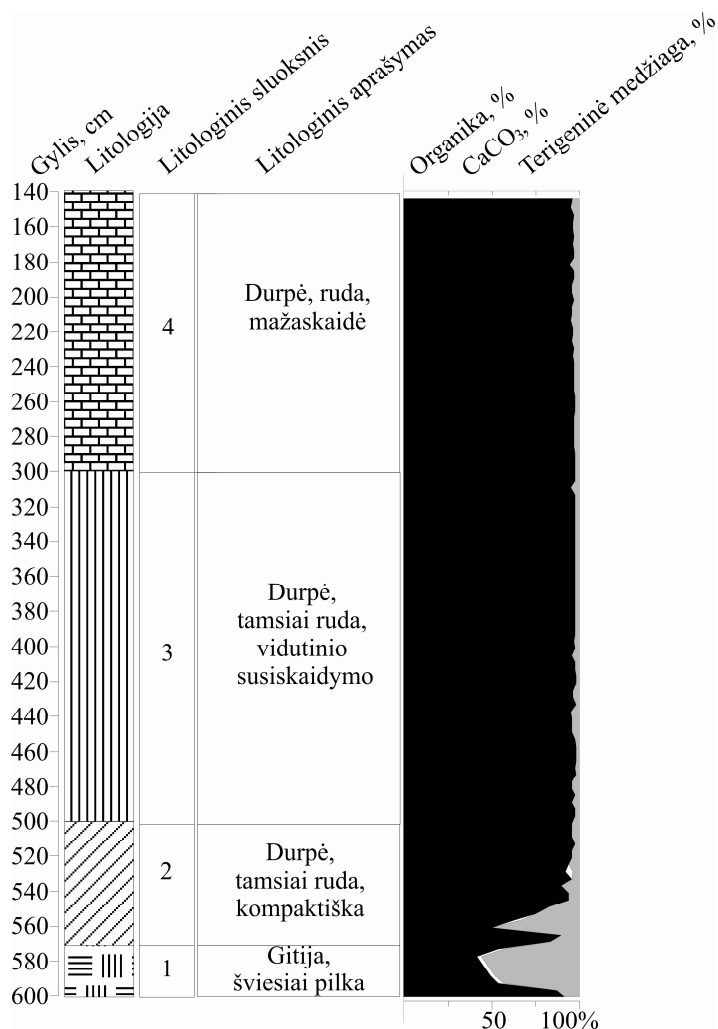
terigeninės medžiagos

kiekiai yra nežymūs (1,75–

5,56%), karbonatų kiekio

pikas užfiksuotas tik 555 cm

ir 527 cm gylyje (5 pav.)



5 pav. Verpstinio ežero nuosėdų pjūvio litologinė sudėtis.

## Augalų makroliekanų tyrimai

Buvo ištirti 113 nuosėdų mėginiai iš Verpstinio ežero grėžinio. Nuosėdų pjūvyje nustatytos 39 taksonams priklausančios makroliekanos, iš jų 25 apibūdintos iki rūšies, 10 - iki genties, 4 - iki šeimos lygmens. Medžių grupėje nustatyti 2 taksonai, vandens augalų grupėje - 11 taksonų, pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje - 26 taksonai, kitų augalų grupėje - 6 taksonai. Išanalizuoto pjūvio makrofloros kompleksas suskirstytas į šešias ( $V_{M-1}$  –  $V_{M-6}$ ) stambias vietines augalų makroliekanų zonas (VMZ) (7 lentelė, 6 pav.).

7 lentelė. Verpstinio ežero nuosėdų vietinės augalų makroliekanų zonos (VMZ).

| VMZ       | Gylis (cm) | VMZ aprašymas  |
|-----------|------------|--|
| 1         | 2          | 3  |
| $V_{M-1}$ | 570–600    | Paleofloros sudėtis vandens baseine skurdi. Ši zona pasižymi <i>Chara</i> sp. oosporų gausa. Aptikti nedideli kiekiai beržo makroliekanų   |
| $V_{M-2}$ | 425–570    | Aukščiau slūgsančiose nuosėdose (506–570 cm gylyje) <i>Chara</i> oosporų kiekis ženkliai sumažėja, vėliau, 502 cm gilyje jos visiškai išnyksta, pradeda vyrauti kitos vandens augalų rūšys: <i>Potamogeton</i> sp., <i>P. natans</i> , <i>P. coloratus</i> , <i>P. pusillus</i> , <i>Nymphaea alba</i> , <i>Najas flexilis</i> . Šioje zonoje pradeda dominuoti pelkėtų vietų ir pakrančių augalai, padidėja jų rūšinė įvairovė. Tarp jų gausiausi <i>Carex</i> sp., <i>C. elata</i> , <i>Lycopus europaeus</i> , <i>Persicaria lapathifolia</i> , <i>P. maculosa</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> bei <i>Urtica dioica</i> radiniai. Šioje zonoje gausu medžių makroliekanų ( <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> , <i>Pinus</i> sp., <i>Picea</i> sp.). |
| $V_{M-3}$ | 306–425    | Zonoje vyrauja pelkėtų vietų ir pakrančių augalai, bet jų rūšinė įvairovė lyginant su $V_{M-2}$ zona ženkliai sumažėja. Šioje zonoje gausu viksvinių augalų, ypač <i>Carex elata</i> liekanų. Vandens augalų kiekis sumažėja, o vėliau 350 cm gylyje jie visiškai išnyksta. Medžių rūšinė sudėtis nesikeičia. Apylinkėse vis dar augo spygliuočių-lapuočių miškai.   |

7 lentelės tęsinys

| 1                | 2       | 3   |
|------------------|---------|---|
| V <sub>M-4</sub> | 237–306 | Zonoje nebeaptinkama vandens augalų. Vyrauja viksviniai ( <i>Carex</i> sp., <i>C. elata</i> , <i>C. lasiocarpa</i> ). Be pastarųjų augalų plito <i>M. trifoliata</i> , <i>Andromeda polifolia</i> bei <i>Oxycoccus</i> sp. Vandens baseino apylinkėse augo beržai ( <i>Betula sect. Albae</i> ) su spygliuočių priemaiša. |
| V <sub>M-5</sub> | 202–237 | Šioje zonoje išauga pelkėtoms vietoms būdingų augalų skaičius ( <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Oxycoccus</i> sp., <i>Rhynchospora alba</i> ). Tuo tarpu viksvų kiekis išlieka nepakitęs.   |
| V <sub>M-6</sub> | 142–202 | Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje gausiausia rūšis <i>A. polifolia</i> , tuo tarpu kitų augalų kiekis, ypač viksvų, lyginant su V <sub>M-5</sub> zona ženkliai sumažėja. Aptikti nedideli kiekiai beržo ir eglės makroliekanų.  |



### **Radiokarboniniai tyrimai**

Verpstinio ežere buvo datuoti šeši nuosėdų mėginiai (8 lentelė). Tyrimų metu gautos datos išsidėsto nuosekliai. Nuosėdų kaupimasis nepertraukiamai tęsiasi nuo holoceno pradžios. Datuotos nuosėdos apėmė 11095–1705 kal. m. PD laiko intervalą. Ankstyvojo holoceno pradžioje Verpstinio ežere kaupėsi gitija. Šio sluoksnio formavimas vyko 11095–10720 kal. m. PD. 10830–10135 kal. m. PD tyrimų vietoje pradėjo kauptis durpė. Remiantis biostratigrafinių tyrimų rezultatais nuosėdos paleobaseine galėjo pradėti kauptis jau vėlyvajame ledynmetyje (Gaidamavičius ir kt., 2011).

8 lentelė. Verpstinio ežero nuosėdų radiokarboninės datos.

| <b>Nr.</b> | <b>Gylis (cm)</b> | <b>Nekalibruotas amžius (m. PD)</b> | <b>Kalibruotas amžius (68.2%) (kal. m. PD)</b> | <b>Lab. indeksas</b> | <b>Datuota medžiaga</b> |
|------------|-------------------|-------------------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| 1          | 188–190           | 1905±120                            | 1990–1705                                      | Vs-2263              | BOA                     |
| 2          | 256–258           | 2935±90                             | 3215–2960                                      | Vs-2264              | BOA                     |
| 3          | 328–330           | 4335±90                             | 5050–4825                                      | Vs-2265              | BOA                     |
| 4          | 424–426           | 7315±90                             | 8200–8015                                      | Vs-2266              | BOA                     |
| 5          | 512–514           | 9240±310                            | 10830–10135                                    | Vs-2267              | BOA                     |
| 6          | 566–568           | 9555±120                            | 11095–10720                                    | Vs-2268              | BOA                     |

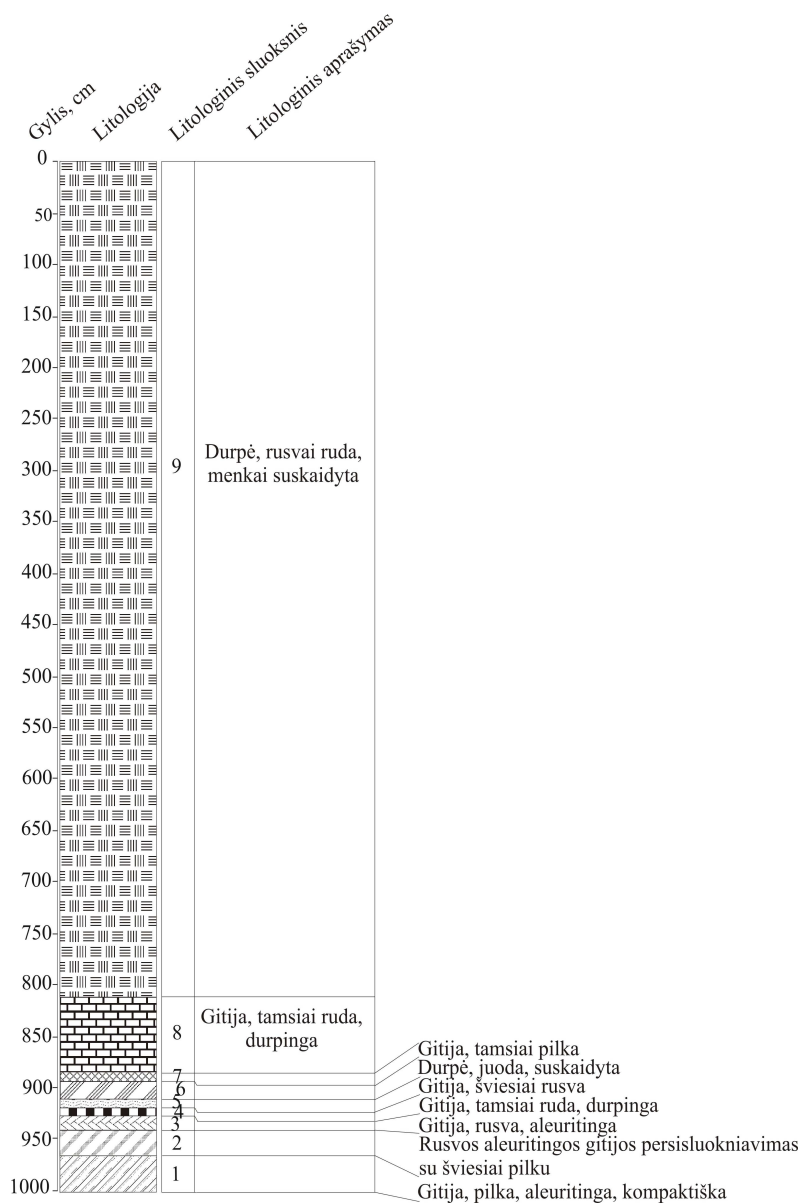


## LAVARIŠKĖS PELKĖ NUOSĖDŲ TYRIMAI

Lavariškės pelkė (54°37'4,60"N, 24°30'9,65"E) yra maždaug 2–2,5 km į Vakarų nuo Aukštadvario miestelio, į šiaurę nuo kelio Trakai-Prienai, Aukštadvario regioninio parko teritorijoje. Mėginiai augalų makroliekanų analizei ir radioaktyviosios anglies datavimui buvo imami kas 5 cm, žiedadulkių analizei kas 2 cm.

### Litologiniai tyrimai

Lavariškės pelkės nuosėdų pjūvio apatinę dalį (810–1000 cm gylis) sudarė



limninės kilmės nuosėdos - gitija. Tik 897–912 cm gylyje užfiksuotas durpių sluoksnis. Nuo 810 cm gylio kaupiasi biogeninės nuosėdos - durpės. Pjūvio litologinis aprašymas pateiktas paveiksle (7 pav.)

7 pav. Lavariškių pelkės nuosėdų pjūvio litologinė sudėtis.

### Augalų makroliekanų tyrimai

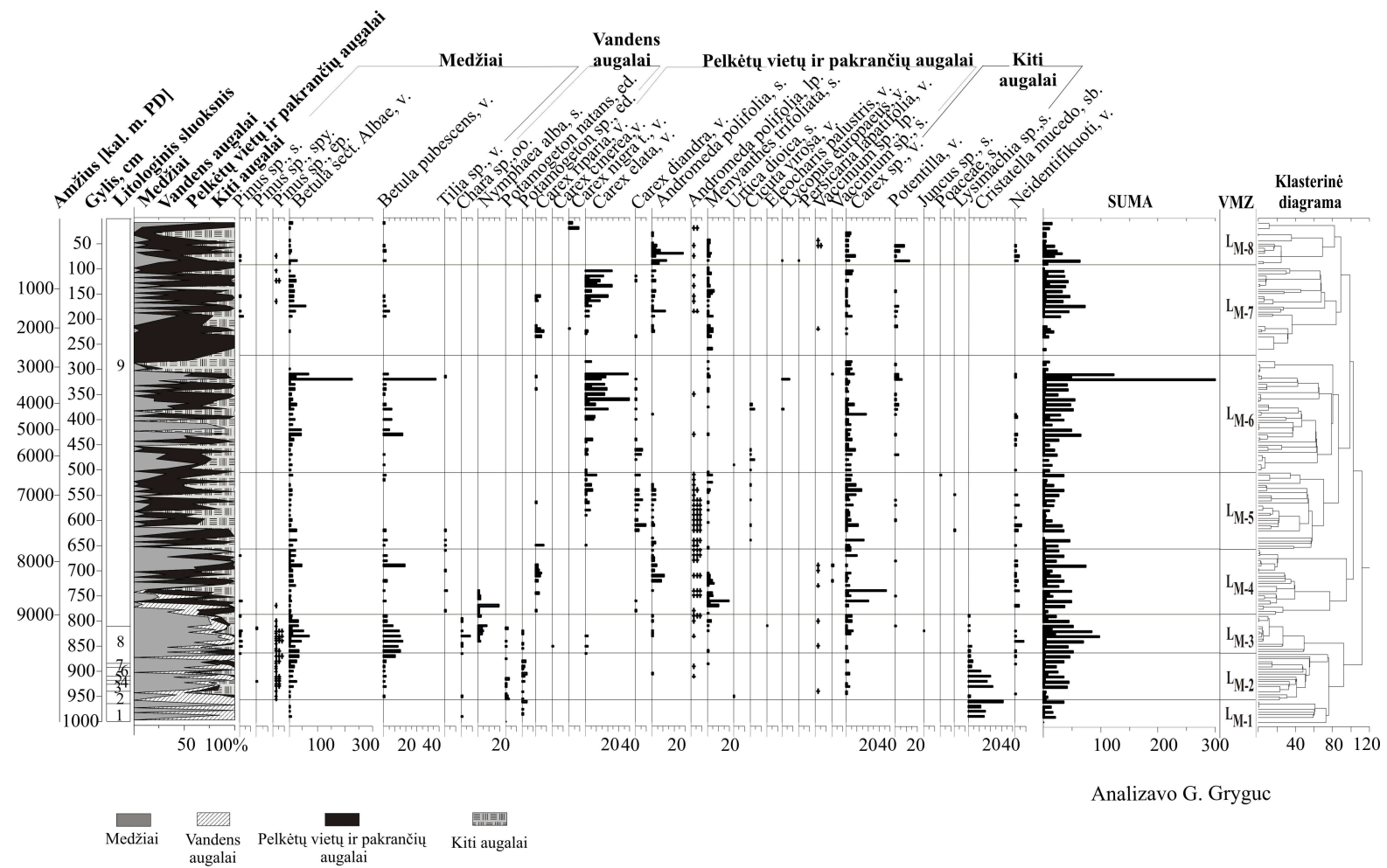
Lavariškių pelkėje ištirti 170 nuosėdų mėginiai. Nustatytos 26 taksonams priklausančios augalų makroliekanos, iš jų 15 apibūdintos iki rūšies, 10 - iki genties, o 1 - iki šeimos lygmens. Medžių grupėje nustatyti 4 taksonai, vandens augalų grupėje - 4 taksonai, pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje - 13 taksonų, kitų augalų grupėje - 5 taksonai. Ištirto pjūvio makrofloros kompleksas suskirstytas į aštuonias ( $L_{M-1}$ – $L_{M-8}$ ) stambias vietines augalų makroliekanų zonas (VMZ) (9 lentelė, 8 pav.).

9 lentelė. Lavariškių pelkės nuosėdų vietinės augalų makroliekanų zonos (VMZ).

| VMZ       | Gylis (cm) | VMZ aprašymas  |
|-----------|------------|--|
| 1         | 2          | 3  |
| $L_{M-1}$ | 950–1000   | Augalų rūšinė sudėtis skurdi. Pakrančių ir pelkėtų vietų augalų neaptikta. Vandens augalų grupėje sutinkamos pavienės <i>Chara</i> sp., <i>Potamogeton</i> sp. bei <i>P. natans</i> liekanos, tuo tarpu medžių grupėje užfiksuotas nedidelis kiekis <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> . Šioje zonoje gausiai aptikti <i>Cristatella mucedo</i> statoblastai.  |
| $L_{M-2}$ | 860–950    | Paleobaseine užfiksuotas išaugęs <i>Potamogeton</i> sp. ir <i>P. natans</i> skaičius. Pakrantėse įsikūria viksviniai ( <i>Carex</i> sp.). Zonoje taip pat rastos pavienės <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Vaccinium</i> sp. liekanos. Krantai buvo apaugę beržais ( <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> , <i>Betula pubescens</i> ) su spygliuočių priemaiša ( <i>Pinus</i> sp.). Kaip ir $L_{M-1}$ zonoje aptiktas didelis kiekis <i>Cristatella mucedo</i> statoblastų. |
| $L_{M-3}$ | 780–860    | Vandens augalų grupėje <i>Potamogeton</i> rūšių skaičius sumažėja, tuo tarpu <i>Chara</i> sp. oosporų kiekis išauga. Paleobaseine be minėtų rūšių įsikūria <i>Nymphaea alba</i> . Pakrančių ir pelkėtų vietų augalų sudėtis nesikeičia. Vyrauja beržai ir pušys.   |

9 lentelės tęsinys

| 1                | 2       | 3  |
|------------------|---------|--|
| L <sub>M-4</sub> | 650–780 | Šioje zonoje iš vandens augalų užfiksuota tik <i>Nymphaea alba</i> . Pakrančių apaugimas didesnis. Ypač gausiai aptikta <i>Carex</i> sp., <i>C. riparia</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Vaccinium</i> sp. liekanų. Beržų ir pušių kiekis ženkliai sumažėja. Aptikti pavieniai <i>Tilia</i> sp. vaisiai. |
| L <sub>M-5</sub> | 500–650 | Vandens augalų neaptikta. Zonoje vyrauja pakrančių ir pelkėtų vietų augalai. Ypač gausiai aptikta įvairių rūšių viksvų ( <i>Carex</i> sp., <i>C. elata</i> , <i>C. diandra</i> ) vaisių bei <i>Andromeda polifolia</i> liekanų. Krantuose buvo paplitę beržai bei liepos.  |
| L <sub>M-6</sub> | 275–500 | Užfiksuotas didelis kiekis beržų liekanų. Tarp įvairių rūšių viksvų, kurios vyrauja šioje zonoje, išauga <i>Potentilla</i> sp., <i>Cicuta virosa</i> augalų skaičius. Tuo tarpu ženkliai sumažėja <i>Andromeda polifolia</i> radinių.  |
| L <sub>M-7</sub> | 90–275  | Pakrančių ir pelkėtų vietų augalų rūšinė įvairovė sumažėja. Kaip ir L <sub>M-6</sub> vyrauja viksvos. Be viksvų taip pat gausiai aptikta <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> - Paleobaseino apylinkėse augo beržai su pušimis.   |
| L <sub>M-8</sub> | 0–90    | Augimo sąlygos pakrantėse mažai keitėsi. Zonoje vyrauja <i>Andromeda polifolia</i> . Užfiksuotos taip pat pavienės <i>Lycopus europaeus</i> , <i>Persicaria lapathifolia</i> liekanos, bei negausūs <i>Vaccinium</i> sp. radiniai. Medžių sudėtis nesikeičia.  |



8 pav. Laviškių pelkės nuosėdų pjūvio augalų makroliekanų diagrama.

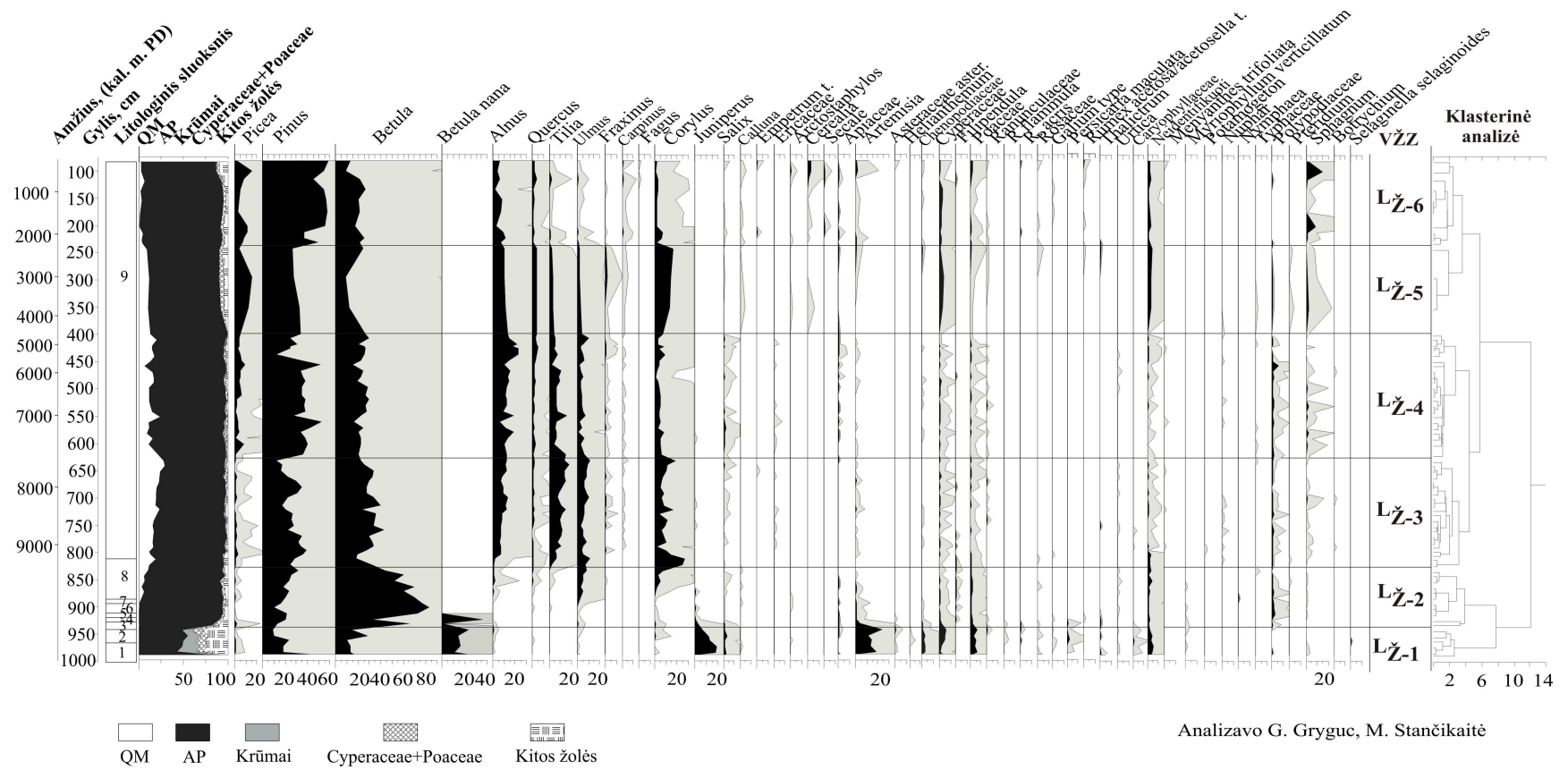
## Palinologinė analizė

Lavariškės pelkės grėžinyje ištirti 74 nuosėdų mėginiai. Išskirtos šešios vietinės žiedadulkių zonos (VŽZ) (10 lentelė, 9 pav).

10 lentelė. Lavariškės pelkės nuosėdų vietinės žiedadulkių zonos (VŽZ).

| VŽZ  | Gylis (cm) | Vietinių žiedadulkių zonų charakteristika  |
|------|------------|--|
| 1    | 2          | 3  |
| Lž-1 | 943–989    | Zonai būdingas maksimalus šioje diagramoje žolinių augalų (NAP) žiedadulkių kiekis, siekiantis iki 42,9%. Vyrauja kiečiai ( <i>Artemisia</i> ), iki 23,6%, viksvuoliniai (Cyperaceae), iki 6,2%, bei migliniai (Poaceae), iki 6,9%. Taip pat šioje zonoje ypač gausiai aptikta <i>Betula nana</i> (iki 23,6%), <i>Juniperus</i> (iki 19,1% ) bei <i>Salix</i> (iki 3,2%) žiedadulkių. Bendra AP suma siekia 57,5%. Užfiksuota pavienė paprastosios selaginelės ( <i>Selaginella selaginoides</i> ) spora.                            |
| Lž-2 | 843–943    | Zonai būdingas didžiausias diagramoje beržo ( <i>Betula</i> ) žiedadulkių kiekis, siekiantis iki 82,8%, visų likusių medžių žiedadulkių kiekis neviršija 6%, išskyrus pušį ( <i>Pinus</i> ) (iki 25,5%). Žolinių augalų žiedadulkių kiekis sumažėja. Jų kiekis svyruoja nuo 3,2% iki 13,8%, didžiąją jų dalį sudaro viksvuoliniai (Cyperaceae), iki 1,6%, migliniai (Poaceae), iki 2,6%, bei kiečiai ( <i>Artemisia</i> ), iki 1,97%. Taip pat šioje zonoje užfiksuotas žemaūgių krūmokšnių žiedadulkių kiekio mažėjimas (iki 3,7%). |
| Lž-3 | 621–843    | Zonai charakteringas ženklai sumažėjęs beržo ( <i>Betula</i> ) - iki 18,5% žiedadulkių kiekis. Tuo pat metu pastebimai išauga pušies ( <i>Pinus</i> ) - iki 38,8%, eglės ( <i>Picea</i> )- iki 2,7%, alksnio ( <i>Alnus</i> ) - iki 13,2%, liepos ( <i>Tilia</i> )- iki 18,0%, lazdyno ( <i>Corylus</i> ) - iki 18,9%, ąžuolo ( <i>Quercus</i> ) - iki 2,3% bei guobos ( <i>Ulmus</i> ) - 11,6 % žiedadulkių kiekiai. Žolinių augalų (NAP) žiedadulkių kiekis zonoje nedidelis - iki 6,2%.   |

| 1    | 2       | 3   |
|------|---------|---|
| Lž-4 | 399–621 | Zonai būdingas išaugęs pušies ( <i>Pinus</i> ), iki 50,8%, eglės ( <i>Picea</i> ), iki 9,3%, alksnio ( <i>Alnus</i> ), iki 22,8% bei ažuolo ( <i>Quercus</i> ) - iki 5,5% žiedadulkių kiekis, tuo tarpu likusių medžių žiedadulkių kiekis mažėja. Beržo ( <i>Betula</i> ) žiedadulkių kiekis svyruoja nuo 15,5% iki 29,1%. Žolinių augalų žiedadulkių kiekis spektre išlieka menkai pakitęs. Gausiai aptiktos šertvinių (Polypodiaceae) sporos (1,6%).  |
| Lž-5 | 243–399 | Zonai charakteringas ženkliai padidėjęs eglės ( <i>Picea</i> ) - iki 15,0% ir lazdyno ( <i>Corylus</i> ) - 16,9% žiedadulkių kiekis. Tuo tarpu pušies ( <i>Pinus</i> ), iki 32,3%, beržo ( <i>Betula</i> ), iki 11,8%, bei alksnio ( <i>Alnus</i> ), iki 10,8% žiedadulkių kiekis sumažėja. Žolinių augalų (NAP) kiekis spektre nežymiai padidėja (iki 9,6%). Miglinių (Poaceae) augalų žiedadulkės siekia 1,5%, kiečių ( <i>Artemisia</i> ) - iki 0,6%, viksvoliniai (Cyperaceae) - iki 4,6%.  |
| Lž-6 | 81–243  | Pušys ( <i>Pinus</i> ), sudarydamos iki 58,5% vyrauja šios zonos spektre. Pastebimai pagausėja ir beržo ( <i>Betula</i> ) - iki 26,6%. Eglės ( <i>Picea</i> ) žiedadulkių kreivė siekia iki 15,5%. Tuo tarpu likusių medžių žiedadulkių kiekis mažėja. Žolinių augalų (NAP) rūšinė sudėtis bei jų kiekis spektre nežymiai padidėja (iki 12,9%). Vyrauja migliniai (Poaceae), iki 2,4%, viksvoliniai (Cyperaceae), iki 3,1%, bei kietis ( <i>Artemisia</i> ), iki 2,1%. Aptikta nemažai javų ( <i>Cerealia</i> ), iki 3,6%, žiedadulkių. Spektre fiksuojamas kiminių ( <i>Sphagnum</i> ) sporų padidėjimas, iki 15,1%. |



9 pav. Lavariškės pelkės nuosėdų sporų-žiedadulkių diagrama.

### **Radiokarboniniai tyrimai**

Lavariškės pelkėje buvo datuoti penki nuosėdų mėginiai (11 lentelė). Tyrimų metu gautos datos išsidėsto nuosekliai. Apatiniai nuosėdų sluoksniai (1000–892 cm gylyje) nebuvo datuoti dėl nepakankamo organikos kiekio. Remiantis biostratigrafinių tyrimų rezultatais apačioje slūgstančios nuosėdos pradėjo formotis vėlyvajame ledynmetyje, t.y. GS-1 klimatinio įvykio metu (Lowe ir kt., 2008). Aukščiau (815–820 cm gylyje) slūgstančios nuosėdos, pagal radioaktyviosios anglies datavimo rezultatus, kaupėsi 9460–9195 kal. m. PD t.y. ankstyvajame holocene. Dūrpės kaupimasis vyko 9460–1644 kal. m. PD laiko intervale.

11 lentelė. Lavariškių pelkės nuosėdų radiokarboninės datos.

| <b>Nr.</b> | <b>Gylis (cm)</b> | <b>Nekalibruotas amžius (m. PD)</b> | <b>Kalibruotas amžius (68.2%) (kal. m. PD)</b> | <b>Lab. indeksas</b> | <b>Datuota medžiaga</b> |
|------------|-------------------|-------------------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| 1          | 195–200           | 1800±60                             | 1644–1808                                      | Ki-12179             | BOA                     |
| 2          | 350–355           | 3460±70                             | 3647–3825                                      | Ki-12180             | BOA                     |
| 3          | 510–515           | 5930±80                             | 6858–6665                                      | Vs-2377              | BOA                     |
| 4          | 620–625           | 6580±235                            | 7950–7560                                      | Vs-2317              | BOA                     |
| 5          | 815–820           | 8310±125                            | 9460–9195                                      | Vs-2318              | BOA                     |

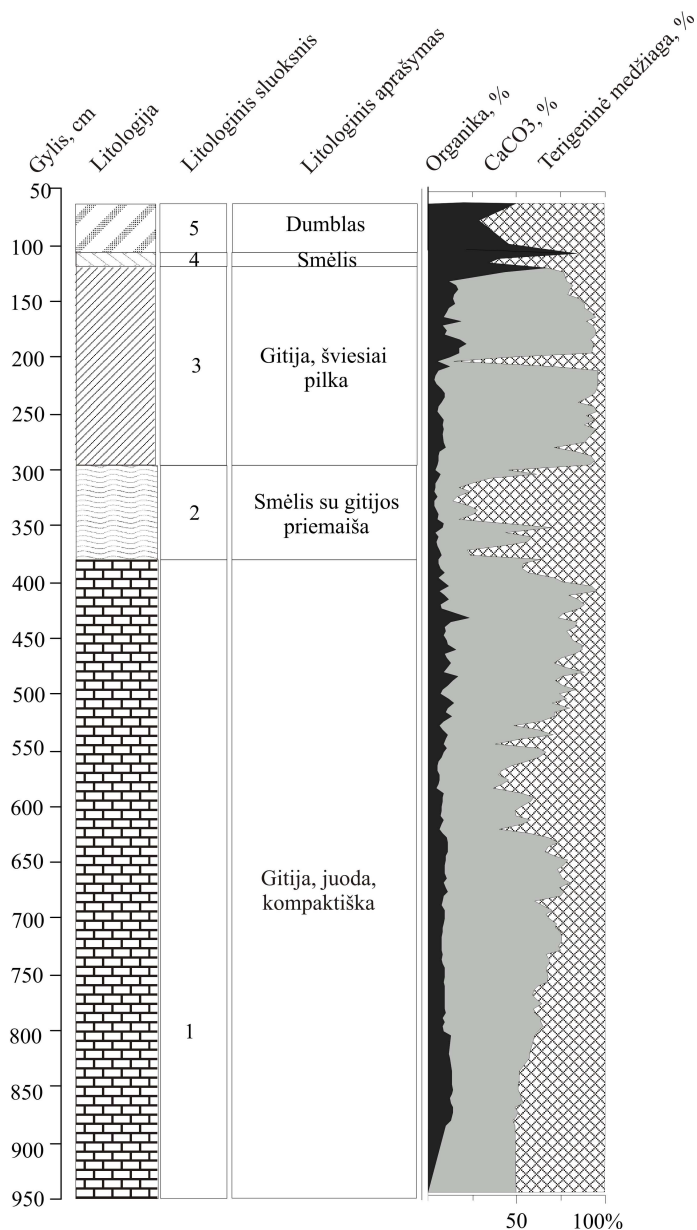


## PAKAMPIO EŽERO NUOSĖDŲ TYRIMAI

Pakampio ežeras ( $54^{\circ}11'01,29''\text{N}$ ,  $24^{\circ}08'24,30''\text{E}$ ) yra Varėnos rajono savivaldybėje, Alytaus apskrityje, 4 km į šiaurės-vakarų nuo Merkinės. Jis plyti stačiašlaitėje pailgoje Straujos-Netiesos rinoje (Kunskas, 1963–1964) 72 m aukštyje virš jūros lygio. Ežeras yra 3,4 ha ploto, jo ilgis (vakarų-rytų kryptimi) siekia 1000 m, o plotis (šiaurės-pietų kryptimi) - apie 100 m. Vakarinį ir pietvakarinį užpelkėjusius ežero pakraščius dengia augalija. Mėginiai iš nuosėdų pjūvio augalų makroliekanų analizei buvo paimti 4 cm intervalu, žiedadulkių analizei, izotopiniams ir litologiniams tyrimams - 2 cm intervalu.

### **Litologiniai tyrimai**

Gręžinys siekė 950 cm gylį. Apatinę pjūvio dalį (370–950 cm gylyje) sudaro gitija. Pagal LOI tyrimų rezultatus 370–950 cm intervale vyrauja karbonatai (iki 88,61%). Nuo 307 iki 370 cm gylio jų kiekis sumažėja iki 10,81%, tuo tarpu terigeninės medžiagos kiekis išauga iki 85,35%. Aukščiau slūgsančiose nuosėdose (119–307 cm gylyje) stebimas karbonatų kiekio padidėjimas iki 91,97%, tačiau ties 203 cm gyliu užfiksuotas karbonatų kreivės kritimas iki 9,02%. Viršutinę nuosėdų pjūvio dalį (60–119 cm) sudaro dumblas su smėlio intarpu 105–119 cm intervale. Karbonatų šiame nuosėdų intervale neaptikta, vyrauja organika su terigeninės medžiagos priemaiša. Detalus pjūvio litologijos aprašymas pateiktas paveiksle (10 pav.).



10 pav. Pakampio ežero nuosėdų pjūvio litologinė sudėtis.

### Augalų makroliekanų tyrimai

Augalų makroliekanų analizė Pakampio ežero nuosėdų pjūvyje atlikta 204 mėginiuose. Nustatytos 38 taksonų liekanos, iš jų 20 apibūdinta iki rūšies, 18 iki genties lygmens. Medžių grupėje nustatyti 4 taksonai, vandens augalų grupėje - 8 taksonai, pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje - 25 taksonai, kitų augalų grupėje - 13 taksonų, makrosporų grupėje - 1 taksonas. Išanalizuoto pjūvio makrofloros kompleksas buvo suskirstytas į penkias ( $P_{M-1}$ -

P<sub>M-5</sub>) stambias vietines augalų makroliekanų zonas (VMZ) (12 lentelė, 11 pav.).

12 lentelė. Pakampio ežero nuosėdų vietinės augalų makroliekanų zonos (VMZ).

| VMZ              | Gylis (cm) | VMZ aprašymas  |
|------------------|------------|--|
| P <sub>M-1</sub> | 680–900    | Floros sudėtis skurdi. Vandens augalų grupėje aptikta <i>Nymphaea alba</i> . Pakrantėse augo <i>Typha latifolia</i> . Nustatytos pavienės <i>Urtica dioica</i> ir <i>Glyceria</i> sp. liekanos. Medžių makroliekanų negausu, aptikti nedideli kiekiai <i>Alnus glutinosa</i> ir <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> vaisių. Kartu su pastarosiomis medžių rūšimis teritorijoje augo ir pušys.   |
| P <sub>M-2</sub> | 500–680    | Paleobaseine kartu su <i>Nymphaea alba</i> įsikuria <i>Chara</i> sp., <i>Najas marina</i> ir <i>Potamogeton natans</i> . Paleobaseino nuosėdose pasirodo <i>Nuphar lutea</i> . Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje rūšinė įvairovė skurdi. Aptikti nedideli kiekiai <i>Carex</i> sp., <i>Urtica dioica</i> , bei pavienės <i>Lychnis</i> sp. bei <i>Rumex</i> sp. liekanos. Tarp medžių vyrauja juodalksniai ( <i>Alnus glutinosa</i> ) ir beržai ( <i>Betula pubescens</i> , <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> ). Nustatytos pavienės <i>Pinus</i> sėklos. |
| P <sub>M-3</sub> | 300–500    | Vyrauja tos pačios vandens augalų rūšys kaip ir P <sub>M-2</sub> zonoje, tačiau gausiau aptinkamos <i>Nymphaea alba</i> ir <i>Najas marina</i> . Zonos pabaigoje išauga <i>Urtica dioica</i> ir <i>Carex</i> sp. makroliekanų skaičius. Medžių grupėje rūšinė sudėtis nesikeičia.  |
| P <sub>M-4</sub> | 125–300    | Lyginant su P <sub>M-3</sub> zona vandens augalų grupėje rūšinė sudėtis nesikeičia, tik ženkliai gausiau aptikta <i>Nymphaea alba</i> ir <i>Najas marina</i> liekanų, pasitaiko ir <i>Nuphar lutea</i> . Tuo tarpu pakrančių apaugimas nėra didelis, ženkliai sumažėja <i>Urtica dioica</i> liekanų, vyrauja viksvos. Kartu su pastaraisiais augalais sutinkami <i>Schoenoplectus lacustris</i> , <i>Typha latifolia</i> , <i>Ranunculus sceleratus</i> ir kt. Pakrantėse auga <i>Alnus glutinosa</i> , vyrauja beržai su spygliuočių priemaiša.                 |
| P <sub>M-5</sub> | 50–125     | Vandens augalų neaptikta. Įsivyrauja pelkėtų vietų ir pakrančių augalai, padidėja jų rūšinė įvairovė. Aptiktas didelis kiekis <i>Carex diandra</i> , <i>Lychnis</i> sp., <i>Juncus</i> sp., <i>Glyceria</i> sp. liekanų. Lyginant su P <sub>M-4</sub> zona medžių rūšinė sudėtis nesikeičia.   |



### Palinologinė analizė

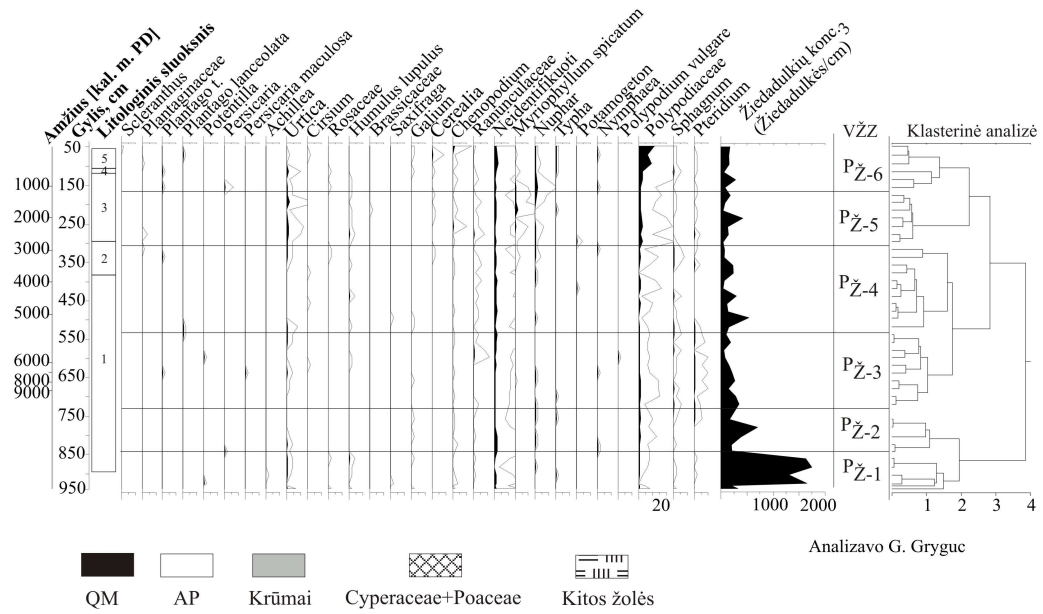
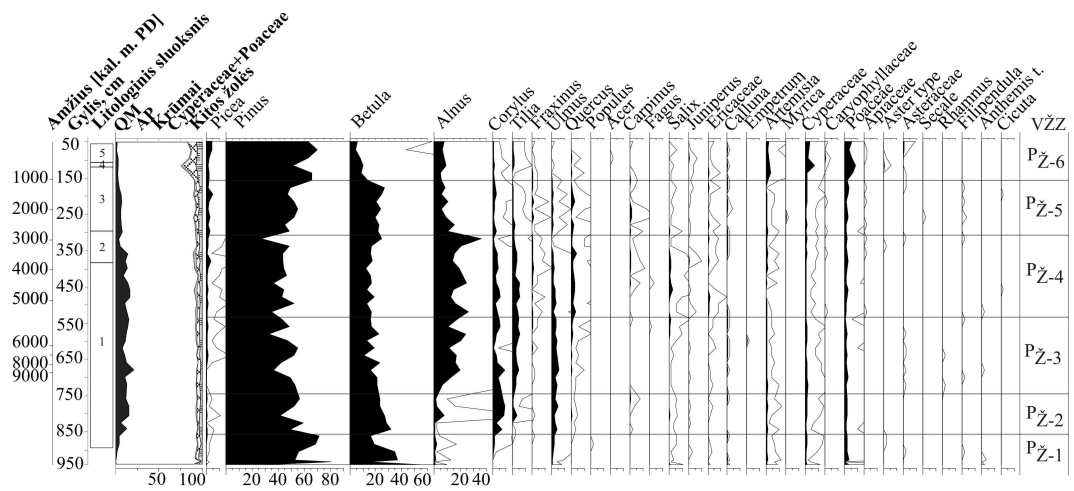
Palinologinės analizės metu Pakampio ežero grėžinyje ištirti 45 nuosėdų mėginiai. Išskirtos šešios vietinių žiedadulkių zonos (VŽZ) (13 lentelė, 12 pav.).

13 lentelė. Pakampio ežero nuosėdų vietinės žiedadulkių zonos (VŽZ).

| VŽZ  | Gylis<br>(cm) | Vietinių žiedadulkių zonų charakteristika  |
|------|---------------|--|
| 1    | 2             | 3  |
| Pž-1 | 861–939       | Pušys ( <i>Pinus</i> ), sudarydamos iki 80,9% ir beržai ( <i>Betula</i> ) - iki 36,7% kulminuoja šios zonos spektre. Artėjant prie viršutinės ribos beržo kiekis mažėja. Nuosėdose nemažai <i>Ulmus</i> (iki 2,5%). Kitų medžių ( <i>Alnus</i> , <i>Corylus</i> ) procentiniai kiekiai neviršija 2%. <i>Salix</i> kreivė pasiekia 1,1%. Bendra AP suma siekia 97,8%, o NAP - 8,4%. Poaceae (iki 3,4%), Cyperaceae (iki 1,4%), <i>Artemisia</i> (iki 1,1%), <i>Urtica</i> (iki 0,6%) bei <i>Chenopodium</i> (iki 0,4%) šioje zonoje yra gausiausi žolių augalų taksonai. Vandens augalų nedaug - tai pavienės <i>Typha</i> ir <i>Nuphar</i> žiedadulkės. Polypodiaceae, <i>Sphagnum</i> ir <i>Pteridium</i> sporų kiekis neviršija 1%.  |
| Pž-2 | 750–861       | AP (iki 94,7%) ir NAP (iki 6,2%) žiedadulkių kiekiai kinta nežymiai. Pokyčiai išryškėja <i>Pinus</i> ir <i>Betula</i> žiedadulkių kreivėse. <i>Betula</i> kiekis sumažėja nuo 31,6% iki 22,9%, o <i>Pinus</i> nuo 59,7% iki 41,6%. Zonoje iki 1,1% išauga <i>Picea</i> kiekis. Tuo pat metu išauga <i>Alnus</i> (iki 8%), <i>Corylus</i> (9,2%), <i>Tilia</i> (3,6%), <i>Ulmus</i> (5,1%), bei <i>Quercus</i> (iki 0,5%) žiedadulkių kiekiai. Taip pat šioje zonoje pirmą kartą aptiktos skroblo ( <i>Carpinus</i> ) žiedadulkės. <i>Salix</i> žiedadulkių kiekis sumažėja iki 0,4%. <i>Juniperus</i> , Ericaceae ir <i>Calluna</i> žiedadulkės aptiktos tik atskiruose pavyzdžiuose. Žolinių augalų rūšinė sudėtis skurdi. Tarp jų vyrauja Poaceae (iki 2,4%) Cyperaceae (iki 1,4%), bei <i>Artemisia</i> (iki 1,2%) žiedadulkės. Spektre taip pat aptiktos <i>Urtica</i> , <i>Chenopodium</i> ir <i>Galium</i> žiedadulkės. Vandens augalų žiedadulkės ( <i>Typha</i> , <i>Nuphar</i> , <i>Nymphaea</i> ) aptinkamos tik atskiruose mėginiuose. Sporų rūšinė sudėtis išlieka nepakitus. Spektre fiksuojamas Polypodiaceae sporų padidėjimas, iki 1,3%. |

| 1    | 2       | 3  |
|------|---------|--|
| Pž-3 | 539–750 | <p><i>Pinus</i> ir <i>Betula</i> žiedadulkių kiekiai spektre, lyginant su ankstesne VŽZ, ir toliau mažėja. <i>Pinus</i> žiedadulkių kiekis kinta nuo 55,1% iki 33%, <i>Betula</i> nuo 22,5% iki 11,1%. <i>Picea</i> šioje zonoje išauga iki 1,8%. Pastebimai pagausėja ir <i>Alnus</i> - iki 24,1%, <i>Tilia</i> - iki 5,4%, <i>Ulmus</i> (6%) bei <i>Quercus</i> - iki 1,6% žiedadulkių, tuo tarpu <i>Corylus</i> žiedadulkių kiekis mažėja. <i>Salix</i> žiedadulkių kiekis išlieka nepakitęs, tik zonos viršuje pasiekia 1,6%. Ericaceae išauga iki 0,6%. <i>Artemisia</i> kiekis šioje zonoje mažėja, tuo tarpu Cyperaceae ir Poaceae žiedadulkių kiekis išlieka beveik nepakitęs. Spektuose identifikuotos Ranunculaceae iki 1,2% <i>Urtica</i> - iki 0,4%, bei pavienės <i>Chenopodiumu</i>, <i>Asteraceae</i>, <i>Filipendula</i>, <i>Anthemis</i> žiedadulkės. Aptiktos pavienės vandens augalų (<i>Nuphar</i>, <i>Myriophyllum</i>, <i>Nymphaea</i>) žiedadulkės. Polypodiaceae kreivė neviršija 1,5%, <i>Pteridium</i> - 1%, <i>Sphagnum</i> - 0,6%.</p> |
| Pž-4 | 299–539 | <p>Ženkli <i>Alnus</i> (iki 36,2%) bei <i>Quercus</i> (iki 4,2%) kulminacija yra skiriamasis šios zonos bruožas. Nuosėdose aptikta taip pat nemažai <i>Picea</i>, iki 3,8%, <i>Tilia</i>, iki 5,4%, bei <i>Fraxinus</i>, iki 1,6% žiedadulkių. Visų likusių medžių (<i>Pinus</i>, <i>Betula</i>, <i>Ulmus</i>, <i>Corylus</i>) žiedadulkių kiekis sumažėja. Gausiai aptikta <i>Salix</i> (iki 2,8%) ir Ericaceae (1,5%) žiedadulkių. Žolinių augalų (NAP) rūšinė sudėtis bei jų kiekis spektre nežymiai padidėja (iki 7,6%). Nemažą jų dalį sudaro Poaceae - iki 2,8%, Cyperaceae - iki 1%, bei <i>Artemisia</i> - iki 1% žiedadulkės. Kitų žolinių augalų žiedadulkes aptinkame tik atskiruose mėginiuose. Vandens augalų žiedadulkių kiekis ir įvairovė išlieka labai menka ir jos, aptinkamos tik atskiruose mėginiuose. Sporų kiekis nežymiai padidėja, Polypodiaceae sudaro, iki 1,6%, <i>Sphagnum</i>, iki 0,8%. <i>Pteridium</i> sporų kiekis neviršija 0,4%.</p>   |

| 1    | 2       | 3   |
|------|---------|---|
| Pž-5 | 157–299 | <p><i>Picea</i> kreivė šioje zonoje kulminuoja pasiekdama 5,1%. Stebimas taip pat <i>Pinus</i> - iki 55,2% ir <i>Betula</i> - iki 27,1% žiedadulkių kiekio augimas. Aptiktas didelis kiekis <i>Carpinus</i> žiedadulkių, iki 1,9%. Likusių medžių žiedadulkių kiekis mažėja. <i>Salix</i> bei Ericaceae žiedadulkių kiekis neviršija 1%. Zonai būdingas nežymiai, iki 9,3%, išaugęs žolinių augalų žiedadulkių kiekis. Didžiąją jų dalį sudaro Poaceae (iki 3,3%) Cyperaceae (iki 1,6%), <i>Urtica</i> (iki 2,1%), Ranunculaceae (iki 0,8%) bei <i>Artemisia</i> (iki 1%). Pavieniuose spektruose aptiktos <i>Cerealia</i>, <i>Filipendula</i>, <i>Humulus lupulus</i>, Apiaceae, <i>Myrica</i>, Brassicaceae žiedadulkės. Vandens augalų grupėje vyrauja <i>Myriophyllum</i> (iki 2,8%), <i>Nuphar</i> (iki 0,8%), bei <i>Potamogeton</i> (iki 0,4%). Polypodiaceae išlieka vyraujanti, o kitų sporų aptinkame tik atskiruose mėginiuose.</p>  |
| Pž-6 | 51–157  | <p>Zonoje iki 70,3% išauga <i>Pinus</i> žiedadulkių kiekis. Daugelio kitų medžių žiedadulkių kiekis sumažėja arba išlieka nepakitęs. <i>Picea</i> siekia iki 4,5%, <i>Betula</i> - iki 14%, <i>Alnus</i> - iki 9%. Kitų identifikuotų medžių (AP) žiedadulkių kiekis neviršija 2%. Zonai charakteringas ženkliai padidėjęs žolinių augalų žiedadulkių kiekis, siekiantis iki 22,9%. Tuo pat metu pastebimai išauga ir rūšinė žolių įvairovė. Poaceae (iki 8,8%), Cyperaceae (iki 7,1%), bei <i>Artemisia</i> (iki 3,1%) suformuoja nepertraukiamas kreives. Tuo tarpu <i>Urtica</i>, Asteraceae, Caryophyllaceae, <i>Chenopodium</i>, Ranunculaceae, bei <i>Galium</i> žiedadulkės aptiktos didžiojoje dalyje zonai priskirtų mėginių. Nuosėdose gausu vandens augalų žiedadulkių (<i>Myriophyllum</i>, <i>Nuphar</i>, <i>Typha</i>, <i>Nymphaea</i>). Tarp augalų sporų vis dar vyrauja Polypodiaceae, iki 11,2%. Nežymiai pagausėja <i>Sphagnum</i> sporų kiekis, iki 0,6 %. Pavieniuose mėginiuose aptiktos <i>Pteridium</i> sporos.</p> |



12 pav. Pakampio ežero nuosėdų sporų-žiedadulkių diagrama.



### Radiokarboniniai tyrimai

Pakampio ežere, keturiuose nuosėdų intervaluose buvo datuotos *Alnus glutinosa* sėklos. Tyrimų metu gautos datos išsidėsto nuosekliai. Seniausios datuotos sėklos Pakampio ežere buvo aptiktos 688–692 cm gylyje. Šios sėklos datuojamos 8729–8956 kal. m. PD atitinka ankstyvojo Holoceno laikotarpį. Aukščiau slūgsančios sėklos (600–604 cm ir 504–508 cm gylyje) datuojamos 5344–5452 kal. m. PD ir 5078–5260 kal. m. PD rodo nuosėdų formavimą viduriniajame holocene. Remiantis pastarųjų dviejų datų bei slūgsojimo gylio parodymais galima manyti jog tuo metu vykstanti sedimentacija buvo gana greita. Viršutinės pjūvio dalies nuosėdos (328–332 cm gylyje) susiklostė 3010–3178 kal. m. PD, t.y. vėlyvajame holocene. 8956–3010 kal. m. PD laiko intervale vyko gytijos kaupimasis (14 lentelė).

14 lentelė. Pakampio nuosėdų radiokarboninės datos.

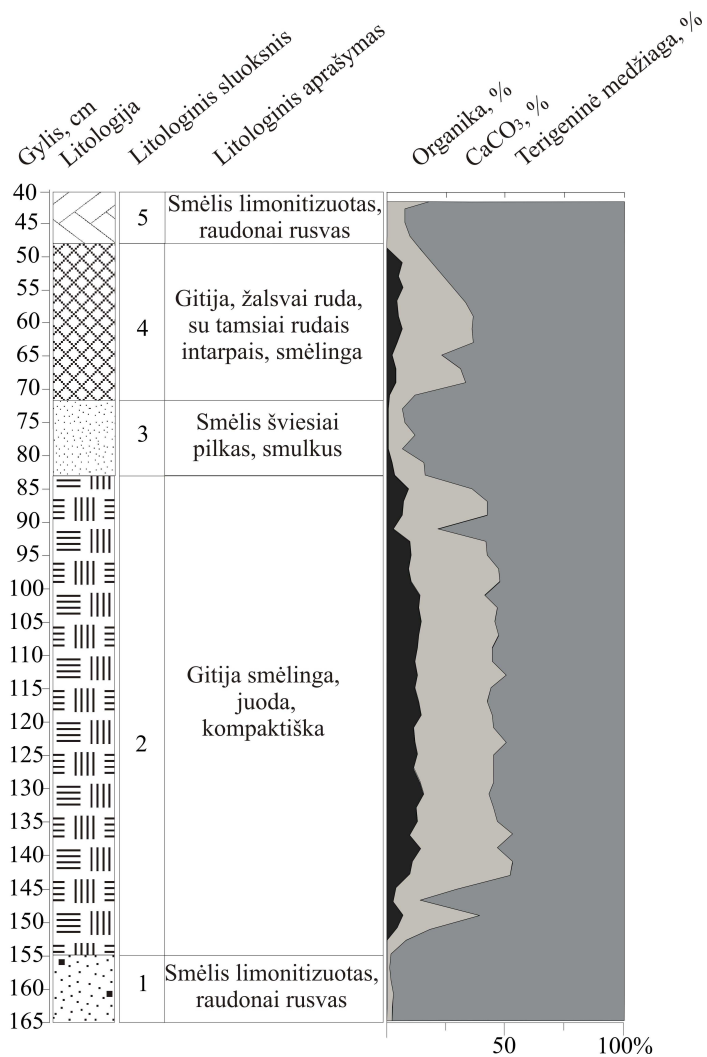
| Nr. | Gylis (cm) | Nekalibruotas amžius (m. PD) | Kalibruotas amžius (68.2%) (kal. m. PD) | Lab. indeksas | Datuota medžiaga             |
|-----|------------|------------------------------|---|---------------|------------------------------|
| 1   | 328–332    | 2930 ± 50                    | 3010–3178                               | Poz-62616     | <i>Alnus glutinosa</i> sėkla |
| 2   | 504–508    | 4495 ± 35                    | 5078–5260                               | Poz-62617     | <i>Alnus glutinosa</i> sėkla |
| 3   | 600–604    | 4660 ± 35                    | 5344–5452                               | Poz-62615     | <i>Alnus glutinosa</i> sėkla |
| 4   | 688–692    | 7980 ± 60                    | 8729–8956                               | Poz-62618     | <i>Alnus glutinosa</i> sėkla |

## ZERVYNŲ ATODANGOS NUOSĖDŲ TYRIMAI

Zervynų atodanga, anksčiau vadinta Zervynų geležinkelio stotis, (54°06'30"N 24°29'08"E) yra kairiajame Ūlos upės krante, apie 250 m pasroviui nuo Zervynų geležinkelio stoties. Nuosėdos augalų makroliekanų, žiedadulkių analizei, radioaktyvios anglies datavimui bei litologiniams ir izotopiniams tyrimams buvo imamos kas 2 cm .

### **Litologiniai tyrimai**

Zervynų atodangos apatinėje dalyje (155–165 cm) vyrauja terigeninė medžiaga (97,66–98,69%), organikos ir karbonatų kiekis nuosėdose nedidelis. Nuo 155 cm gylio pradeda kauptis gitija. Nuosėdose terigeninės medžiagos sumažėja iki 46,89%, organikos (0,29–15,58%) bei karbonatų (8,01–43,52%) kiekis išauga. Gitijos kaupimasis nutrūksta 83 cm gylyje. Aukščiau slūgsančias nuosėdas (73–83 cm gylyje) sudaro smėlis, todėl organikos (0,4–3,09%) ir karbonatų (6,03–13,8%) kiekis sumažėja, o terigeninės medžiagos sudedamoji pasiekia 84,09–93,30%. 47–73 cm gylyje susikaupusioje gitijoje organikos (0,41–7,09%) ir karbonatų (6,03–31,82%) kiekis nežymiai išauga, tuo tarpu terigeninės medžiagos sudedamoji svyruoja tarp 61,97% ir 92,68%. Gitijos sluoksnį dengia raudonai rusvas limonitizuotas smėlis, kuriame vyrauja terigeninė medžiaga (76,48–92,46%) (13 pav.).



13 pav. Zervynų atodangos nuosėdų pjūvio litologinė sudėtis.

### Augalų makroliekanų tyrimai

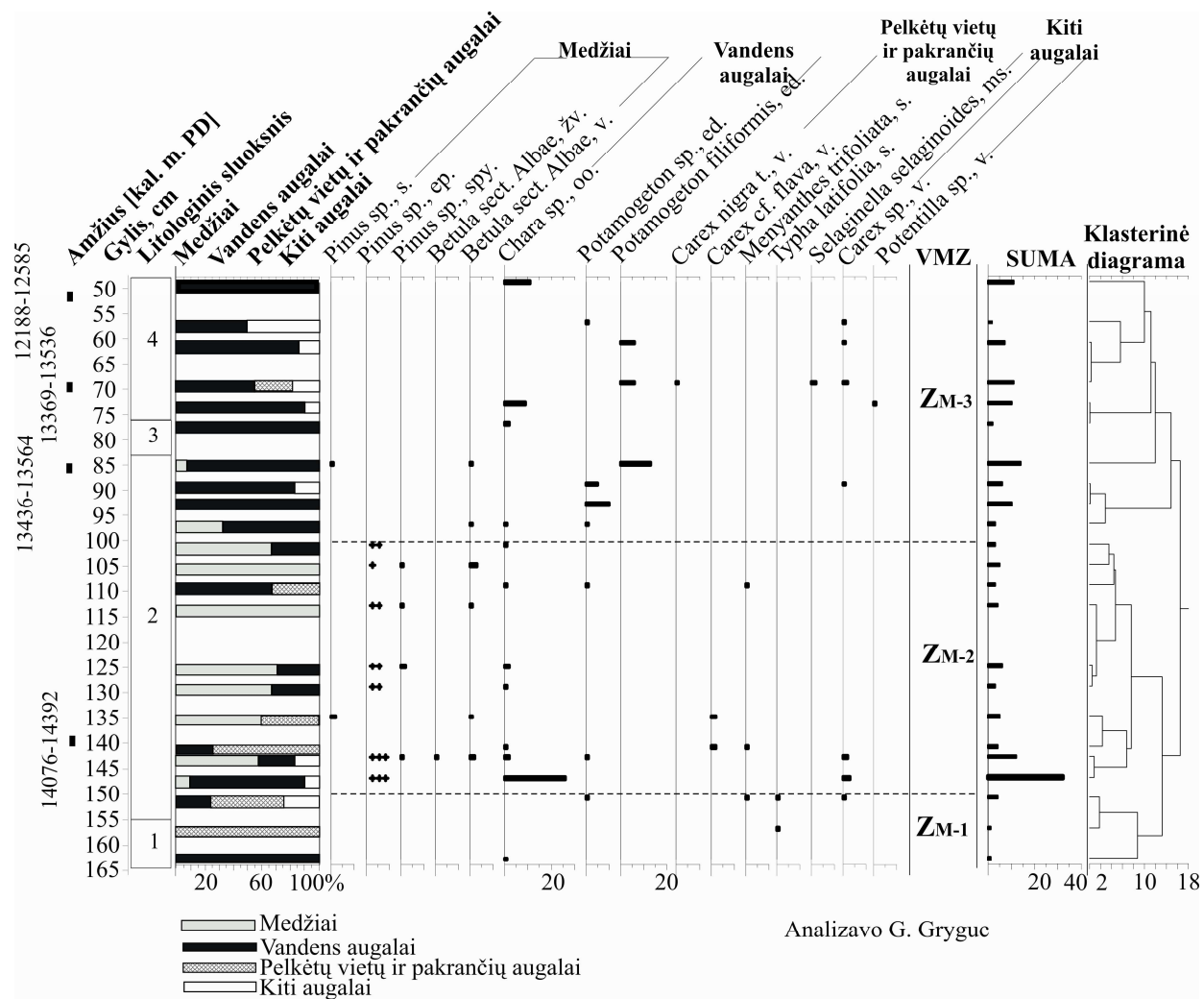
Augalų makroliekanų tyrimai šioje atodangoje buvo vykdomi ir anksčiau (Baltrūnas ir kt., 2001). Norint patikslinti bei papildyti ankstesnius tyrimus 2013 m. disertacinio darbo autorė pakartotinai atliko Zervynų atodangos augalų makroliekanų analizę.

Pakartotinai ištirtos nuosėdos iš 49–163 cm gylio intervalo. Zervynų atodangoje ištirti 34 nuosėdų mėginiai, iš kurių 10-yje neaptikta augalų makroliekanų. Kituose nustatytos 12 taksonų priklausančios augalų makroliekanos, iš jų 6 apibūdinti iki rūšies, 6 - iki genties lygmens. Medžių grupėje nustatyti 2 taksonai, vandens augalų grupėje - 3 taksonai, pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje - 5 taksonai, kitų augalų grupėje - 2 taksonai.

Išanalizuoto pjūvio makrofloros kompleksas suskirstytas į tris ( $Z_{M-1}$ -  $Z_{M-3}$ ) stambias vietines augalų makroliekanų zonas (VMZ) (15 lentelė, 14 pav.).

15 lentelė. Zervynų atodangos nuosėdų vietinės augalų makroliekanų zonos (VMZ).

| VMZ       | Gylis (cm) | VMZ aprašymas   |
|-----------|------------|---|
| $Z_{M-1}$ | 149–164    | Zonoje augalų įvairovė skurdi. Vandens baseine aptiktos pavienės <i>Chara</i> sp. bei <i>Potamogeton</i> sp. augalų liekanos. Tuo tarpu vandens telkinio pakrantėse pasirodo <i>Typha latifolia</i> , bei <i>Menyanthes trifoliata</i> . Neaptinkta medžių liekanų.   |
| $Z_{M-2}$ | 100–149    | Klestėjo pušų ( <i>Pinus</i> sp.) ir beržų ( <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> ) miškai. Floros sudėtis vandens baseine mažai keičiasi. Vyrauja tos pačios augalų rūšys kaip ir $Z_{M-1}$ zonoje, tačiau gausiau aptinkama <i>Chara</i> sp. Vandens telkinio pakrantėse augo viksvinai ( <i>Carex</i> sp., <i>C. nigra</i> type, <i>C. cf. flava</i> ) ir <i>Menyanthes trifoliata</i> |
| $Z_{M-3}$ | 48–100     | Vyrauja vandens augalų rūšys, <i>Potamogeton filiformis</i> ir <i>Chara</i> sp. Pakrantėse auga viksviniai ( <i>Carex</i> sp., <i>C. nigra</i> type) ir <i>Selaginella selaginoides</i> . Aptiktos pavienės <i>Pinus</i> sp. ir <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> makroliekanos.   |



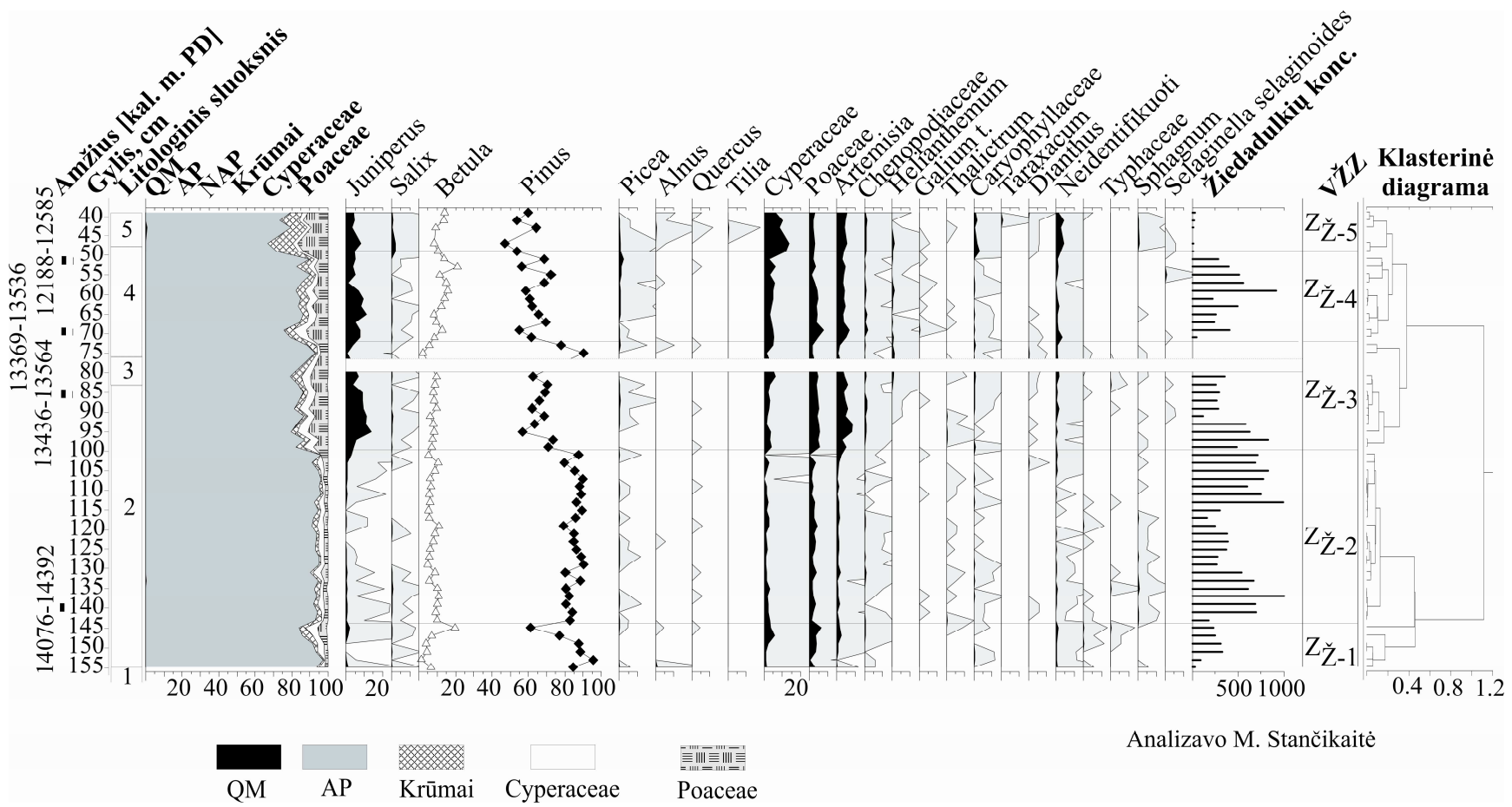
14 pav. Zervynų atodangos augalų makroliekanų diagrama.

## Palinologinė analizė

Zervynų atodangoje išanalizuoti 56 nuosėdų mėginiai. Išskirtos penkios vietinės žiedadulkių zonos (VŽZ) (16 lentelė, 15 pav.).

16 lentelė. Zervynų atodangos nuosėdų vietinės žiedadulkių zonos (VŽZ).

| VŽZ  | Gylis (cm) | Vietinių žiedadulkių zonų charakteristika  |
|------|------------|--|
| Zž-1 | 144–155    | <i>Pinus</i> (iki 95,8%) vyrauja šioje zonoje. Tuo tarpu <i>Betula</i> kiekis svyruoja nuo 1,4 iki 19,9 %. Aptiktas nemažas kiekis <i>Juniperus</i> žiedadulkių (iki 2,2%). Žolių žiedadulkių kiekis svyruoja nuo 2,8% iki 14,9%. Vyrauja Poaceae (iki 6,5%) ir Cyperaceae (5,7%), <i>Artemisia</i> sudaro iki 2,5% .  |
| Zž-2 | 100–144    | <i>Pinus</i> žiedadulkių kiekis išlieka gana aukštas (89,5%), <i>Betula</i> sudaro iki 11,1%. <i>Juniperus</i> kiekis sumažėja. Tarp žolių vyrauja Poaceae (iki 4,1%), Cyperaceae (iki 3,3%), <i>Artemisia</i> (iki 1,9%), <i>Chenopodium</i> (iki 1%). Zonoje aptikti nedideli kiekiai <i>Sphagnum</i> (0,2- 0,7%).   |
| Zž-3 | 72–100     | Zonai charakteringas ženklai sumažėjęs <i>Pinus</i> - iki 57% žiedadulkių kiekis, bei išaugęs <i>Juniperus</i> žiedadulkių skaičius (iki 13,9%). Beržo žiedadulkių kiekis spektre išlieka menkai pakitęs. Tuo pat metu pastebimai išauga žolinių augalų (NAP) žiedadulkių kiekis iki 20,4%. Didžiąją jų dalį sudaro viksvuoliniai (Cyperaceae), iki 6,1%, migliniai (Poaceae), iki 5,7%, kiečiai ( <i>Artemisia</i> ), iki 8,4%, bei <i>Chenopodium</i> iki 1,6%.              |
| Zž-4 | 47–72      | Zonoje išauga <i>Betula</i> (iki 21,3 %) bei <i>Picea</i> (iki 2,4%) žiedadulkių kiekis. Tuo tarpu <i>Pinus</i> žiedadulkių kiekis svyruoja nuo 46,9% iki 72,4%. <i>Juniperus</i> žiedadulkių kiekis išlieka beveik nepakitęs. Žolinių augalų (NAP) rūšinė sudėtis bei jų kiekis spektre padidėja (iki 33,2%). Tarp jų vyrauja Poaceae (iki 7,6%) Cyperaceae (iki 12,2%), <i>Artemisia</i> (iki 6,7%), Caryophyllaceae (iki 3,3%) bei <i>Chenopodium</i> iki 1,8% žiedadulkės. |
| Zž-5 | 40–47      | Zonoje stebimas <i>Pinus</i> - iki 46,9% ir <i>Betula</i> - iki 8,3% žiedadulkių kiekio mažėjimas. Gausiai aptikta <i>Salix</i> (iki 2,4%) ir <i>Juniperus</i> (iki 8,3%) žiedadulkių. Zonai būdingas maksimalus šioje diagramoje žolinių augalų (NAP) žiedadulkių kiekis, siekiantis iki 33,2%. Iš žolių dominuoja Cyperaceae (13,6 %). Šioje zonoje <i>Sphagnum</i> sporų kiekis kinta nuo 0,2 iki 0,6%.   |



15 pav. Zervynų atodangos nuosėdų sporų-žiedadulkių diagrama

### **Radiokarboniniai tyrimai**

Zervynų atodangoje buvo datuoti penki nuosėdų mėginiai (17 lentelė). Viena radiokarboninė data (14057–14271 kal. m. PD, Poz-58687) esanti 148–150 cm gylyje neatitinka likusių datų chronologijos. Remiantis radiokarboninių datų išsidėstymu šios nuosėdos yra šiek tiek jaunesnes nei vėliau (140–142 cm gylyje) susiformavusios nuosėdos. Viena iš daugelio neatitikimo priežasčių gali būti datuotų nuosėdų užterštumas. Turimų duomenų interpretacijai ši data nebus naudojama. Remiantis 140–142 cm gylyje aptikta ir datuota pušies (*Pinus*) sėkla, matyt, jog seniausios nuosėdos susiklostė 14076–14392 kal. m. PD, t.y. GI-1e klimatinio įvykio metu. Aukščiau slūgsančios nuosėdos (84–86 cm ir 68–70 cm gylyje) datuotos 13436–13564 kal. m. PD ir 13369–13536 kal. m. PD formavosi GI-1(c-a) klimatinio įvykio metu. 50–52 cm gylyje slūgsančios nuosėdos susiklostė apie 12188–12585 kal. m. PD ir atitinka GS-1 klimatinį įvykį.

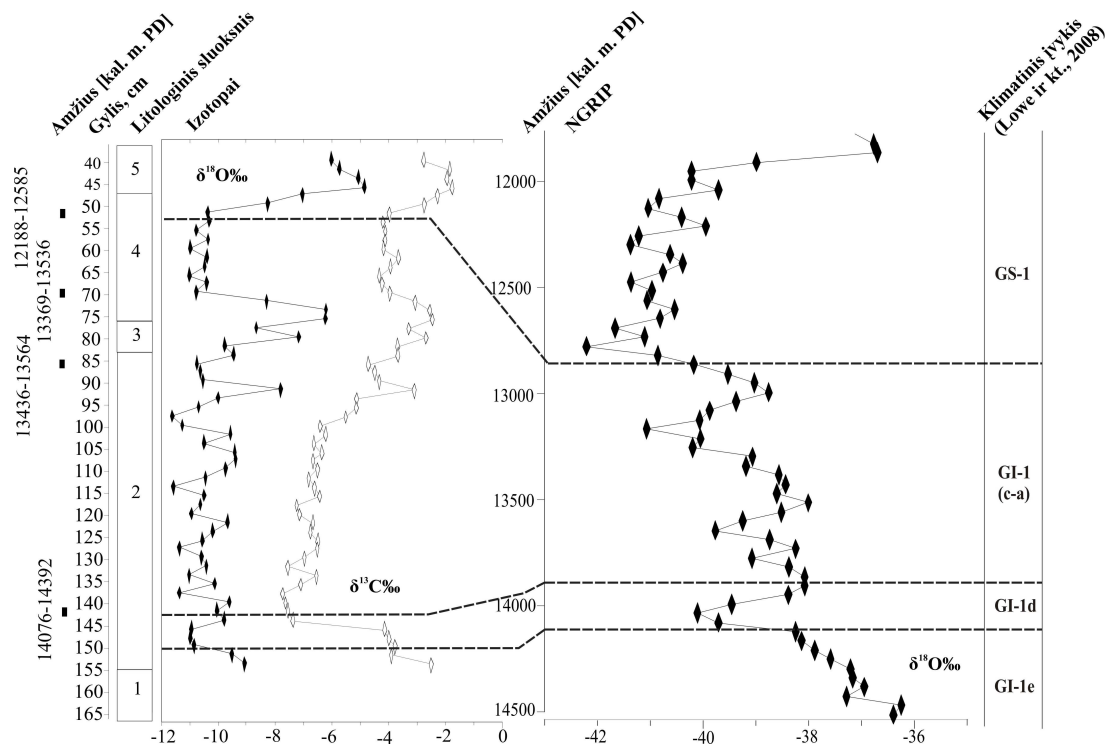
17 lentelė. Zervynų nuosėdų radiokarboninės datos.

| <b>Nr.</b> | <b>Gylis (cm)</b> | <b>Nekalibruotas amžius (m. PD)</b> | <b>Kalibruotas amžius (68.2%) (kal. m. PD)</b> | <b>Lab. Indeksas</b> | <b>Datuota medžiaga</b> |
|------------|-------------------|-------------------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| 1          | 50–52             | 10500±290                           | 12188–12585                                    | Vs-2284              | BOA                     |
| 2          | 68–70             | 11610±60                            | 13369–13536                                    | Poz-58686            | BOA                     |
| 3          | 84–86             | 11670±70                            | 13436–13564                                    | Poz-51806            | BOA                     |
| 4          | 140–142           | 12290±70                            | 14076–14392                                    | Poz-51807            | <i>Pinus</i> sėkla      |
| 5          | 148–150           | 12260±60                            | 14057–14271                                    | Poz-58687            | BOA                     |



### Izotopiniai ( $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^{13}\text{C}$ ) tyrimai

Mėginiai izotopiniams tyrimams Zervynų atodangoje buvo paimti iš 38–154 cm gylio intervalo. Šioje atodangoje galime išskirti keturias izotopų zonas. Pirmas intervalas nuo 154 cm iki 150 cm, čia  $\delta^{18}\text{O}$  izotopo vertės svyruoja nuo -9,09‰ iki -9,53‰, o  $\delta^{13}\text{C}$  atitinkamai – nuo -2,51‰ iki -3,91‰. Deguonies ir anglies izotopų kreivės liudija apie buvusią gana aukštą vidutinę metinę temperatūrą bei sausą klimatą. Šis intervalas koreliuojamas su GI-1e klimatiniu įvykiu. Antras intervalas nuo 150 iki 144 cm pasižymi  $\delta^{18}\text{O}$  (nuo -9,53 iki -10,99‰) izotopų verčių mažėjimu. Tuo tarpu anglies  $\delta^{13}\text{C}$  izotopu vertės svyruoja tarp -3,77‰ iki -4,14‰. Izotopų ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) pokyčiai gali būti susiję su vidutinės metinės temperatūros mažėjimu bei sausu klimatu. Šis intervalas koreliuojamas su GI-1d klimatiniu įvykiu. Trečia zona apima 144-50 cm intervalą. Intervale nuo 144 iki 70 cm stebimas  $\delta^{18}\text{O}$  verčių didėjimas (nuo -11,37‰ iki -9,40‰) bei  $\delta^{13}\text{C}$  (nuo -6,21‰ iki -7,72‰) izotopo verčių mažėjimas. Pokyčiai deguonies ( $\delta^{18}\text{O}$ ) izotopo kreivėje, sietini su pastebimu vidutinės metinės temperatūros didėjimu. Tuo tarpu pokyčiai anglies ( $\delta^{13}\text{C}$ ) izotopo kreivėje stebimi šio intervalo pradžioje liudija drėgmės kiekio augimą. Vėliau anglies  $\delta^{13}\text{C}$  verčių didėjimas gali būti susiję su klimato sausėjimu. 70-50 cm gylyje stebimas  $\delta^{18}\text{O}$  izotopo kreivės kritimas (iki -10,99‰) gali būti siejamas su vidutinės metinės temperatūros mažėjimu. Tuo tarpu stebimi nežymus pokyčiai anglies izotopų kreivėje liudija drėgmės kiekio augimą. Intervalas koreliuojamas su GI-1(c-a) klimatiniu įvykiu. Ketvirta zona apimanti 50-38 cm intervalą pasižymi deguonies ( $\delta^{18}\text{O}$ ) (nuo -8,27 iki -5,09‰) bei anglies ( $\delta^{13}\text{C}$ ) (-2,75‰ iki -1,77‰) verčių didėjimą. Deguonies  $\delta^{18}\text{O}$  izotopų kreivės augimas gali būti siejamas su vidutinės metinės temperatūros kilimu. Tuo tarpu anglies ( $\delta^{13}\text{C}$ ) izotopų kreivės pokyčiai rodo klimato sausėjimą. Šis intervalas koreliuojamas su GS-1 klimatiniu įvykiu (16 pav.)



16 pav. Zervynų atodangos izotopinių ( $\delta^{18}\text{O}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$ ) tyrimų rezultatai ir jų koreliaciją su Grenlandijos ledo kolonėlėse fiksuotais  $\delta^{18}\text{O}$  izotopų pokyčiais (NGRIP).

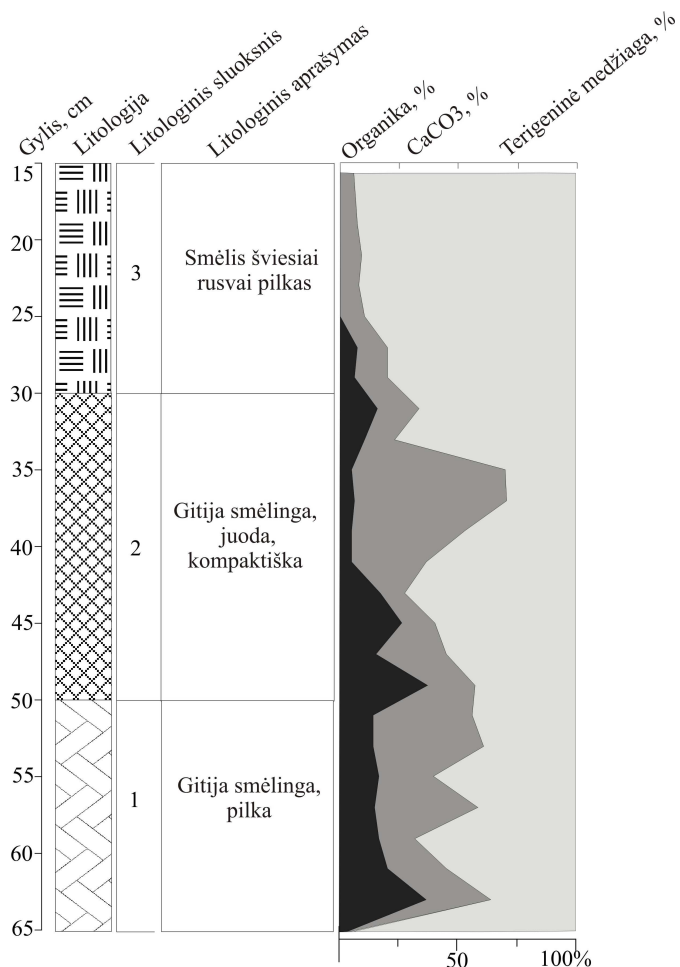
## RUDNIOS ATODANGOS NUOSĖDŲ TYRIMAI

Rudnios atodanga (54°04'07,9"N, 24°39'35,4"E) yra kairiajame Ūlos upės krante, Rudnios kaime. Nuosėdų mėginiai augalų makroliekanų analizei, radiokarboniniam datavimui bei litologiniams tyrimams buvo imami kas 2 cm .

### Litologiniai tyrimai

Atodangos apatinėje dalyje (50–65 cm gylyje) stebimas aleuritingos pilkos ir durpingos gitijos persisluoksniavimas. Organikos kiekis nuosėdose svyruoja nuo 14,33% iki 36,98%, karbonatų – nuo 15,05% iki 47,15% ir terigeninė medžiaga - nuo 35,91% iki 67,77%. Virš šio sluoksnio 30–50 cm gylyje slūgso juoda, aleuritinga, kompaktiška gitija. Šiose nuosėdose organikos kiekis išlieka gana didelis (10,56–37,36%), tik 35–41 cm intervale stebimas organikos kiekio sumažėjimas

(5,24–6,69%). Karbonatų sudedamoji svyruoja nuo 15,05% iki 47,15%, tuo tarpu terigeninės medžiagos kiekis tarp 28,88% ir 76,57%. Gitiją dengia šviesus, rusvai pilkas smėlis. Šiame sluoksnyje vyrauja terigeninė medžiaga (79,30–95,82%) su organikos (0,31–8,01%) ir karbonatų (3,87–14,12%) priemaiša (17 pav.).



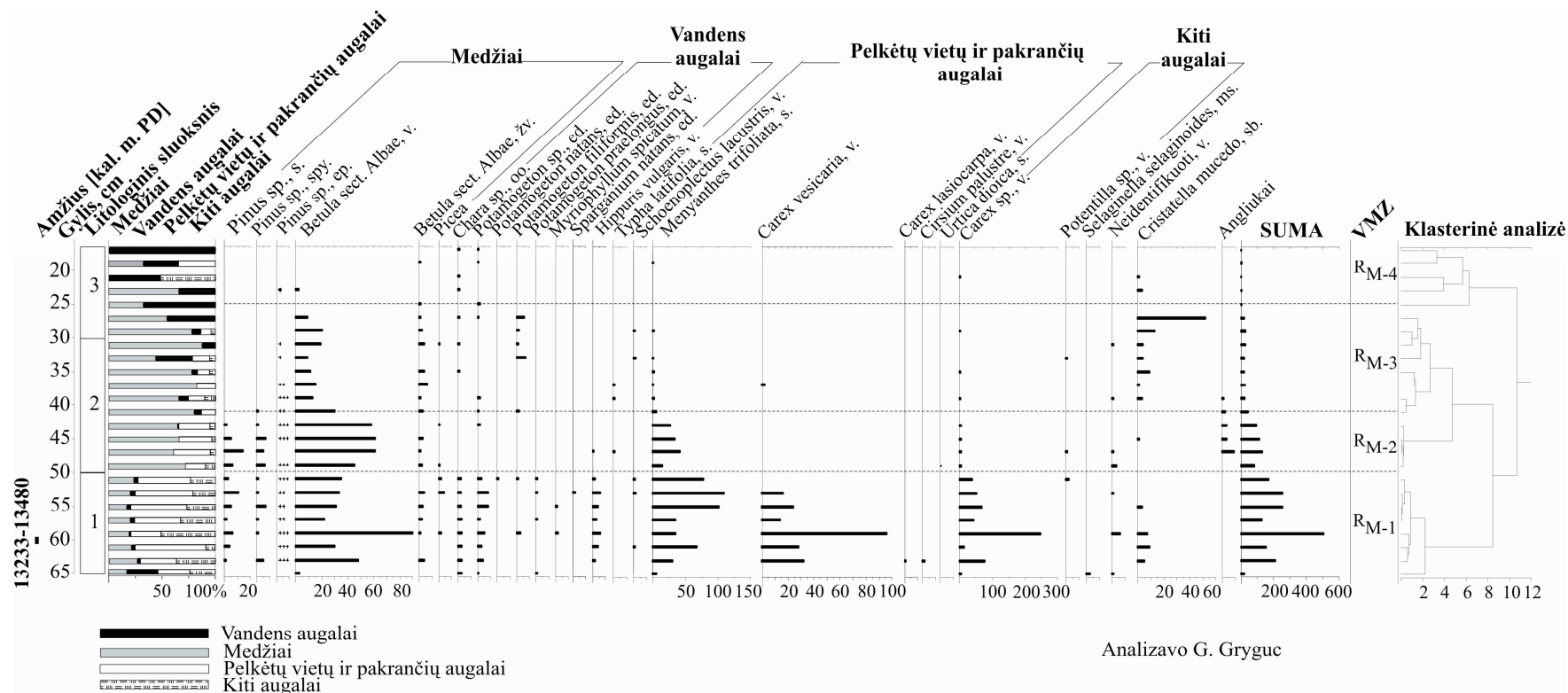
17 pav. Rudnios atodangos nuosėdų pjūvio litologinė sudėtis.

## Augalų makroliekanų tyrimai

Rudnios atodangoje ištirti 33 mėginiai, iš kurių 8-iuose augalų makroliekanų neaptikta. Nustatytos 21 taksonui priklausančios augalų makroliekanos, iš jų 14 apibūdinta iki rūšies, 6 iki genties lygmens. Medžių grupėje nustatyti 3 taksonai, vandens augalų grupėje - 7 taksonai, pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje - 9 taksonai, kitų augalų grupėje - 2 taksonai. Išanalizuoto pjūvio makrofloros kompleksas buvo suskirstytas į keturias ( $R_{M-4}$  –  $R_{M-1}$ ) stambias vietines makroliekanų zonas (VMZ) (18 lentelė, 18 pav.).

18 lentelė. Rudnios atodangos nuosėdų vietinės augalų makroliekanų zonos (VMZ)

| VMZ       | Gylis (cm) | VMZ aprašymas   |
|-----------|------------|---|
| $R_{M-1}$ | 50–65      | Zonoje vyrauja pelkėtų vietų ir pakrančių augalai. Vandens baseino pakrantėse gausiai augo Cyperaceae šeimos atstovai ( <i>Carex</i> sp., <i>C. vesicaria</i> , <i>C. lasiocarpa</i> ). Be viksvų gausiai aptikta <i>Menyanthes trifoliata</i> . Šalia šių augalų pasirodo <i>Cirsium palustre</i> , <i>Potentilla</i> sp., <i>Schoenoplectus lacustris</i> . Šios zonos apatinėje intervalo dalyje (65 cm gylyje) aptiktos <i>Selaginella selaginoides</i> sporos. Vandens baseine vyravo <i>Potamogeton</i> genties augalai ( <i>P. natans</i> , <i>P. praelgonus</i> ), <i>Hippuris vulgaris</i> ir <i>Chara</i> sp. oosporos. Krantuose augo beržai bei spygliuočiai (pušys, eglė). |
| $R_{M-2}$ | 41–50      | Lyginant su $R_{M-1}$ zona sumažėja pelkėtų vietų ir pakrančių augalų, ypač viksvinių. Pradeda vyrauti <i>M. trifoliata</i> . Zonoje pasirodo <i>Typha latifolia</i> bei <i>Urtica dioica</i> . Kitų augalų makroliekanos užfiksuotos kaip pavieniai radiniai. Medžių grupėje rūšinė sudėtis nesikeičia. Vandens augalų grupėje aptiktas vienas <i>Potamogeton</i> sp. endokarpis.  |
| $R_{M-3}$ | 25–41      | Pakrančių apaugimas nėra didelis. Aptiktos tik pavienės <i>Typha latifolia</i> , <i>Schoenoplectus lacustris</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Carex vesicaria</i> , <i>Potentilla</i> sp., <i>Carex</i> sp. liekanos. Tuo pat metu aptiktas didelis kiekis <i>Cristatella mucedo</i> statoblastų. Lyginant su $R_{M-2}$ zona šalia <i>Potamogeton</i> sp. pasirodo <i>P. filiformis</i> bei <i>Chara</i> sp. Medžių grupėje vyrauja beržai su spygliuočiai (pušys, eglė) priemaiša.  |
| $R_{M-4}$ | 15–25      | Rūšinė sudėtis visose trijose augalų grupėse ženkliai sumažėja. Rastos tik pavienės augalų makroliekanos.   |



18 pav. Rudnios atodangos augalų makroliekanų diagrama.

### **Radiokarboniniai tyrimai**

Rudnios atodangoje buvo datuoti keturi nuosėdų mėginiai (19 lentelė). Tyrimų metu gautos datos išsidėsto nenuosekliai. 60–62 cm gylyje aptiktos ir datuotos pušies (*Pinus*) sėklos rodo nuosėdas susiformavusias apie 13233–13480 kal. m. PD, t.y., GI-1(c-a) klimatinio įvykio metu. Ši data yra patikima ir vertinga tolimesnei duomenų interpretacijai. Tuo tarpu aukščiau pjūvyje datuoti nuosėdų mėginiai (Vs-2287, Poz-58683, Poz-58639) yra pasendinti ir nebus naudojami. Šių neatitikimų priežastimi gali būti nuosėdų užterštumas ar datavimo paklaidos.

19 lentelė. Rudnios nuosėdų radiokarboninės datos.

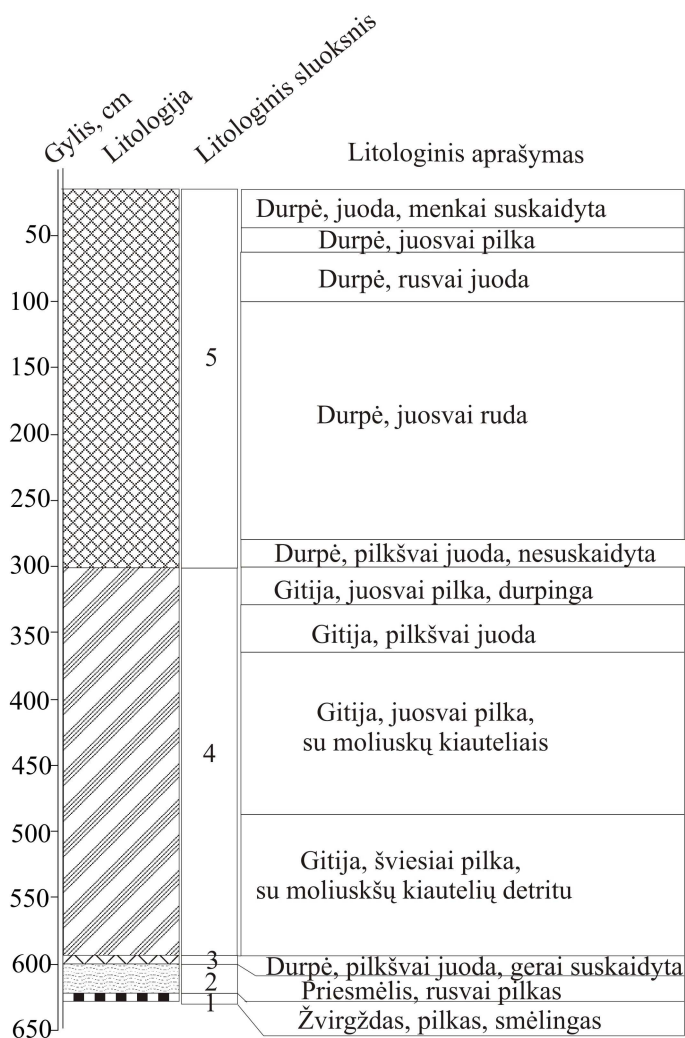
| <b>Nr.</b> | <b>Gylis (cm)</b> | <b>Nekalibruotas amžius (m. PD)</b> | <b>Kalibruotas amžius (68.2%) (kal. m. PD)</b> | <b>Lab. indeksas</b> | <b>Datuota medžiaga</b> |
|------------|-------------------|-------------------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| 1          | 30–32             | 11520 ± 60                          | 13300–13537                                    | Poz-58639            | BOA                     |
| 2          | 42–44             | 11770 ± 50                          | 13543–13780                                    | Poz-58683            | BOA                     |
| 3          | 48–50             | 11770 ± 90                          | 13730–13495                                    | Vs-2287              | BOA                     |
| 4          | 60–62             | 11440 ± 50                          | 13233–13480                                    | Poz-58684            | <i>Pinus</i> sėkla      |

## PAKASTUVOS EŽERO NUOSĖDŲ TYRIMAI

Pakastuvos ežeras (56°4'13,23"N, 21°51'6,63"E) yra Žemaitijos Nacionalinio Parko teritorijoje, 500–800 m į šiaurę nuo Platelių ežero. Ežero plotas yra 1,8 ha. Mėginiai augalų makroliekanų analizei buvo imami kas 4 cm, žiedadulkių, ir radioaktyviosios anglies datavimui - kas 2cm. Mėginius tyrimams paėmė VU Geologijos ir mineralogijos katedros tyrėjai.

### Litologiniai tyrimai

Nuosėdų stulpelis siekė 630 cm gylį. Apačioje slūgso 4 cm storio žvirgždas, o virš jo 27 cm storio priemolio sluoksnis. Iš viršaus ši sluoksnį dengia plonas



5 cm durpės sluoksnis. Virš šio sluoksnio slūgso gitija su moliuskų kiautelių liekanomis, kuri 330 cm gylyje pereina į durpingą gitiją. Nuo 300 cm gylio prasideda durpės kaupimasis. Detalus litologinis aprašymas pateiktas paveiksle (19 pav.).

19 pav. Pakastuvos ežero pjūvio nuosėdų litologija (pagal Macijauskaitė, 2012).

## Augalų makroliekanų tyrimai

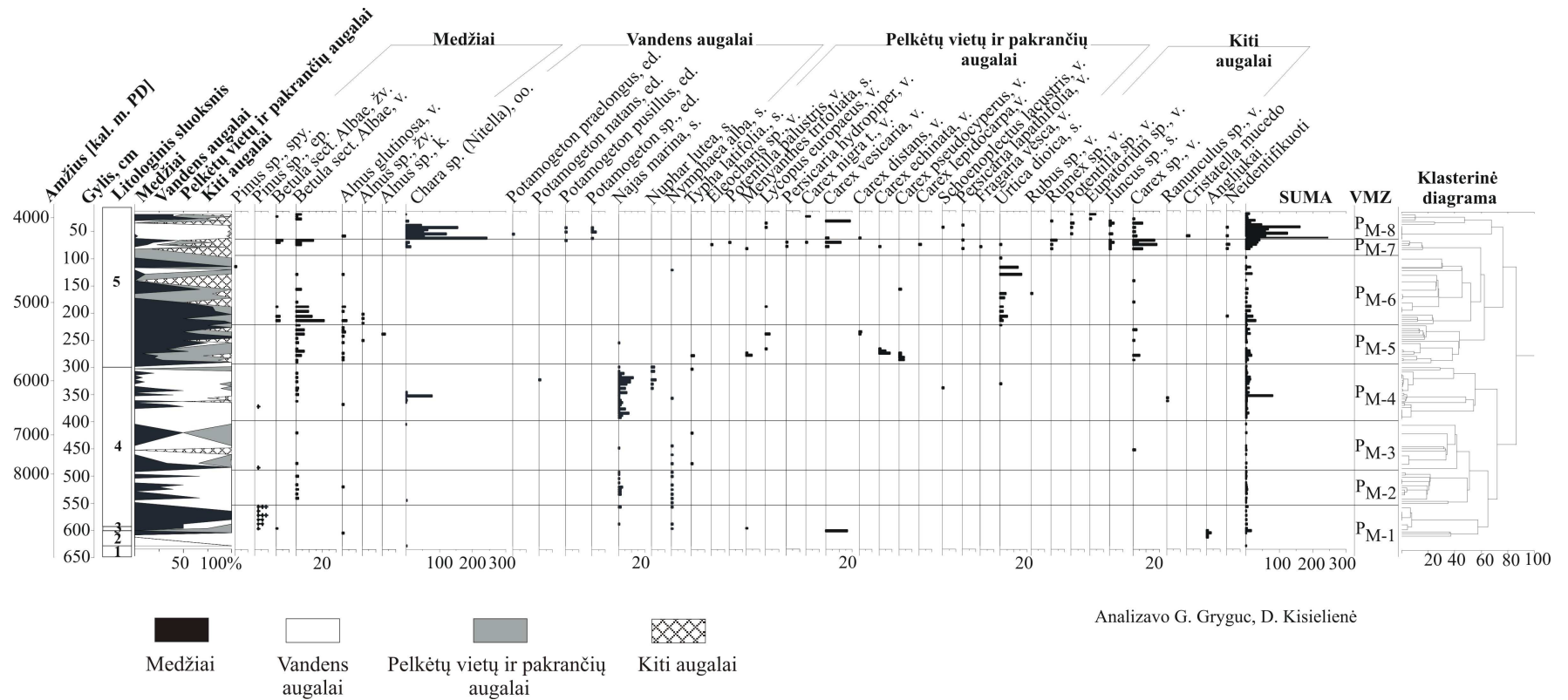
Pakastuvos grėžinyje ištirti 108 nuosėdų mėginiai. Nustatytos 35 taksonams priklausančios augalų makroliekanos, iš jų 21 apibūdinta iki rūšies, 14 iki genties. Medžių grupėje nustatyti 4 taksonai, vandens augalų grupėje - 8 taksonai, pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje - 16 taksonai, kitų augalų grupėje - 7 taksonai. Išanalizuoto pjūvio makrofloros kompleksas buvo suskirstytas į aštuonias ( $P_{M-1}$ – $P_{M-8}$ ) stambias vietines augalų makroliekanų zonas (VMZ) (20 lentelė, 20 pav.).

20 lentelė. Pakastuvos ežero nuosėdų vietinės augalų makroliekanų zonos (VMZ).

| VMZ       | Gylis (cm) | VMZ aprašymas  |
|-----------|------------|--|
| 1         | 2          | 3  |
| $P_{M-1}$ | 556–650    | Floros sudėtis paleobaseine skurdi. Vandens augalų grupėje aptiktos pavienės <i>Chara</i> , <i>Najas marina</i> ir <i>Nymphaea alba</i> liekanos. Paleobaseino pakrantėse augo <i>Carex vesicaria</i> ir <i>Menyanthes trifoliata</i> . Zonoje aptiktos pavienės medžių liekanos ( <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> , <i>Alnus glutinosa</i> ). Užfiksuotas didelis kiekis pušies epidermio. Rasta angliukų. |
| $P_{M-2}$ | 490–556    | Floros sudėtis vandens baseine mažai keičiasi. Vyrauja tos pačios vandens augalų rūšys kaip ir $P_{M-1}$ zonoje, tačiau gausiau aptinkamos <i>Nymphaea alba</i> ir <i>Najas marina</i> . Nebeaptinkama pelkėtų vietų ir pakrančių augalų. Medžių grupėje išauga <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> kiekis. Aptiktas <i>Alnus glutinosa</i> riešutėlis. Tuo tarpu pušies liekanų nebeaptinkame.                 |
| $P_{M-3}$ | 400–490    | Floros sudėtis išlieka skurdi. Lyginant su $P_{M-2}$ zona ženkliai sumažėja <i>Najas marina</i> liekanų, rastas tik pavienis radinys. <i>Nymphaea alba</i> liekanos artėjant prie zonos viršaus nebeaptinkamos. Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų grupėje pasirodo <i>Typha</i> sp. ir <i>Carex</i> sp. Aptikti nedideli kiekiai beržo ir pušies liekanų   |



| 1                | 2       | 3  |
|------------------|---------|--|
| P <sub>M-4</sub> | 298–400 | Zonoje vyrauja vandens augalai, tarp kurių gausiausia aptikta <i>Najas marina</i> . Kartu su pastarąja įsikuria ir kitų rūšių vandens augalai <i>Nuphar lutea</i> , <i>Chara</i> sp., <i>Potamogeton natans</i> , <i>Nymphaea alba</i> . Rastos pavienės pakrančių augalų <i>Schoenoplectus lacustris</i> , <i>Ranunculus</i> sp., <i>Typha latifolia</i> . bei <i>Urtica dioica</i> liekanos. Paleobaseino pakrantėse augo beržai su alksnio ir pušies priemaiša.   |
| P <sub>M-5</sub> | 218–298 | Vandens augalų ženkliai sumažėja, aptiktos tik pavienės <i>Najas marina</i> liekanos. Įsivyroja pelkėtų vietų ir pakrančių augalai, padidėja jų rūšinė įvairovė. Aptikta įvairių viksvų ( <i>Carex</i> sp., <i>C. echinata</i> , <i>C. pseudocyperus</i> , <i>C. distans</i> ) liekanų. Kartu su pastaraisiais augalais sutinkamos <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Lycopus europaeus</i> bei <i>T. latifolia</i> liekanos. Lyginant su P <sub>M-4</sub> zona, gausesnės ir medžių liekanos (alksnių ir beržų). |
| P <sub>M-6</sub> | 98–218  | Zonoje vyrauja pelkėtų vietų ir pakrančių augalai. Tarp jų gausiausi <i>Urtica dioica</i> radiniai. Iš vandens augalų nustatytos tik <i>Nymphaea alba</i> liekanos. Artėjant link zonos viršaus stebimas beržo ir alksnio makroliekanų kiekio mažėjimas, 112–124 cm gylyje aptikta pušies sėkla.   |
| P <sub>M-7</sub> | 62–98   | Padidėja pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšinė įvairovė. Aptinkami įvairių viksvų ( <i>Carex</i> sp., <i>C. vesicaria</i> , <i>C. echinata</i> , <i>C. nigra</i> , <i>C. lepidocarpa</i> ) radiniai. Pasirodo <i>Persicaria hidropiper</i> , <i>P. lapathifolia</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Rumex</i> sp., <i>Juncus</i> sp. bei kitų augalų liekanos.   |
| P <sub>M-8</sub> | 18–62   | Vandens augalų grupėje užfiksuotas didelis <i>Chara</i> sp. oosporų skaičius. Zonoje aptinkamos ir kitos vandens augalų rūšys: <i>Potamogeton</i> sp., <i>P. pusillus</i> , <i>P. praelongus</i> . Medžių kiekis sumažėjęs.  |



20 pav. Pakastuvos ežero augalų makroliekanų diagrama.

### **Palinologinė analizė**

Pakastuvos ežero palinologinę analizę atliko L. Macijauskaitė. Rezultatai pateikti magistriniame darbe „Augalijos ir klimato kaita vėlyvajame ledynmetyje ir holocene Šiaurės vakarų Lietuvoje palinologinės analizės duomenimis“ (Macijauskaitė, 2012). Pakartotinę duomenų interpretaciją atliko disertacinio darbo autorė. Jos metu remiantis L. Macijauskaitės sudaryta žiedadulkių diagrama bei radiokarbonių datavimų rezultatais disertacinio darbo autorė padarė išvadą, jog nuosėdos Pakastuvos paleobaseine pradėjo formotis viduriniojo holoceno pradžioje, o ne aleriodo laikotarpiu kaip buvo teigiama ankstesnės interpretacijos metu. Nuosėdų pjūvio apačioje (568–602 cm gylyje) išskirtoje vietinėje žiedadulkių zonoje (P1) išryškėjantis *Corylus* žiedadulkių maksimumas gali būti gretinamas su viduriniojo holoceno laikotarpiu. Panašiu metu lazdynų vyravimas Lietuvos regione buvo užfiksuotas ir ankstesnių tyrimų metu (Balakauskas, 2012).

### **Radiokarboniniai tyrimai**

Pakastuvos ežere buvo datuoti penki nuosėdų mėginiai (21 lentelė). Tyrimų metu gautos datos nuosėdų pjūvyje išsidėsto nuosekliai. Radioaktyviosios anglies datavimo rezultatai rodo, kad seniausios nuosėdos, slūgsančios 598–599 cm gylyje, susiklostė apie 8570–7683 kal. m. PD. t.y. viduriniajame holocene. Tuo metu kaupėsi durpė. Vėliau apie 8041–7966 kal. m. PD pradėjo kauptis gitija. Gitijos kaupimasis tęsėsi iki 6653–6549 kal. m. PD. 5847–4626 kal. m. PD. laiko intervale vyko durpės kaupimasis.

21 lentelė. Pakastuvos nuosėdų radiokarboninės datos (prieš dabartį) (Macijauskaitė, 2012).

| <b>Nr.</b> | <b>Gylis (cm)</b> | <b>Nekalibruotas amžius (m. PD)</b> | <b>Kalibruotas amžius (68.2%) (kal. m. PD)</b> | <b>Lab. indeksas</b> | <b>Datuota medžiaga</b> |
|------------|-------------------|-------------------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| 1          | 159–160           | 4275±150                            | 5098–4626                                      | Vs-2156              | BOA                     |
| 2          | 292–296           | 4950±110                            | 5847–5606                                      | Vs-2158              | BOA                     |
| 3          | 395–396           | 5800±40                             | 6653–6549                                      | Poz-44797            | BOA                     |
| 4          | 496–497           | 7180±50                             | 8041–7966                                      | Poz-44799            | BOA                     |
| 5          | 598–599           | 7240±450                            | 8570–7683                                      | Vs-2077              | BOA                     |

## 7. DISKUSIJA

### 7.1. Augalų paleobendrijų kompleksai

#### Briaunio ežeras

Briaunio nuosėdų pjūvyje identifikuotos augalų makroliekanos priskirtos 11 augalų paleobendrijų klasėms: *Potamogetonetea pectinati*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Charetea fragilis*, *Artemisietea vulgaris*, *Lemnetea minoris*, *Alnetea glutinosae*, *Bidentetea tripartitae*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Nardetea strictae*, *Epilobietea angustifolii*. Aštuoniolika augalų taksonų nepriskirta nei vienai klasei (22 lentelė).

Ankstyvajame holocene, paleobaseino formavimosi pradžioje plito maurabragūnų (*Charetea fragilis*) ir plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijos. Tuo tarpu pakrantėse kūrėsi stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*), smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*), termokserofilinės aukštų daugiamečių žolių (*Artemisietea vulgaris*), žemapelkių raistų bei plynraisčių (*Alnetea glutinosae*) ir trašių pievų (*Molinio-Arrhenatheretea*) bendrijos. Viduriniojo holoceno antroje pusėje iki šiol paleobaseine vyravusias bendrijas pakeitė smulkiųjų pleustofītų (*Lemnetea minoris*) bendrijos. Drėgnose bei sausesnėse augimvietėse išikūrusios bendrijos pasižymėjo didesne rūšine įvairove. Tuo metu į drėgnas augimvietes plito aukštų nitrofilinių terofītų pionierinių (*Bidentetea tripartitae*) bendrijų augalai. Vėlyvajame holocene išnykus vandens augalų bendrijoms išivyravo šlapių (*Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigra*, *Bidentetea tripartitae*) bei sausesnių augimviečių augalų bendrijos (*Molinio-Arrhenatheretea*, *Nardetea strictae*, *Artemisietea vulgaris*, *Epilobietea angustifolii*).

22 lentelė. Briaunio ežero nuosėdose išskirtų taksonų prierašumas augalų bendrijoms.

| <b>Nustatyti taksonai</b>                            | <b>Fitosociologinė klasė</b>                                       | <b>Šeima</b>     |
|--|--|------------------|
| <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b>         |
| <i>Picea</i> sp.                                     | –  | Pinaceae         |
| <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn                   | <i>Alnetea glutinosae</i> Br. Bl.<br>et R. Tx. 1943                | Betulaceae       |
| <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>                     | –  | Betulaceae       |
| <i>Betula pubescens</i> Ehrh.                        | –  | Betulaceae       |
| <i>Chara</i> sp.                                     | <i>Charetea fragilis</i> Fukarek<br>ex Krausch 1964                | Characeae        |
| <i>Eleocharis palustris</i> (L.)<br>Roem. Et Schult. | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941 | Cyperaceae       |
| <i>Lemna trisulca</i> L.                             | <i>Lemnetea minoris</i> R. Tx.<br>1955                             | Lemnaceae        |
| <i>Nymphaea alba</i> L.                              | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Nymphaeaceae     |
| <i>Nuphar lutea</i> L.                               | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Nymphaeaceae     |
| <i>Najas marina</i> L.                               | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Najadaceae       |
| <i>Ceratophyllum demersum</i><br>L.                  | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Ceratophyllaceae |
| <i>Myriophyllum verticillatum</i><br>L.              | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Myriophyllaceae  |
| <i>Potamogeton</i> L.                                | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton natans</i> L.                         | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. TX. ET PREISING 1942        | Potamogetonaceae |

| 1   | 2  | 3                |
|---|--|------------------|
| <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.             | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942                    | Potamogetonaceae |
| <i>Potentilla palustris</i> (L.)<br>Scop.     | –  | Rosaceae         |
| <i>Cladium mariscus</i> (L.)<br>Pohl          | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941             | Cyperaceae       |
| <i>Scirpus sylvaticus</i> L.                  | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>R. Tx. 1937                                  | Cyperaceae       |
| <i>Schoenoplectus lacustris</i><br>(L.) Palla | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941             | Cyperaceae       |
| <i>Typha latifolia</i> L.                     | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941             | Typhaceae        |
| <i>Typha</i> sp.                              | –  | Typhaceae        |
| <i>Carex nigra</i> (L.) Reichard              | <i>Scheuchzerio-Caricetea</i><br><i>nigrae</i> (Nordhagen 1936)<br>R. Tx. 1937 | Cyperaceae       |
| <i>Carex pseudocyperus</i> L.                 | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941             | Cyperaceae       |
| <i>Carex vesicaria</i> L.                     | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941             | Cyperaceae       |
| <i>Carex</i> sp.                              | –  | Cyperaceae       |
| <i>Eupatorium</i> sp.                         | –  | Asteraceae       |
| <i>Filipendula ulmaria</i> (L.)<br>Maxim.     | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>R. Tx. 1937                                  | Rosaceae         |
| <i>Hypericum</i> sp.                          | –  | Hypericaceae     |
| <i>Lychnis</i> sp.                            | –  | Ceratophyllaceae |
| <i>Mentha</i> sp.                             | –  | Lamiaceae        |

| 1  | 2   | 3              |
|--|---|----------------|
| <i>Lycopus europaeus</i> L.                | <i>Alnetea glutinosae</i> Br. Bl.<br>et R. Tx. 1943                     | Lamiaceae      |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> L.            | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941      | Menyanthaceae  |
| <i>Chenopodium</i> sp.                     | –   | Chenopodiaceae |
| <i>Cicuta virosa</i> L.                    | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941      | Apiaceae       |
| <i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.         | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>R.Tx. 1937                            | Asteraceae     |
| <i>Persicaria</i> sp.                      | –   | Polygonaceae   |
| <i>Potentilla erecta</i> (L.)<br>Raeuschel | <i>Nardetea strictae</i> Rivas<br>Goday et Borja Carbonell              | Rosaceae       |
| <i>Potentilla</i> sp.                      | –   | Rosaceae       |
| <i>Ranunculus acris</i> L.                 | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>R.Tx. 1937                            | Ranunculaceae  |
| <i>Ranunculus sceleratus</i> L.            | <i>Bidentetea tripartitae</i> R.<br>Tx. et al. in R. Tx. 1950           | Ranunculaceae  |
| <i>Ranunculus</i> sp.                      | –   | Ranunculaceae  |
| <i>Rubus</i> sp.                           | –   | Rosaceae       |
| <i>Batrachium</i> sp.                      | –   | –              |
| <i>Juncus</i> sp.                          | –   | Juncaceae      |
| <i>Bryales</i> spp.                        | –   |                |
| <i>Rumex crispus</i> L.                    | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>R.Tx. 1937                            | Polygonaceae   |
| <i>Urtica dioica</i> L.                    | <i>Artemisietea vulgaris</i><br>Lohm., Prsg et R. Tx. in<br>R.Tx. 1950  | Urticaceae     |
| <i>Fragaria vesca</i> L.                   | <i>Epilobietea angustifolii</i> R.<br>Tx. et Prsg. ex v. Rochow<br>1951 | Rosaceae       |



| 1  | 2  | 3               |
|--|--|-----------------|
| <i>Stellaria</i> sp.                         | –  | Caryophyllaceae |
| <i>Hypericum</i> cf. <i>perforatum</i><br>L. | <i>Artemisietea vulgaris</i><br>Lohm., Prsg et R. Tx. in<br>R.Tx. 1950 | Hypericaceae    |

### Verpstinio ežeras

Verpstinio nuosėdų pjūvyje identifikuotos augalų makroliekanos priskirtos septynioms augalų paleobendrijų klasėms: *Charetea fragilis*, *Potamogetonetea pectinati*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Artemisietea vulgaris*, *Bidentetea tripartitae*, *Oxycocco-Sphagnetea*. Šešiolika augalų taksonų nepriskirta nei vienai klasei (23 lentelė).

Ankstyvojo holoceno metu paleobaseine išikūrusios augalų rūšys formavo maurabragūnų (*Charetea fragilis*) ir plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijas. Drėgnose vandens telkinio pakrantėse išikūrę stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*), smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bei aukštų nitrofilinių terofītų pionierinės (*Bidentetea tripartitae*) bendrijos. Tuo metu aptinkamos žolinės ir kimininės aukštapelkinių plynių (*Oxycocco-Sphagnetea*) augalų bendrijos buvo negausios. Sausesnėse augimvietėse plito termokserofilinės aukštų nitrofilinių daugiamečių žolių (*Artemisietea vulgaris*) bendrijos. Viduriniajame holocene paleobaseine išnyksta maurabragūnų (*Charetea fragilis*) bendrijos. Tuo tarpu plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijoje ženkliai sumažėja augalų rūšių skaičius bei įvairovė. Toks reiškinys stebimas ir vandens telkinio pakrantėse išikūrusiose bendrijose (*Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Bidentetea tripartitae*). Termokserofilinę aukštų nitrofilinių daugiamečių žolių (*Artemisietea vulgaris*) bendriją formuojančių augalų nebeaptinkama. Vėlyvajame holocene paleobaseino aplinkoje vyravo stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bei žolinės ir kimininės aukštapelkinių plynių (*Oxycocco-*

*Sphagnetea*) bendrijos. Nitrofilinėse augimvietėse pasirodė termokserofilinės aukštų daugiamečių žolių (*Artemisietea vulgaris*) bendrijos.

23 lentelė. Verpstinio ežero nuosėdose išskirtų taksonų prierašumas augalų bendrijoms.

| Nustatyti taksonai                                      | Fitosociologinė klasė  | Šeima            |
|---|--|------------------|
| 1   | 2  | 3                |
| <i>Picea</i> sp.  | –  | Pinaceae         |
| <i>Pinus</i> sp.  | –  | Pinaceae         |
| <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>                        | –  | Betulaceae       |
| <i>Chara</i> sp.  | <i>Charetea fragilis</i> Fukarek ex Krausch 1964             | Characeae        |
| <i>Nymphaea alba</i> L.                                 | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Nymphaeaceae     |
| Nymphaeaceae Salisb.                                    | –  | Nymphaeaceae     |
| <i>Potamogeton</i> sp.                                  | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton natans</i> L.                            | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton coloratus</i> Hornem.                    | –  | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton pusillus</i> L.                          | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.                       | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Potamogetonaceae |
| <i>Najas flexilis</i> (Willd.) Rostk. et. W.L.E.Schmidt | –  | Najadaceae       |
| <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla              | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941 | Cyperaceae       |
| <i>Typha latifolia</i> L.                               | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941 | Typhaceae        |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> L.                         | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941 | Menyanthaceae    |
| <i>Carex</i> sp.  | –  | Cyperaceae       |

| 1   | 2  | 3             |
|---|--|---------------|
| <i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.               | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R.<br>Tx. 1937 | Cyperaceae    |
| <i>Carex vesicaria</i> L.                   | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae    |
| <i>Carex pseudocyperus</i> L.               | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae    |
| <i>Carex diandra</i> Schrank                | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R.<br>Tx. 1937 | Cyperaceae    |
| <i>Carex elata</i> All.                     | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae    |
| <i>Potentilla palustris</i> (L.)<br>Scop.   | –  | Rosaceae      |
| <i>Potentilla</i> sp.                       | –  | Rosaceae      |
| <i>Potentilla norvegica</i> L.              |  | Rosaceae      |
| <i>Lycopus europaeus</i> L.                 | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941      | Lamiaceae     |
| <i>Persicaria</i> sp.                       | –  | Polygonaceae  |
| <i>Persicaria lapathifolia</i><br>(L.) Gray | <i>Bidentetea tripartitae</i> R.Tx.,<br>Lohm. et Prsg. 1950          | Polygonaceae  |
| <i>Persicaria maculosa</i>                  | –  | Polygonaceae  |
| <i>Ranunculus sceleratus</i> L.             | <i>Bidentetea tripartitae</i> R.Tx.,<br>Lohm. et Prsg. 1950          | Ranunculaceae |
| Poaceae                                     | –  | Poaceae       |
| <i>Urtica dioica</i> L.                     | <i>Artemisietea vulgaris</i> Lohm.,<br>Prsg et R. Tx. in R.Tx. 1950  | Urticaceae    |
| <i>Cicuta virosa</i> L.                     | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941      | Apiaceae      |
| Apiaceae                                    | –  | Apiaceae      |
| <i>Rhynchospora alba</i> (L.)<br>Vahl.      | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R.<br>Tx. 1937 | Cyperaceae    |

| 1   | 2  | 3            |
|---|--|--------------|
| Lamiaceae   | –  | Lamiaceae    |
| <i>Rumex</i> sp.                                    | –  | Polygonaceae |
| <i>Andromeda polifolia</i> L.                       | <i>Oxycocco-Sphagnetea</i> Br. Bl.<br>et R. Tx. 1943 | Ericaceae    |
| <i>Oxycoccus</i> sp.                                | <i>Oxycocco-Sphagnetea</i> Br. Bl.<br>et R. Tx. 1943 | Ericaceae    |
| <i>Eleocharis</i> sp. tipas                         | –  | Cyperaceae   |
| <i>Eleocharis uniglumis</i><br>(Link) Schult. tipas | –  | Cyperaceae   |

### **Lavariškių pelkė**

Lavariškių nuosėdų pjūvyje identifikuotos augalų makroliekanos priskirtos septynioms augalų paleobendrijų klasėms: *Charetea fragilis*, *Potamogetonetea pectinati*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Artemisietea vulgaris*, *Bidentetea tripartitae*, *Oxycocco-Sphagnetea*. Aštuoni augalų taksonai nepriskirti nei vienai klasei (24 lentelė).

GS-1 klimatinio įvykio metu, paleobaseino formavimosi pradžioje vyravo maurabragūnų (*Charetea fragilis*) ir plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) augalų bendrijos. Ankstyvajame holocene drėgnose paleobaseino pakrantėse įsikūrusios augalų rūšys priklausė stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*), smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bei žolinėms ir kimininėms aukštapelkinių plynių (*Oxycocco-Sphagnetea*) bendrijoms. Sausesnėse augimvietėse kūrėsi termokserofilinės aukštų nitrofilinių daugiamečių žolių (*Artemisietea vulgaris*) bendrijos. Viduriniajame holocene suintensyvėjus paleobaseino užaugimo procesui vandens augalų bendrijos (*Charetea fragilis*, *Potamogetonetea pectinati*) išnyko. Tuo tarpu paleobaseino pakrantėse įsikūrusių bendrijų struktūra išliko nepakitęs. Vėlyvajame holocene, paleobaseino pakrantėse šalia įsikūrusių augalų bendrijų kūrėsi aukštų nitrofilinių terofītų pionierinės (*Bidentetea tripartitae*) bendrijos.

24 lentelė. Lavariškių pelkės nuosėdose išskirtų taksonų prierašumas augalų bendrijoms.

| Nustatyti taksonai                     | Fitosociologinė klasė   | Šeima            |
|--|---|------------------|
| 1                                      | 2   | 3                |
| <i>Pinus</i> sp.                       | –   | Pinaceae         |
| <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>       | –   | Betulaceae       |
| <i>Betula pubescens</i> Ehrh.          | –   | Betulaceae       |
| <i>Tilia</i> sp.                       | –   | Tiliaceae        |
| <i>Chara</i> sp.                       | <i>Charetea fragilis</i> Fukarek ex Krausch 1964                  | Characeae        |
| <i>Nymphaea alba</i> L.                | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942          | Nymphaeaceae     |
| <i>Potamogeton natans</i> L.           | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942          | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton</i> sp.                 | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942          | Potamogetonaceae |
| <i>Carex</i> sp.                       | –   | Cyperaceae       |
| <i>Carex riparia</i> Curtis            | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae       |
| <i>Carex cinerea</i> Pollich           | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 | Cyperaceae       |
| <i>Carex nigra</i> (L.) Reichard tipas | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 | Cyperaceae       |
| <i>Carex elata</i> All.                | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae       |
| <i>Carex diandra</i> Schrank           | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 | Cyperaceae       |
| <i>Andromeda polifolia</i> L.          | <i>Oxycocco-Sphagnetetea</i> Br. Bl. et R. Tx. 1943               | Ericaceae        |

| 1  | 2   | 3             |
|--|---|---------------|
| <i>Menyanthes trifoliata</i> L.                      | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941     | Menyanthaceae |
| <i>Potentilla</i> sp.                                | –   | Rosaceae      |
| <i>Urtica dioica</i> L.                              | <i>Artemisietea vulgaris</i> Lohm.,<br>Prsg et R. Tx. in R.Tx. 1950 | Urticaceae    |
| <i>Cicuta virosa</i> L.                              | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941     | Apiaceae      |
| <i>Eleocharis palustris</i> (L.)<br>Roem. Et Schult. | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941     | Cyperaceae    |
| <i>Juncus</i> sp.                                    | –   | Juncaceae     |
| <i>Lycopus europaeus</i> L.                          | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941     | Lamiaceae     |
| <i>Persicaria lapathifolia</i><br>(L.) Gray          | <i>Bidentetea tripartitae</i> R.Tx.,<br>Lohm. et Prsg. 1950         | Polygonaceae  |
| <i>Vaccinium</i> sp.                                 | <i>Oxycocco-Sphagnetes</i> Br. Bl.<br>et R. Tx. 1943                | Ericaceae     |
| Poaceae  | –   | Poaceae       |
| <i>Lysimachia</i> sp.                                | –   | Primulaceae   |

### **Pakampio ežeras**

Pakampio nuosėdų pjūvyje identifikuotos augalų makroliekanos priskirtos aštuonioms augalų paleobendrijų klasėms: *Charetea fragilis*, *Potamogetonetea pectinati*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Oxycocco-Sphagnetes*, *Artemisietea vulgaris*, *Alnetea glutinosae*, *Bidentetea tripartitae*. Devyniolika augalų taksonų nepriskirta nei vienai klasei (25 lentelė).

Ankstyvojo holoceno laikotarpiu paleobaseine bei jo apylinkėse įsikūrusi augalija buvo skurdi. Tuo metu paleobaseinė plito plūduriuojančių hidrofیتų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijos augalai. Tuo tarpu pakraščiuose augo stambiųjų helohidrofیتų bendrijos (*Phragmito-Magnocaricetea*). Viduriniajame holocene paleobaseine ir jo apylinkėse išaugo paleobendrijų skaičius. Jos

pasižymėjo didesne rūšine įvairove. Vandens telkinyje šalia plūduriuojančių hidrofیتų (*Potamogetonetea pectinati*), išikūrė maurabragūnų (*Charetea fragilis*) bendrijos. Drėgnose pakrantėse plito augalai būdingi smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) ir aukštų nitrofilinių terofitų pionierinėms (*Bidentetea tripartitae*) bendrijoms. Sausesnėse, azotu praturtintuose dirvožemiuose augo termokserofilinės aukštų nitrofilinių daugiamečių žolių bendrijos (*Artemisietea vulgaris*). Vėlyvajame holocene, ypač jo pabaigoje išnykus plūduriuojančių hidrofیتų (*Potamogetonetea pectinati*) ir maurabragūnų (*Charetea fragilis*) bendrijoms, vandens telkinio pakrantėse išivyravo stambiųjų helohidrofیتų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bendrijos. Šias bendrijas dažniausia sudaro perteklinį drėgnumą ir didelius vandens lygio svyravimus toleruojančios rūšys. Šalia augo smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bendrijos. Neužpelkėjusiuose mineraliniuose ir organiniuose mezotrofiniuose dirvožemiuose išikūrė trąšių pievų (*Molinio-Arrhenatheretea*) augalų bendrijos. Viso holoceno metu paleobaseino krantuose vyravo žemapelkių raistų bei plynraisčių (*Alnetea glutinosae*) augalų bendrijos, kurios dažnai išikuria derlinguose, durpinguose dirvožemiuose.

25 lentelė. Pakampio ežero nuosėdose išskirtų taksonų prierašumas augalų bendrijoms.

| Nustatyti taksonai                     | Fitosociologinė klasė                                       | Šeima                |
|--|---|----------------------|
| 1                                      | 2   | 3                    |
| <i>Pinus</i> sp.                       | –   | Pinaceae             |
| <i>Alnus glutinosa</i> (L.)<br>Gaertn  | <i>Alnetea glutinosae</i> Br. Bl. et R.<br>Tx. 1943         | Batulaceae           |
| <i>Alnus</i> sp.                       | -   | Batulaceae           |
| <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> Ehrh. | –   | Batulaceae           |
| <i>Betula pubescens</i>                | –   | Batulaceae           |
| <i>Chara</i> sp.                       | <i>Charetea fragilis</i> Fukarek ex<br>Krausch 1964         | Characeae            |
| <i>Potamogeton natans</i> L.           | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R.<br>Tx. et Preising 1942 | Potamogetonacea<br>e |

25 lentelės tęsinys

| 1  | 2  | 3                |
|--|--|------------------|
| <i>Nuphar lutea</i> L.                                       | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx.<br>et Preising 1942          | Nymphaeaceae     |
| <i>Nymphaea alba</i> L.                                      | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx.<br>et Preising 1942          | Nymphaeaceae     |
| Nymphaeaceae   | –  | Nymphaeaceae     |
| <i>Najas marina</i> L.                                       | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx.<br>et Preising 1942          | Najadaceae       |
| <i>Najas flexilis</i><br>(Willd.) Rostk. &<br>W.L.E. Schmidt | –  | Najadaceae       |
| <i>Potamogeton</i> sp.                                       | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx.<br>et Preising 1942          | Potamogetonaceae |
| <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla                   | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika<br>in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae       |
| <i>Eleocharis palustris</i><br>(L.) Roem. Et                 | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika<br>in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae       |
| <i>Typha latifolia</i> L.                                    | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika<br>in Klika et Novák 1941      | Typhaceae        |
| <i>Carex</i> sp.   | –  | Cyperaceae       |
| <i>Carex diandra</i><br>Schrank                              | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i><br>(Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 | Cyperaceae       |
| Lamiaceae  | –  | Lamiaceae        |
| <i>Lychnis</i> sp.   | –  | Caryophyllaceae  |
| <i>Lycopus europaeus</i><br>L.                               | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika<br>in Klika et Novák 1941      | Lamiaceae        |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> L.                              | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika<br>in Klika et Novák 1941      | Menyanthaceae    |
| <i>Chenopodium</i> sp.                                       | –  | Amaranthaceae    |
| <i>Persicaria</i> sp.  | –  | Polygonaceae     |
| <i>Ranunculus sceleratus</i> L.                              | <i>Bidentetea tripartitae</i> R. Tx. et al.<br>in R. Tx. 1950        | Ranunculaceae    |
| <i>Ranunculus</i> sp.  | –  | Ranunculaceae    |
| <i>Rumex</i> sp.   | –  | Polygonaceae     |
| <i>Juncus</i> sp.  | –  | Juncaceae        |



25 lentelės tęsinys

| 1                                  | 2   | 3             |
|------------------------------------|---|---------------|
| <i>Sclerathus annuus</i> L.        | –   | Illecebraceae |
| <i>Lysimachia</i> sp.              | –   | Myrsinaceae   |
| <i>Cicuta virosa</i> L.            | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941     | Apiaceae      |
| <i>Persicaria maculosa</i><br>Gray | –   | Polygonaceae  |
| <i>Eupatorium</i> sp.              | –   | Asteraceae    |
| <i>Bidens</i> sp.                  | –   | Asteraceae    |
| <i>Hypericum perforatum</i><br>L.  | <i>Artemisietea vulgaris</i> Lohm.,<br>Prsg et R. Tx. in R.Tx. 1950 | Hypericaceae  |
| <i>Rubus</i> sp.                   | –   | Rosaceae      |
| <i>Urtica dioica</i> L.            | <i>Artemisietea vulgaris</i> Lohm.,<br>Prsg et R. Tx. in R.Tx. 1950 | Urticaceae    |
| <i>Glyceria</i> sp.                | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941     | Poaceae       |
| <i>Rumex crispus</i> L.            | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> R.<br>Tx. et Preising 1942           | Polygonaceae  |

### **Rudnios atodanga**

Rudnios atodangos pjūvyje identifikuotos augalų makroliekanos priskirtos šešioms augalų paleobendrijų klasėms: *Charetea fragilis*, *Potamogetonetea pectinati*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Molinio Arrhenatheretea*, *Artemisietea vulgaris*. Šeši augalų taksonai nepriskirti nei vienai klasei (26 lentelė).

GI-1c klimatinio įvykio pradžioje vandens telkinyje vyravo plūduriuojančių hidrofitų (*Potamogetonetea pectinati*) bei maurabragūnų (*Charetea fragilis*) bendrijos. Durpinguose vandens telkinio pakrantėse išsikurdavo smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bendrijos augalai, o vandenyje arba labai šlapiose dirvožemiuose stambių helohidrofitų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bendrijos. Neužpelkėjusiuose mineraliniuose ar organiniuose mezotrofiniuose dirvožemiuose plito trąšių pievų (*Molinio-*

*Arrhenatheretea*) bendrijos, azoto turtingose augimvietėse aukštų nitrofilinių daugiamečių žolių bendrijos (*Artemisietea vulgaris*). Vėliau, apie 13660 kal. m. PD, plūduriuojančių hidrofیتų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijoje augalų įvairovė ir jų kiekis sumažėja. Pakrantėse įsikūrusiose smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bei stambių helohidrofیتų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bendrijose augalų kiekis apie 13500 kal. m. PD taip pat ženkliai sumažėja, o sausesnių augimviečių bendrijos išnyksta.

26 lentelė. Rudnios atodangos nuosėdose išskirtų taksonų prieraišumas augalų bendrijoms.

| Nustatyti taksonai                     | Fitosociologinė klasė  | Šeima            |
|--|--|------------------|
| 1                                      | 2  | 3                |
| <i>Pinus</i> sp.                       | –  | Pinaceae         |
| <i>Picea</i> sp.                       | –  | Pinaceae         |
| <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>       | –  | Betulaceae       |
| <i>Chara</i> sp.                       | <i>Charetea fragilis</i> Fukarek ex Krausch 1964                   | Characeae        |
| <i>Potamogeton</i> sp.                 | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton natans</i> L.           | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton filiformis</i><br>Pers. | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton praelongus</i><br>L.    | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Potamogetonaceae |
| <i>Myriophyllum spicatum</i> L.        | <i>Potamogetonetea pectinati</i><br>R. Tx. et Preising 1942        | Myriophyllaceae  |
| <i>Sparganium natans</i> L.            | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941 | Sparganiaceae    |
| <i>Typha latifolia</i> L.              | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941 | Typhaceae        |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> L.        | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák<br>1941 | Menyanthaceae    |

26 lentelės tęsinys

| 1  | 2   | 3               |
|--|---|-----------------|
| <i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.              | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 | Cyperaceae      |
| <i>Hippuris vulgaris</i> L.                | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942          | Hippuridaceae   |
| <i>Cirsium palustre</i>                    | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> R. Tx. 1937                        | Asteraceae      |
| <i>Potentilla</i> sp.                      | –   | Rosaceae        |
| <i>Urtica dioica</i> L.                    | <i>Artemisietea vulgaris</i> Lohm., Prsg et R. Tx. in R.Tx. 1950  | Urticaceae      |
| <i>Selaginella selaginoides</i> (L.) Link  | –   | Selaginellaceae |
| <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae      |
| <i>Carex</i> sp.                           | –   | Cyperaceae      |
| <i>Carex vesicaria</i> L.                  | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae      |

### **Zervynų atodanga**

Zervynų atodangos nuosėdų pjūvyje aptikti augalų taksonai priskirti keturioms augalų paleobendrijų klasėms: *Charetea fragilis*, *Potamogetonetea pectinati*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*. Šeši augalų taksonai nepriskirti nei vienai klasei (27 lentelė).

GI-1e klimatinio įvykio metu, paleobaseino formavimosi pradžioje kūrėsi maurabragūnų (*Charetea fragilis*) ir plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijos. Drėgnose augimvietėse plito stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bei smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bendrijų augalai. GI-1d klimatinio įvykio metu išnyksta plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) bei drėgnose pakrantėse įsikūrusios stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*) ir smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*)

bendrijos. Vėliau, GI-1(c-a) klimatinio įvykio metu bendrijos žymiai keičiasi. Drėgnose pakrantėse pasirodo smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bendrijai būdingi augalai. Tuo tarpu paleobaseine šalia maurabragūnų (*Charetea fragilis*) bendrijos išikuria plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijos. GS-1 klimatinio įvykio metu stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bei smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bendrijų nebeaptinkame. Tuo metu vyravo maurabragūnų (*Charetea fragilis*) bendrijos. Pakrantėse išikūrusių bendrijų kaitai, greičiausiai, turėjo įtakos hidrologinės bei klimatinės sąlygos.

27 lentelė. Zervynų atodangos nuosėdose išskirtų taksonų prierašumas augalų bendrijoms.

| Nustatyti taksonai                        | Fitosociologinė klasė   | Šeima            |
|---|---|------------------|
| 1   | 2   | 3                |
| <i>Pinus</i> sp.                          | –   | Pinaceae         |
| <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>          | –   | Betulaceae       |
| <i>Chara</i> sp.                          | <i>Charetea fragilis</i> Fukarek ex Krausch 1964                  | Characeae        |
| <i>Potamogeton</i> sp.                    | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942          | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton filiformis</i> Pers.       | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942          | Potamogetonaceae |
| <i>Carex</i> sp.                          | –   | Cyperaceae       |
| <i>Carex nigra</i> (L.) Reichard tipas    | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 | Cyperaceae       |
| <i>Carex cf. flava</i> L.                 | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 | Cyperaceae       |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> L.           | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941      | Menyanthaceae    |
| <i>Potentilla</i> sp.                     | –   | Rosaceae         |
| <i>Typha latifolia</i> L.                 | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941      | Typhaceae        |
| <i>Selaginella selaginoides</i> (L.) Link | –   | Selaginellaceae  |

### Pakastuvos ežeras

Pakastuvos ežero nuosėdų pjūvyje identifikuotos augalų makroliekanos priskirtos aštuonioms augalų paleobendrijų klasėms: *Potamogetonetea pectinati*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Charetea fragilis*, *Artemisietea vulgaris*, *Alnetea glutinosae*, *Bidentetea tripartitae*, *Epilobietea angustifolii*. Penkiolika augalų taksonų nepriskirta nei vienai klasei (28 lentelė).

Viduriniojo holoceno laikotarpiu paleobaseine įsikūrė maurabragūnų (*Charetea fragilis*) ir plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijos. Tuo tarpu vandens telkinio pakrantėse plito stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bei smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bendrijoms būdingi augalai. Drėgnose augimvietėse plito žemapelkių raistų bei plynraisčių (*Alnetea glutinosae*) bendrijos augalai. Viduriniojo holoceno antroje pusėje, vandens lygiui nukritus, drėgnose, sekliose paleobaseino pakrantėse išivyravo stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bei smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bendrijos. Azotu praturtintose pakrantėse augo termokserofilinės aukštų nitrofilinių daugiamečių žolių (*Artemisietea vulgaris*) bendrijos augalai.

Vėlyvajame holocene rūšių įvairovė vyravusiose bendrijose išaugo. Šiuo laikotarpiu paleobaseino pakrantėse įsikūrė aukštų nitrofilinių terofītų pionierinės (*Bidentetea tripartitae*) bei miško gaisraviečių ir kirtaviečių (*Epilobietea angustifolii*) augalų bendrijos.

28 lentelė. Pakastuvos ežero nuosėdose išskirtų taksonų prierašumas augalų bendrijoms.

| Nustatyti taksonai                    | Fitosociologinė klasė                               | Šeima      |
|---------------------------------------|---|------------|
| 1                                     | 2   | 3          |
| <i>Pinus</i> sp.                      | –   | Pinaceae   |
| <i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>      | –   | Betulaceae |
| <i>Alnus glutinosa</i> (L.)<br>Gaertn | <i>Alnetea glutinosae</i> Br. Bl. et R.<br>Tx. 1943 | Betulaceae |

28 lentelės tęsinys

| 1                                       | 2  | 3                |
|---|--|------------------|
| <i>Alnus</i> sp.                        | –  | Betulaceae       |
| <i>Chara</i> sp. ( <i>Nitella</i> )     | <i>Charetea fragilis</i> Fukarek ex Krausch 1964             | Characeae        |
| <i>Potamogeton praelongus</i> L.        | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton natans</i> L.            | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton pusillus</i> L.          | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Potamogetonaceae |
| <i>Potamogeton</i> sp.                  | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Potamogetonaceae |
| <i>Najas marina</i> L.                  | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Najadaceae       |
| <i>Nuphar lutea</i> L.                  | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Nymphaeaceae     |
| <i>Nymphaea alba</i> L.                 | <i>Potamogetonetea pectinati</i> R. Tx. et Preising 1942     | Nymphaeaceae     |
| <i>Typha latifolia</i> L.               | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941 | Typhaceae        |
| <i>Potentilla palustris</i> (L.) Scop.  | –  | Rosaceae         |
| <i>Eleocharis</i> sp.                   | –  | Cyperaceae       |
| <i>Eupatorium</i> sp.                   | –  | Asteraceae       |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> L.         | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák      | Menyanthaceae    |
| <i>Lycopus europaeus</i> L.             | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941 | Lamiaceae        |
| <i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach | –  | Polygonaceae     |
| <i>Juncus</i> sp.                       | –  | Juncaceae        |
| <i>Carex nigra</i> (L.) Reichard tipas  | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (Nordhagen 1936) R.     | Cyperaceae       |

| 1   | 2  | 3             |
|---|--|---------------|
| <i>Carex vesicaria</i> L.                     | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae    |
| <i>Carex distans</i> L.                       | –  | Cyperaceae    |
| <i>Carex echinata</i> Murray                  | –  | Cyperaceae    |
| <i>Carex pseudocyperus</i><br>L.              | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae    |
| <i>Carex lepidocarpa</i><br>Tausch            | <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i><br>(Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 | Cyperaceae    |
| <i>Carex</i> sp.                              | –  | Cyperaceae    |
| <i>Schoenoplectus lacustris</i><br>(L.) Palla | <i>Phragmito-Magnocaricetea</i><br>Klika in Klika et Novák 1941      | Cyperaceae    |
| <i>Persicaria lapathifolia</i><br>(L.) Gray   | <i>Bidentetea tripartitae</i> R. Tx. et<br>al. in R. Tx. 1950        | Polygonaceae  |
| <i>Rubus</i> sp.                              | –  | Rosaceae      |
| <i>Rumex</i> sp.                              | –  | Polygonaceae  |
| <i>Potentilla</i> sp.                         | –  | Rosaceae      |
| <i>Fragaria vesca</i> L.                      | <i>Epilobietea angustifolii</i> R. Tx.<br>et Prsg. ex v. Rochow 1951 | Rosaceae      |
| <i>Urtica dioica</i> L.                       | <i>Artemisietea vulgaris</i> Lohm.,<br>Prsg et R. Tx. in R. Tx. 1950 | Urticaceae    |
| <i>Ranunculus</i> sp.                         | –  | Ranunculaceae |

Apibendrinus šiame skyruje pateiktą informaciją galima pasakyti, kad:

a) Vėlyvojo ledynmečio laikotarpiu paleobaseine bei jo aplinkoje dėl nepalankių aplinkos sąlygų augalų bendrijų įvairovė bei augalų skaičius juose buvo nedidelis. Tuo metu mažai ar vidutiškai maisto medžiagų turinčiuose paleobaseinuose vyravo maurabragūnų (*Charetea fragilis*) bendrijos. Pasitaikydavo taip pat plūduriuojančių hidrofitų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijas formuojančių augalų. Ryškesnis bendrijų formavimas buvo užfiksuotas šiltaisiais vėlyvojo ledynmečio laikotarpiais, ypač GI-1(c-a) klimatinio įvykio metu. Susiformavus pakankamai stabiliam dirvožemiui bei esant palankioms aplinkos sąlygoms paleobaseinų pakrantėse kūrėsi stambių

helohidrofitų (*Phragmito-Magnocaricetea*), smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*), aukštų nitrofilinių daugiamečių žolių (*Artemisietea vulgaris*) ir trašių pievų (*Molinio-Arrhenatheretea*) bendrijos (7 priedas).

b) Holocene, keičiantis aplinkos sąlygoms, paleobaseine bei jo aplinkoje išauga augalų paleobendrijų įvairovė bei šiom bendrijoms charakteringų augalų skaičius. Ankstyvajame holocene paleobaseinuose vyravo plūduriuojančių hidrofitų (*Potamogetonetea pectinati*) ir maurabragūnų (*Charetea fragilis*) bendrijos, tuo tarpu paleobaseino pakrantėse stambių helohidrofitų (*Phragmito-Magnocaricetea*), smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*), nitrofilinių daugiamečių žolių (*Artemisietea vulgaris*), trašių pievų (*Molinio-Arrhenatheretea*) bendrijos. Tuo metu paleobaseinų apylinkėse kūrėsi žemapelkių raistų bei plynraisčių (*Alnetea glutinosae*), kimininės aukštapelkinių plynių (*Oxycocco-Sphagnetea*) bei pakrančių ir antropogeninės šlapių dumblingų dirvožemių aukštų nitrofilinių terofitų pionierinės (*Bidentetea tripartitae*) bendrijos. Viduriniajame holocene suintensyvėjus paleobaseinų užaugimui bei pelkėjimui vandens augalų bendrijos (*Charetea fragilis Potamogetonetea pectinati*) išnyko, vandens telkiniuose įsikurdavo smulkiųjų pleustofitų (*Lemnetea minoris*) bendrijos. Vėlyvajame holocene šalia jau vyravusių bendrijų įsikūrę augalai formavo tyrulinių pievų (*Nardetea strictae*) ir miškų, gaisraviečių ir kirtaviečių (*Epilobietea angustifolii*) augalų bendrijas (8 priedas).



## 7.2. Vietinės augalijos pobūdis bei paleoekologinės sąlygos ištirtuose paleobaseinuose

### Briaunio ežeras

Paleobaseino nuosėdos pradėjo formotis prieš 9600 kal. m. PD giliame bei skaidriame, deguonies prisotintame oligotrofiniame baseine, kuriame kaupėsi karbonatingos nuosėdos. Šių ekologinių sąlygų buvimą patvirtina aptiktas didelis kiekis *Chara* oosporų. *Chara* sp. buvimas taip pat liudija apie aukštą vandens pH ir mažą paleobaseino produktyvumą (Velle ir kt., 2005). Intensyvėjant eutrofikacijos procesui, *Chara* sp. dumbliai nunyksta, juos pakeičia kitos vandens augalų rūšys (*N. alba*, *N. marina*, *C. demersum*, *P. natans* ir kt.). Vandens baseine aptikta *N. alba* yra stiprus konkurentas, kuris užstoja šviesą kitoms panirusioms augalų rūšims, o jų stiprios šaknys gali pakartotinai panaudoti maistingas medžiagas, esančias giliame dumble ir taip padidina ežero produktyvumą (Birks, 2000). Vandens gylis paleobaseine galėjo siekti iki 3 m (Hannon, Gaillard, 1997). Vanduo buvo prisotintas karbonatų, tai parodo *C. demersum* buvimas (Kłosowski ir kt., 2011). Tuo metu paleobaseine vyravo vidutinio šviesumo, tarpinės tarp vidutinio šilumo ir šiltų, tarpinės tarp beveik neutralios reakcijos ir šarminės, vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio buveinės. Paleobaseino pakrantėse augo vidutinio šviesumo ir šilumo buveinių augalai. Jie įsikurdavo šlapiame, silpnos aeracijos, beveik neutralios reakcijos, tarpiniame tarp vidutinio azotingumo ir azotingame dirvožemyje (29 lentelė). Paleobaseino apylinkėse plito reti beržų miškai, kuriuos vėliau pakeitė pušynai su eglės priemaiša.

Viduriniame Holocene buvo palankios aplinkos (klimatinės) sąlygos augalijos formavimuisi. Paleobaseino nuosėdose aptikti *C. mariscus* vaisiai siejami su klimato pašiltėjimu. Klimato šiltėjimą šiuo laikotarpiu patvirtina taip pat nuosėdose išaugęs *N. marina* makroliekanų skaičius (Lang, 1994). Didelis kiekis *N. marina*, *N. alba* ir *P. perfoliatus* makroliekanų patvirtina, kad vandens baseinas nebuvo gilus, ir galėjo siekti iki 3 m (Szozkiewicz ir kt., 2010; Hannon ir Gaillard, 1997; Preston, Croft, 1997). *N. marina* priklauso

pionierinėms rūšims, inicijuojančioms ežero užaugimo procesą makrofitais (Konieczna, Kowalewski, 2009), o *C. mariscus* paprastai išikuria sekliose, karbonatais turtingose pakrantėse. Pagal vyraujančias vandens augalų rūšis (*M. verticillatum*, *P. natans*, *P. perfoliatus*, *N. marina*, *N. alba*) galima teigti, kad tuo metu vandens baseino pH buvo beveik neutralios reakcijos. Vandens augalai augo tarpinėse tarp vidutinio ūksmingumo ir vidutinio šviesumo buveinėse (29 lentelė). Apie 7100–7200 kal. m. PD prasidėjo vandens baseino intensyvus užaugimo procesas. Tuo metu pakrantėse išikūrė šviesių, tarpinių tarp vidutinio šilumo ir šiltų, tarpinio tarp drėgno ir šlapio, tarp vidutinio rūgštingumo ir beveik neutralios reakcijos, tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio buveinių augalai (29 lentelė). Paleobaseino pakrantėse dominavo *S. lacustris* ir *Carex* sp. Vėliau, maždaug 6600–6500 kal. m. PD, šių augalų kiekis sumažėja arba jie visiškai išnyksta. Drėgnose ežero pakrantėse plito pelkiniai augalai (*R. sceleratus*, *M. trifoliata* ir kt.), o sausesnėse, azotu turtingose augimvietėse - *Urtica dioica*. Medžių liekanų sumažėjimas bei žolinių augalų gausa šio laikotarpio nuosėdose gali būti atviresnio landšafto formavimosi ženklas.

Vėlyvojo Holoceno pradžioje (po 3600 kal. m. PD), sprendžiant pagal išlikusias augalų makroliekanas (*E. palustris*, *R. sceleratus* ir kt.), vandens lygis telkinyje buvo žemas. Dalis vandens baseino visiškai užpelkėjo ir užaugo, kadangi vandens augalų nuosėdose nebeaptinkama. Pakrantėse vyravo vidutinio šviesumo, tarpinės tarp vidutinio šilumo ir šiltų, drėgnos, vidutinio rūgštingumo ir azotingumo buveinės (29 lentelė). Vyko intensyvus eutrofikacijos procesas, ką patvirtina *R. sceleratus* ir kt. augalų buvimas (Szozkiewicz ir kt., 2010). Vėliau apie 3400 kal. m. PD vandens lygis pakilo, ženkliai sumažėjo pelkėtų vietų ir pakrančių augalų įvairovė.

29 lentelė. Briaunio ežero nuosėdose nustatytų augalų rūšių indikatorinės vertės pagal Ellenberg ir kt., 1991 \*.

| Nustatytos augalų rūšys                    |                                   | Ekologiniai rodikliai |             |                   |                     |                        |
|--|-----------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------|
|  |                                   | Šviesa                | Temperatūra | Dirvožemio drėgmė | Dirvožemio reakcija | Dirvožemio azotingumas |
| <b>ANKSTYVASIS HOLOCENAS</b>               |                                   |                       |             |                   |                     |                        |
| Vandens augalų rūšys                       | <i>Nymphaea alba</i>              | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 5                      |
|  | <i>Nuphar lutea</i>               | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 6                      |
|  | <i>Najas marina</i>               | 5                     | 6           | 12                | 9                   | 6                      |
|  | <i>Ceratophyllum demersum</i>     | 6                     | 7           | 12~               | 8                   | 8                      |
|  | <i>Potamogeton natans</i>         | 6                     | 5           | 11                | 7                   | 5                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                   | <b>6.6</b>            | <b>6.0</b>  | <b>11.3</b>       | <b>7.6</b>          | <b>6.0</b>             |
| Pelkėtų vietų ir pakrantių augalų rūšys    | <i>Alnus glutinosa</i>            | (5)                   | 3           | 9=                | 6                   | x                      |
|  | <i>Schoenoplectus lacustris</i>   | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 6                      |
|  | <i>Typha latifolia</i>            | 8                     | 6           | 10                | 7                   | 8                      |
|  | <i>Carex pseudocyperus</i>        | 7                     | 6           | 9=                | 6                   | 5                      |
|  | <i>Lycopus europaeus</i>          | 7                     | 6           | 9=                | 7                   | 7                      |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i>      | 8                     | x           | 9=                | x                   | 3                      |
|  | <i>Urtica dioica</i>              | x                     | x           | 6                 | 7                   | 9                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                   | <b>7.2</b>            | <b>5.4</b>  | <b>9.0</b>        | <b>6.7</b>          | <b>6.3</b>             |
| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b>               |                                   |                       |             |                   |                     |                        |
| Vandens augalų rūšys                       | <i>Nymphaea alba</i>              | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 5                      |
|  | <i>Najas marina</i>               | 5                     | 6           | 12                | 9                   | 6                      |
|  | <i>Potamogeton natans</i>         | 6                     | 5           | 11                | 7                   | 5                      |
|  | <i>Potamogeton perfoliatus</i>    | 6                     | x           | 12                | 7                   | 6                      |
|  | <i>Myriophyllum verticillatum</i> | 5                     | 6           | 12                | 7                   | 8                      |
|  | <i>Lemna trisulca</i>             | 7                     | 6           | 12                | 7                   | 5                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                   | <b>6.2</b>            | <b>5.8</b>  | <b>11.7</b>       | <b>7.3</b>          | <b>5.8</b>             |

| Nustatytos augalų rūšys                    |                                 | Ekologiniai rodikliai |             |                   |                     |                        |
|--|---------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------|
|  |                                 | Šviesa                | Temperatūra | Dirvožemio drėgmė | Dirvožemio reakcija | Dirvožemio azotingumas |
| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b>               |                                 |                       |             |                   |                     |                        |
| Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys    | <i>Potentilla palustris</i>     | 8                     | x           | 9=                | 3                   | 2                      |
|  | <i>Scirpus sylvaticus</i>       | 6                     | 5           | 8                 | 4                   | 4                      |
|  | <i>Schoenoplectus lacustris</i> | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 6                      |
|  | <i>Carex pseudocyperus</i>      | 7                     | 6           | 9=                | 6                   | 5                      |
|  | <i>Lycopus europaeus</i>        | 7                     | 6           | 9=                | 7                   | 7                      |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i>    | 8                     | x           | 9=                | x                   | 3                      |
|  | <i>Ranunculus sceleratus</i>    | 9                     | 6           | 9=                | 7                   | 9                      |
|  | <i>Urtica dioica</i>            | x                     | x           | 6                 | 7                   | 9                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                 | <b>7.6</b>            | <b>5.8</b>  | <b>8.3</b>        | <b>5.9</b>          | <b>5.6</b>             |
| <b>VĒLYVASIS HOLOCENAS</b>                 |                                 |                       |             |                   |                     |                        |
| Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys    | <i>Eleocharis palustris</i>     | 8                     | x           | 10                | x                   | ?                      |
|  | <i>Potentilla palustris</i>     | 8                     | x           | 9=                | 3                   | 2                      |
|  | <i>Scirpus sylvaticus</i>       | 6                     | 5           | 8                 | 4                   | 4                      |
|  | <i>Typha latifolia</i>          | 8                     | 6           | 10                | 7                   | 8                      |
|  | <i>Carex nigra</i>              | 8                     | x           | 8~                | 3                   | 2                      |
|  | <i>Lycopus europaeus</i>        | 7                     | 6           | 9=                | 7                   | 7                      |
|  | <i>Filipendula ulmaria</i>      | 7                     | 5           | 8                 | x                   | 5                      |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i>    | 8                     | x           | 9=                | x                   | 3                      |
|  | <i>Cirsium palustre</i>         | 7                     | 5           | 8                 | 4                   | 3                      |
|  | <i>Potentilla erecta</i>        | 6                     | x           | x                 | x                   | 2                      |
|  | <i>Ranunculus sceleratus</i>    | 9                     | 6           | 9=                | 7                   | 9                      |
|  | <i>Urtica dioica</i>            | x                     | x           | 6                 | 7                   | 9                      |
|  | <i>Fragaria vesca</i>           | 7                     | x           | 5                 | x                   | 6                      |
| <i>Hypericum perforiatum</i>               | 7                               | 6                     | 4           | 6                 | 4                   |                        |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                 | <b>7.3</b>            | <b>5.6</b>  | <b>7.0</b>        | <b>5.3</b>          | <b>4.9</b>             |

### **Naudojamų ženklų paaiškinimai:**

|          |  |
|----------|--|
| <b>x</b> | augalo tolerancija tam tikram veiksniai neišreikšta (indiferentiška) |
| ~        | labai permainingo drėgmės režimo rodiklis                            |
| =        | užtvindymo rodiklis  |
| ?        | tolerancija neišaiškinta   |
| ()       | Rodo jaunų medelių toleranciją apšvietimui                           |
| -        | duomenų apie augalą nepateikiama                                     |

\*ekologinių rodiklių reikšmių paaiškinimai pateikti lentelėje *Ekologiniai rodikliai ir jų indikatorinės vertės (žiūr. 2 priedas)*.

### **Verpstinio ežeras**

Nuosėdos paleobaseine pradėjo kauptis ankstyvajame holocene. Pradiniame sedimentacijos etape paleobaseinas buvo oligo-mezotrofinis, pasižymėjo žemu produktyvumu, gana aukštu vandens lygiu. Tuo metu paleobaseine vyravo maurabragių (*Chara* sp.) sąžalynai. Vėliau, apie 10900 kal. m. PD, didėjanti vandens augalų įvairovė bei išaugęs jų kiekis rodo suintensyvėjusį eutrofikacijos procesą paleobaseine. Vandens lygis pažemėjo. Paleobaseine įsikūrusios *N. alba*, *P. natans* galėjo sudaryti vandens lelijų juostai būdingų augalų sąžalynus. Tuo tarpu *P. coloratus*, *P. pusillus* ir *P. perfoliatus* - plūdžių sąžalynus. Šie augalai dažniausia auga 2–3 m gylyje. Tuo metu vandens baseine vyravo buveinės su beveik neutralia dirvožemio reakcija, bei su tarpiniu tarp vidutinio azotingumo ir azotingu dirvožemiu (30 lentelė). Drėgnose paleobaseino pakrantėse įsikūrė aukštieji ir žemieji heliofitai (*Eleocharis* sp., *E. uniglumis*, *T. latifolia*, *S. lacustris*, *M. trifoliata* ir kt.). Sprendžiant pagal šių augalų buvimą tuo metu paleobaseino pakrantėse vyravo vidutinio šviesumo, tarpinės tarp vidutinio šilumo ir šiltų, šlapio, tarpinės tarp vidutinio rūgštingumo ir beveik neutralios reakcijos, vidutinio azotingumo dirvožemio buveinės (30 lentelė).

Viduriniajame holocene pakrančių augalų rūšinė įvairovė ženkliai sumažėjo. Fiksuojami augalijos pokyčiai galėjo būti susiję su vandens lygio pakilimu. Įsivyravo šviesių, vidutinio šilumo buveinių augalai, kurie augo šlapiuose, vidutinio rūgštingumo ir azotingumo dirvožemiuose (30 lentelė). Šiose buveinėse dominavo viksviniai (*C. elata* ir *Carex* sp.). Tuo pat metu sumažėjo

ir vandens augalų rūšinė įvairovė. Vandens telkinyje vyravo tarpiniai tarp vidutinio ūksmingumo ir vidutinio šviesumo, tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai. Dirvožemis buvo tarpinis tarp beveik neutralios ir šarminės reakcijos, vidutinio azotingumo (30 lentelė). Apie 6100 kal. m. PD vandens augalų išnykimas gali būti baseino sekėjimo, užaugimo ženklas.

Tuo tarpu vėlyvajame holocene apie 3000 kal. m. PD paleobaseinui užaugus, prasidėjo pelkėjimo procesas. Tuo metu pakrantėse įsikūrė tarpinės tarp drėgnos ir šlapios, tarp rūgščios ir vidutinio rūgštingumo, tarp mažo ir vidutinio azotingumo buveinės augalai (30 lentelė). Viso holoceno metu paleobaseino apyžerėje augo pušų-beržų miškai.

30 lentelė. Verpstinio ežero nuosėdose nustatytų augalų rūšių indikatorinės vertės pagal Ellenberg ir kt., 1991 \*.

| Nustatytos augalų rūšys                    |                                | Ekologiniai rodikliai |             |                   |                     |                     |
|--|--------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------|---------------------|
|  |                                | Šviesa                | Temperatūra | Dirvožemio drėgmė | Dirvožemio reakcija | Dirvožemio azotumas |
| 1  |                                | 2                     | 3           | 4                 | 5                   | 6                   |
| <b>ANKSTYVASIS HOLOCENAS</b>               |                                |                       |             |                   |                     |                     |
| <b>Vandens augalų rūšys</b>                | <i>Nymphaea alba</i>           | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 5                   |
|  | <i>Potamogeton natans</i>      | 6                     | 5           | 11                | 7                   | 5                   |
|  | <i>Nymphaea alba</i>           | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 5                   |
|  | <i>Potamogeton coloratus</i>   | 8                     | 6           | 11                | 8                   | 8                   |
|  | <i>Potamogeton pusillus</i>    | 6                     | 5           | 12                | 6                   | x                   |
|  | <i>Potamogeton perfoliatus</i> | 6                     | x           | 12                | 7                   | 6                   |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                | <b>6.5</b>            | <b>5.6</b>  | <b>11.5</b>       | <b>7.1</b>          | <b>5.8</b>          |

30 lentelės tęsinys

|  | <b>1</b>                        | <b>2</b>   | <b>3</b>    | <b>4</b>   | <b>5</b>   | <b>6</b> |
|--|---------------------------------|------------|-------------|------------|------------|----------|
| <b>Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys</b> | <i>Schoenoplectus lacustris</i> | 8          | 6           | 11         | 7          | 6        |
|  | <i>Typha latifolia</i>          | 8          | 6           | 10         | 7          | 8        |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i>    | 8          | x           | 9=         | x          | 3        |
|  | <i>Carex lasiocarpa</i>         | 9          | 4           | 9          | 4          | 3        |
|  | <i>Carex vesicaria</i>          | 4          | 4           | 9=         | 6          | 5        |
|  | <i>Carex pseudocyperus</i>      | 7          | 6           | 9=         | 6          | 5        |
|  | <i>Carex diandra</i>            | 8          | 6           | 9=         | 6          | 3        |
|  | <i>Carex elata</i>              | 8          | x           | 10~        | x          | 5        |
|  | <i>Potentilla norvegica</i>     | 7          | 6           | 5          | 5          | 5        |
|  | <i>Lycopus europaeus</i>        | 7          | 6           | 9=         | 7          | 7        |
|  | <i>Persicaria lapathifolium</i> | 6          | 6           | 8          | x          | 8        |
|  | <i>Persicaria maculosa</i>      | 6          | 6           | 5          | 7          | 7        |
|  | <i>Ranunculus sceleratus</i>    | 9          | 6           | 9=         | 7          | 9        |
|  | <i>Urtica dioica</i>            | x          | x           | 6          | 7          | 9        |
|  | <i>Cicuta virosa</i>            | 7          | 6           | 9=         | 5          | 5        |
| <i>Rhynchospora alba</i>                       | 8                               | 5          | 9=          | 3          | 2          |          |
| <i>Andromeda polifolia</i>                     | 9                               | 4          | 9           | 1          | 1          |          |
| <i>Eleocharis uniglumis</i>                    | 7                               | 5          | 10=         | 7          | 5          |          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>     | <b>6.9</b>                      | <b>5.5</b> | <b>8.6</b>  | <b>5.6</b> | <b>5.3</b> |          |
| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b>                   |                                 |            |             |            |            |          |
| <b>Vandens augalų rūšys</b>                    | <i>Potamogeton natans</i>       | 6          | 5           | 11         | 7          | 5        |
|  | <i>Najas flexilis</i>           | 5          | 6           | 12         | 8          | 5        |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>     | <b>5.5</b>                      | <b>5.5</b> | <b>11.5</b> | <b>7.5</b> | <b>5.0</b> |          |
| <b>Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys</b> | <i>Schoenoplectus lacustris</i> | 8          | 6           | 11         | 7          | 6        |
|  | <i>Typha latifolia</i>          | 8          | 6           | 10         | 7          | 8        |
|  | <i>Carex lasiocarpa</i>         | 9          | 4           | 9          | 4          | 3        |
|  | <i>Carex elata</i>              | 8          | x           | 10~        | x          | 5        |
|  | <i>Potentilla palustris</i>     | 8          | x           | 9=         | 3          | 2        |
|  | <i>Potentilla norvegica</i>     | 7          | 6           | 5          | 5          | 5        |
|  | <i>Lycopus europaeus</i>        | 7          | 6           | 9=         | 7          | 7        |
|  | <i>Persicaria lapathifolia</i>  | 6          | 6           | 8          | x          | 8        |
|  | <i>Rhynchospora alba</i>        | 8          | 5           | 9=         | 3          | 2        |
| <i>Andromeda polifolia</i>                     | 9                               | 4          | 9           | 1          | 1          |          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>     | <b>7.8</b>                      | <b>5.4</b> | <b>8.7</b>  | <b>4.6</b> | <b>4.7</b> |          |

30 lentelės tęsinys

|  | 1                              | 2          | 3          | 4          | 5          | 6 |
|--|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|---|
| <b>VĒLYVĀSIS HOLOCENAS</b>                     |                                |            |            |            |            |   |
| <b>Pelkētu vietų ir pakrantių augalų rūšys</b> | <i>Menyanthes trifoliata</i>   | 8          | x          | 9=         | x          | 3 |
|  | <i>Carex lasiocarpa</i>        | 9          | 4          | 9          | 4          | 3 |
|  | <i>Carex elata</i>             | 8          | x          | 10~        | x          | 5 |
|  | <i>Potentilla palustris</i>    | 8          | x          | 9=         | 3          | 2 |
|  | <i>Persicaria lapathifolia</i> | 6          | 6          | 8          | x          | 8 |
|  | <i>Urtica dioica</i>           | x          | x          | 6          | 7          | 9 |
|  | <i>Rhynchospora alba</i>       | 8          | 5          | 9=         | 3          | 2 |
|  | <i>Andromeda polifolia</i>     | 9          | 4          | 9          | 1          | 1 |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>     | <b>8.0</b>                     | <b>4.8</b> | <b>8.0</b> | <b>3.6</b> | <b>4.1</b> |   |

\*ekologinių rodiklių reikšmių paaiškinimai pateikti lentelėje *Ekologiniai rodikliai ir jų indikatorinės vertės (žiūr. 2 priedas)*.

### Lavariškės pelkė

GS-1 klimatinio įvykio metu pradėjęs formuotis paleobaseinas buvo negilus, vidutinio šilumo, neutralios pH reakcijos. Jame pirmieji įsikūrė *Chara* sp., *P. natans* bei *Potamogeton* sp. Vandens telkinio pakrantėse tuo metu vyravo vidutinio šviesumo, drėgnos, vidutinio rūgštingumo, tarpinio tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio buveinės (31 lentelė). Apyežerėje augo beržai (*Betula* sect. *Albae*, *B. pubescens*) su pušų (*Pinus* sp.) priemaiša. Žolinių augalų įvairovė tuo metu buvo skurdi.

Ankstyvajame holocene vandens telkinyje šalia anksčiau įsikūrusių vandens augalų pasirodė *N. alba*. Šio augalo buvimas padidina vandens baseino produktyvumą ir tai liudija apie vandens baseine vykstanti eutrofikacijos procesą. Paleobaseino pakrantėse, kaip rodo aptikti augalai, vyravo šviesių, vidutinio šilumo, šlapių, tarpinio tarp rūgščios ir vidutinio rūgštingumo, mažo azotingumo dirvožemio buveinės (31 lentelė). Šlapiose pakrantėse plito *M. trifoliata*, kuris būdingas mezotrofinėms-eutrofinėms augimvietėms. Žolių tarpe vyravo viksvos. Tuo tarpu krūmokšnių aukšte buvo aptinkama *A. polifolia*, kai kur pasitaikė *Vaccinium* sp. Paleobaseino krantuose šalia beržo ir pušies laikotarpio pabaigoje įsikūrė *Tilia* sp., tai rodytų klimato šiltėjimą.



Viduriniajame Holocene vandens telkinio pakrantėse plito šviesių, tarpinių tarp vidutinio šilto ir šiltų, tarpinių tarp drėgnų ir šlapių, vidutinio rūgštingumo, tarpinių tarp mažo ir vidutinio azotingumo buveinių augalai (31 lentelė). Šiuo laikotarpiu paleobasėne vyko užaugimo ir pelkėjimo procesas, ką patvirtina vandens augalų išnykimas ir išaugęs *A. polifolia* kiekis. Pakrantėse vyravo viksvuolinių šeimos augalai (*C. elata*, *C. diandra*). Krantuose augo beržai ir liepos.

Vėlyvajame holocene ekologinės sąlygos vyravusiose buveinėse nepakito ir toliau vyko pelkėjimo procesas. Pakrantėse ypač gausiai buvo aptinkamos *C. elata*, *A. polifolia*, *M. trifoliata*. Apyežerėje apie 1800 kal. m. PD greta beržų įsikūrė pušys.

31 lentelė. Lavariškės pelkės nuosėdose nustatytų augalų rūšių indikatorinės vertės pagal Ellenberg ir kt., 1991 \*.

| Nustatytos augalų rūšys                    |                           | Ekologiniai rodikliai |             |                   |                     |                        |
|--|---------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------|
|  |                           | Šviesa                | Temperatūra | Dirvožemio drėgmė | Dirvožemio reakcija | Dirvožemio azotingumas |
| 1  |                           | 2                     | 3           | 4                 | 5                   | 6                      |
| <b>GS-1 KLIMATINIS ĮVYKIS</b>              |                           |                       |             |                   |                     |                        |
| Vandens augalų rūšys                       | <i>Potamogeton natans</i> | 6                     | 5           | 11                | 7                   | 5                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                           | <b>6.0</b>            | <b>5.0</b>  | <b>11.0</b>       | <b>7.0</b>          | <b>5.0</b>             |
| Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys    | <i>Urtica dioica</i>      | x                     | x           | 6                 | 7                   | 9                      |
|  | <i>Betula pubescens</i>   | (7)                   | x           | 8                 | 3                   | 3                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                           | <b>7</b>              | <b>-</b>    | <b>7.0</b>        | <b>5.0</b>          | <b>6.0</b>             |

31 lentelės tęsinys

| 1  |                              | 2          | 3          | 4           | 5          | 6          |
|--|------------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| <b>ANKSTYVASIS HOLOCENAS</b>               |                              |            |            |             |            |            |
| Vandens augalų rūšys                       | <i>Nymphaea alba</i>         | 8          | 6          | 11          | 7          | 5          |
|  | <i>Potamogeton natans</i>    | 6          | 5          | 11          | 7          | 5          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                              | <b>7.0</b> | <b>5.5</b> | <b>11.0</b> | <b>7.0</b> | <b>5.0</b> |
| Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys    | <i>Betula pubescens</i>      | (7)        | x          | 8           | 3          | 3          |
|  | <i>Carex riparia</i>         | 7          | 6          | 9=          | 7          | 4          |
|  | <i>Carex cinerea</i>         | 7          | 4          | 9           | 4          | 2          |
|  | <i>Carex elata</i>           | 8          | x          | 10~         | x          | 5          |
|  | <i>Carex diandra</i>         | 8          | 6          | 9=          | 6          | 3          |
|  | <i>Andromeda polifolia</i>   | 9          | 4          | 9           | 1          | 1          |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i> | 8          | x          | 9=          | x          | 3          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                              | <b>7.7</b> | <b>5.0</b> | <b>8.7</b>  | <b>4.2</b> | <b>3.0</b> |
| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b>               |                              |            |            |             |            |            |
| Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys    | <i>Betula pubescens</i>      | (7)        | x          | 8           | 3          | 3          |
|  | <i>Carex riparia</i>         | 7          | 6          | 9=          | 7          | 4          |
|  | <i>Carex elata</i>           | 8          | x          | 10~         | x          | 5          |
|  | <i>Carex diandra</i>         | 8          | 6          | 9=          | 6          | 3          |
|  | <i>Andromeda polifolia</i>   | 9          | 4          | 9           | 1          | 1          |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i> | 8          | x          | 9=          | x          | 3          |
|  | <i>Urtica dioica</i>         | x          | x          | 6           | 7          | 9          |
|  | <i>Cicuta virosa</i>         | 7          | 6          | 9=          | 5          | 5          |
|  | <i>Lycopus europaeus</i>     | 7          | 6          | 9=          | 7          | 7          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                              | <b>7.6</b> | <b>5.6</b> | <b>7.7</b>  | <b>5.1</b> | <b>4.4</b> |
| <b>VĒLYVASIS HOLOCENAS</b>                 |                              |            |            |             |            |            |
| Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys    | <i>Betula pubescens</i>      | (7)        | x          | 8           | 3          | 3          |
|  | <i>Carex riparia</i>         | 7          | 6          | 9=          | 7          | 4          |
|  | <i>Carex nigra</i>           | 8          | x          | 8~          | 3          | 2          |
|  | <i>Carex elata</i>           | 8          | x          | 10~         | x          | 5          |
|  | <i>Carex diandra</i>         | 8          | 6          | 9=          | 6          | 3          |
|  | <i>Andromeda polifolia</i>   | 9          | 4          | 9           | 1          | 1          |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i> | 8          | x          | 9=          | x          | 3          |

|  | 1                              | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          |
|--|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VĒLYVĀSIS HOLOCENAS</b>                     |                                |            |            |            |            |            |
| <b>Pelkētu vietų ir pakrantių augalų rūšys</b> | <i>Lycopus europaeus</i>       | 7          | 6          | 9=         | 7          | 7          |
|  | <i>Persicaria lapathifolia</i> | 6          | 6          | 8          | x          | 8          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>     |                                | <b>7.6</b> | <b>5.6</b> | <b>8.3</b> | <b>4.5</b> | <b>4.0</b> |

\*ekologinių rodiklių reikšmių paaiškinimai pateikti lentelėje *Ekologiniai rodikliai ir jų indikatorinės vertės (žiūr. 2 priedas)*.

### Pakampio ežeras

Paleobaseinas formavosi ankstyvojo holoceno metu. Tuo metu paleobaseine kaip ir jo aplinkoje sprendžiant pagal makroliekanų radinius augalija buvo skurdi. Paleobaseine išsikūrė šviesių, tarpinių tarp vidutinio šilto ir šilto, beveik neutralios reakcijos, vidutinio azotingo buveinių augalai. Šiuo laikotarpiu vandens lygis buvo neaukštas, galėjo siekti iki 3 m gylio, ką patvirtina *N. alba* bei *T. latifolia* plitimas. Tuo tarpu paleobaseino aplinkoje vyravo vidutinio šviesumo, vidutinio šilto, tarpinės tarp drėgno ir šlapio, beveik neutralios reakcijos, nepaprastai azotingo dirvožemio buveinės (32 lentelė).

Viduriniajame holocene pagal būdingųjų augalų ekologijos rodiklius paleobaseine vyravo vidutinio šviesumo, tarpinės tarp vidutinio šilto ir šilto, tarpinės tarp beveik neutralios ir bazingos reakcijos, tarpinės tarp vidutinio azotingo ir azotingo dirvožemio buveinės (32 lentelė). Šiuo laikotarpiu išaugęs vandens augalų kiekis nuosėdose sietinas su suintensyvėjusiu vandens baseino eutrofikacijos procesu. Tuo metu vandens lygis paleobaseine nukrito. Paleobaseino pakrantėse tuo metu plito augalai būdingi vidutinio šviesumo ir šilto buveinėms. Dirvožemis buvo tarpinis tarp drėgno ir šlapio, tarp vidutinio rūgštingumo ir beveik neutralios reakcijos, vidutinio azotingo ir azotingo.

Vėlyvojo holoceno pradžioje ryškių vandens lygio svyravimų neužfiksuota, suintensyvėjo užaugimo procesas. Sprendžiant iš būdingųjų augalų aplinkos

veiksnių rodiklių, tuo metu paleobaseine daugiausia buvo vidutinio šviesumo, tarpinės tarp vidutinio šilto ir šiltų, tarpinio tarp beveik neutralios reakcijos ir bazingos, tarpinės tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio buveinės. Tuo tarpu paleobaseino aplinkoje vyravo vidutinio šviesumo, tarpinės tarp vidutinio šilto ir šiltų, tarpinės tarp drėgno ir šlapio, tarpinės tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios reakcijos, tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio buveinės (32 lentelė). Vėliau vandens lygis nukrito, ką patvirtina vandens augalų (*N. alba*, *N. marina*, *Potamogeton* sp. ir kt.) išnykimas bei pelkėtų vietų ir pakrančių augalų pagausėjimas.

32 lentelė. Pakampio ežere nustatytų augalų rūšių indikatorinės vertės pagal Ellenberg ir kt., 1991 \*.

| Nustatytos augalų rūšys                    |                           | Ekologiniai rodikliai |             |                   |                     |                        |
|--|---------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------|
|  |                           | Šviesa                | Temperatūra | Dirvožemio drėgmė | Dirvožemio reakcija | Dirvožemio azotingumas |
| 1  |                           | 2                     | 3           | 4                 | 5                   | 6                      |
| <b>ANKSTYVASIS HOLOCENAS</b>               |                           |                       |             |                   |                     |                        |
| Vandens augalų rūšys                       | <i>Nymphaea alba</i>      | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 5                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                           | <b>8.0</b>            | <b>6.0</b>  | <b>11.0</b>       | <b>7.0</b>          | <b>5.0</b>             |
| Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys    | <i>Typha latifolia</i>    | 8                     | 6           | 10                | 7                   | 8                      |
|  | <i>Alnus glutinosa</i>    | (5)                   | 3           | 9=                | 6                   | X                      |
|  | <i>Urtica dioica</i>      | x                     | x           | 6                 | 7                   | 9                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                           | <b>6.5</b>            | <b>4.5</b>  | <b>8.3</b>        | <b>6.7</b>          | <b>8.5</b>             |
| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b>               |                           |                       |             |                   |                     |                        |
| Vandens augalų rūšys                       | <i>Nymphaea alba</i>      | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 5                      |
|  | <i>Najas marina</i>       | 5                     | 6           | 12                | 9                   | 6                      |
|  | <i>Nuphar lutea</i>       | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 6                      |
|  | <i>Potamogeton natans</i> | 6                     | 5           | 11                | 7                   | 5                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                           | <b>6.8</b>            | <b>5.8</b>  | <b>11.3</b>       | <b>7.5</b>          | <b>5.5</b>             |

32 lentelės tęsinys

|  |                                 | <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>4</b>    | <b>5</b>   | <b>6</b>   |
|--|---------------------------------|----------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| <b>Pelkėtų vietų<br/>ir pakrantių<br/>augalų rūšys</b> | <i>Typha latifolia</i>          |          | 8          | 6          | 10          | 7          | 8          |
|  | <i>Carex diandra</i>            |          | 8          | 6          | 9=          | 6          | 3          |
|  | <i>Urtica dioica</i>            |          | x          | x          | 6           | 7          | 9          |
|  | <i>Alnus glutinosa</i>          |          | (5)        | 3          | 9=          | 6          | x          |
|  | <i>Betula pubescens</i>         |          | (7)        | x          | 8           | 3          | 3          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>             |                                 |          | <b>7.0</b> | <b>5.0</b> | <b>8.4</b>  | <b>5.8</b> | <b>5.8</b> |
| <b>VĒLYVAVIS HOLOCENAS</b>                             |                                 |          |            |            |             |            |            |
| <b>Vandens<br/>augalų<br/>rūšys</b>                    | <i>Nuphar lutea</i>             |          | 8          | 6          | 11          | 7          | 6          |
|  | <i>Nymphaea alba</i>            |          | 8          | 6          | 11          | 7          | 5          |
|  | <i>Najas marina</i>             |          | 5          | 6          | 12          | 9          | 6          |
|  | <i>Najas flexilis</i>           |          | 5          | 6          | 12          | 8          | 5          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>             |                                 |          | <b>6.5</b> | <b>6.0</b> | <b>11.5</b> | <b>7.8</b> | <b>5.5</b> |
| <b>Pelkėtų vietų ir pakrantių augalų rūšys</b>         | <i>Betula pubescens</i>         |          | (7)        | x          | 8           | 3          | 3          |
|  | <i>Alnus glutinosa</i>          |          | (5)        | 3          | 9=          | 6          | x          |
|  | <i>Schoenoplectus lacustris</i> |          | 8          | 6          | 11          | 7          | 6          |
|  | <i>Typha latifolia</i>          |          | 8          | 6          | 10          | 7          | 8          |
|  | <i>Carex diandra</i>            |          | 8          | 6          | 9=          | 6          | 3          |
|  | <i>Lycopus europaeus</i>        |          | 7          | 6          | 9=          | 7          | 7          |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i>    |          | 8          | x          | 9=          | x          | 3          |
|  | <i>Ranunculus sceleratus</i>    |          | 9          | 6          | 9=          | 7          | 9          |
|  | <i>Rumex crispus</i>            |          | 7          | 5          | 7~          | x          | 6          |
|  | <i>Urtica dioica</i>            |          | x          | x          | 6           | 7          | 9          |
|  | <i>Scleranthus annuus</i>       |          | 6          | 5          | 5           | 2          | 5          |
|  | <i>Persicaria maculosa</i>      |          | 6          | 6          | 5           | 7          | 7          |
|  | <i>Hypericum perforiatum</i>    |          | 7          | 6          | 4           | 6          | 4          |
|  | <i>Cicuta virosa</i>            |          | 7          | 6          | 9=          | 5          | 5          |
| <i>Eleocharis palustris</i>                            |                                 | 8        | x          | 10         | x           | ?          |            |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>             |                                 |          | <b>7.2</b> | <b>5.5</b> | <b>8.0</b>  | <b>5.8</b> | <b>5.8</b> |

\*ekologinių rodiklių reikšmių paaiškinimai pateikti lentelėje *Ekologiniai rodikliai ir jų indikatorinės vertės* (žiūr. 2 priedas).

### Pakastuvos ežeras

Pakastuvos paleobaseinas pradėjo formuotis viduriniojo holoceno metu. Tuo metu paleobaseine įsikurdavo vidutinio šviesumo, tarpiniai tarp vidutinio šilto ir šiltų, tarpiniai tarp beveik neutralios reakcijos ir šarminės, tarpiniai tarp vidutinio azotingo ir azotingo dirvožemio buveinių augalai (33 lentelė). Nuosėdose aptiktos *N. marina* ir *N. alba* makroliekanos patvirtina, kad vandens baseinas nebuvo gilus, ir galėjo siekti iki 2 m gylio (Hannon ir Gaillard, 1997). Tuo tarpu pakrantėse vyravo vidutinio šviesumo, vidutinio šilto, tarpinės tarp drėgno ir šlapio, tarpinės tarp vidutinio rūgštingumo ir beveik neutralios reakcijos, tarpinės tarp vidutinio azotingo ir azotingo dirvožemio buveinės (33 lentelė). Apie 6600 kal. m. PD susiklosčiusiose nuosėdose išaugęs *N. marina* makroliekanų skaičius, bei aptinkamos *N. lutea* makroliekanos gali būti siejamos su klimato šiltėjimu. Vėliau apie 5400 kal. m. PD vandens lygiui nukritus išivyrėja pakrančių ir pelkėtų vietų augalai, kurie liudija apie paleobaseino seklėjimą bei užaugimo proceso suintensyvėjimą. 5200 kal. m. PD aptiktas didelis kiekis *Urtica dioica* leidžia manyti, kad paleobaseino aplinkoje buvo ir sausesnių azoto turtingų augimviečių. Apyežerėje augo *Alnus glutinosa*, *Betula* sect. *Albae* bei *Pinus* sp. Paleobaseine apie 4600 kal. m. PD vandens lygis pakilo. Aptiktos *P. pusillus*, *P. praelongus* liudija, kad vandens gylis baseine galėjo siekti iki 2 m (Hannon, Gaillard, 1997). Didelis *Chara* sp. oosporų kiekis rodo, kad paleobaseino vanduo buvo prisotintas kalcio karbonatų. Pagal vyraujančias vandens augalų rūšis (*Chara* sp., *P. pusillus*, *P. praelongus* ir kt.) tuo metu vandens baseino pH buvo beveik neutralios reakcijos. Tuo tarpu paleobaseino pakrantėse plito labai šlapių, permainingo vandens lygio buveinių augalai. Dirvožemio pH buvo vidutinio rūgštingumo ir azotingo (33 lentelė).

33 lentelė. Pakastuvos ežero nuosėdose nustatytų augalų rūšių indikatorinės vertės pagal Ellenberg ir kt., 1991\*.

| Nustatytos augalų rūšys                    |                                 | Ekologiniai rodikliai |             |                   |                     |                        |
|--|---------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------|
|  |                                 | Šviesa                | Temperatūra | Dirvožemio drėgmė | Dirvožemio reakcija | Dirvožemio azotingumas |
| 1  |                                 | 2                     | 3           | 4                 | 5                   | 6                      |
| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b>               |                                 |                       |             |                   |                     |                        |
| Vandens augalų rūšys                       | <i>Najas marina</i>             | 5                     | 6           | 12                | 9                   | 6                      |
|  | <i>Nymphaea alba</i>            | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 5                      |
|  | <i>Potamogeton natans</i>       | 6                     | 5           | 11                | 7                   | 5                      |
|  | <i>Nuphar lutea</i>             | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 6                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                 | <b>6.8</b>            | <b>5.8</b>  | <b>11.3</b>       | <b>7.5</b>          | <b>5.5</b>             |
| Pelkėtų vietų ir pakrantių augalų rūšys    | <i>Alnus glutinosa</i>          | (5)                   | 3           | 9=                | 6                   | x                      |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i>    | 8                     | x           | 9=                | x                   | 3                      |
|  | <i>Lycopus europaeus</i>        | 7                     | 6           | 9=                | 7                   | 7                      |
|  | <i>Persicaria hidropiper</i>    | 7                     | 6           | 8=                | 5                   | 8                      |
|  | <i>Carex vesicaria</i>          | 4                     | 4           | 9=                | 6                   | 5                      |
|  | <i>Carex echinata</i>           | 8                     | x           | 8~                | 3                   | 2                      |
|  | <i>Carex pseudocyperus</i>      | 7                     | 6           | 9=                | 6                   | 5                      |
|  | <i>Carex lepidocarpa</i>        | 9                     | 5           | 9                 | 9                   | 2                      |
|  | <i>Schoenoplectus lacustris</i> | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 6                      |
|  | <i>Persicaria lapathifolia</i>  | 6                     | 6           | 8                 | x                   | 8                      |
|  | <i>Fragaria vesca</i>           | 7                     | x           | 5                 | x                   | 6                      |
|  | <i>Urtica dioica</i>            | x                     | x           | 6                 | 7                   | 9                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                 | <b>6.9</b>            | <b>5.3</b>  | <b>7.8</b>        | <b>6.2</b>          | <b>5.5</b>             |
| <b>VĖLYVAVIS HOLOCENAS</b>                 |                                 |                       |             |                   |                     |                        |
| Vandens augalų rūšys                       | <i>Potamogeton praelongus</i>   | 8                     | 4           | 12                | 8                   | 4                      |
|  | <i>Potamogeton pusillus</i>     | 6                     | 5           | 12                | 6                   | x                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b> |                                 | <b>7.0</b>            | <b>4.5</b>  | <b>12.0</b>       | <b>7.0</b>          | <b>4.0</b>             |

|  | <b>1</b>                        | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>4</b>   | <b>5</b>   | <b>6</b> |
|--|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| <b>Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys</b> | <i>Alnus glutinosa</i>          | (5)        | 3          | 9=         | 6          | x        |
|  | <i>Potentilla palustris</i>     | 8          | x          | 9=         | 3          | 2        |
|  | <i>Persicaria hydropiper</i>    | 7          | 6          | 8=         | 5          | 8        |
|  | <i>Persicaria lapathifolia</i>  | 6          | 6          | 8          | x          | 8        |
|  | <i>Carex vesicaria</i>          | 4          | 4          | 9=         | 6          | 5        |
|  | <i>Carex nigra</i>              | 8          | x          | 8~         | 3          | 2        |
|  | <i>Schoenoplectus lacustris</i> | 8          | 6          | 11         | 7          | 6        |
| <i>Lycopus europaeus</i>                       | 7                               | 6          | 9=         | 7          | 7          |          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>     | <b>6.6</b>                      | <b>5.2</b> | <b>9.5</b> | <b>5.3</b> | <b>5.4</b> |          |

\*ekologinių rodiklių reikšmių paaiškinimai pateikti lentelėje *Ekologiniai rodikliai ir jų indikatorinės vertės* (žiūr. 2 priedas).

### **Zervynų atodanga**

Paleobaseinas formavimosi pradžioje (GI-1e klimatinis įvykis) buvo gana aukštas, vandens lygis galėjo svyruoti tarp 3 m ir 6 m (Hannon, Gillard, 1997). Tuo metu vandens telkinio pakrantėse vyravo šviesios, tarpinės tarp vidutinio šilumo ir šiltų, labai šlapios, tarpinės tarp beveik neutralios reakcijos ir šarminės, tarpinės tarp mažo ir vidutinio azotingumo dirvožemio buveinės (34 lentelė). *T. latifolia* išikūrimą vandens telkinio litoralėje bei pušų išplitimą galima sieti su GI-1e klimatinio įvykio metu fiksuojamu atšilimu. Tuo tarpu ankstyvajame driase apie vyravusias ekologines sąlygas paleobaseino aplinkoje sunku spręsti dėl menkai išlikusių buvusios augalijos ženklų. Tuo metu vandens lygis paleobaseine išlieka aukštas. GI-1c klimatinis įvykio metu paleobaseino krantuose isivyrauja medžiai (*Pinus* sp., *Betula* sect. *Albae*), vandens lygis sumažėja. Šviesiose, šlapiose, mažu azotingumu pasižyminčiose buveinėse įsikuria *M. trifoliata*, *Carex* cf. *flava*. GI-1b klimatinis įvykio metu nuosėdose aptiktos *P. filiformis* ir *S. selaginoides* liekanos rodo pasikeitusias klimato sąlygas susijusias su atvėsimu. Tuo metu vandens telkinio pakrantėse plito šaltų, tarpinių tarp drėgnų ir šlapių, vidutinio rūgštingumo, mažo azotingumo dirvožemių buveinių augalai (34 lentelė). Tuo tarpu vandens



baseine vyravo šviesių, tarpinių tarp šaltų ir vidutinio šilumo, tarpinių tarp rūgščių ir vidutinio rūgštingumo, mažo azotingumo buveinių augalai. GI-1a klimatinio įvykio metu paleobaseine vyravo panašios ekologinės sąlygos kaip ir ankstesniajame laikotarpyje (GI-b), ryškių paleoaplinkos pokyčių pagal augalų makroliekanų sudėtį neužfiksuota. GS-1 klimatinio įvykio metu, rastos *Chara* sp. oosporas rodo galimą vandens lygio kilimą.

34 lentelė. Zervynų atodangoje nustatytų augalų rūšių indikatorinės vertės pagal Ellenberg ir kt., 1991 \*.

| Nustatytos augalų rūšys                 |                               | Ekologiniai rodikliai |             |                   |                     |                        |
|---|-------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------|
|   |                               | Šviesa                | Temperatūra | Dirvožemio drėgmė | Dirvožemio reakcija | Dirvožemio azotingumas |
| 1                                       |                               | 2                     | 3           | 4                 | 5                   | 6                      |
| <b>GI-1e KLIMATINIS ĮVYKIS</b>          |                               |                       |             |                   |                     |                        |
| Pelkėtų vietų ir pakrantių augalų rūšys | <i>Menyanthes trifoliata</i>  | 8                     | x           | 9=                | x                   | 3                      |
|   | <i>Typha latifolia</i>        | 8                     | 6           | 10                | 7                   | 8                      |
| Ekologinių rodiklių verčių vidurkis     |                               | <b>8.0</b>            | <b>6.0</b>  | <b>9.5</b>        | <b>7.5</b>          | <b>5.5</b>             |
| <b>GI-1c KLIMATINIS ĮVYKIS</b>          |                               |                       |             |                   |                     |                        |
| Pelkėtų vietų ir pakrantių augalų rūšys | <i>Menyanthes trifoliata</i>  | 8                     | x           | 9=                | x                   | 3                      |
|   | <i>Carex cf. flava</i>        | 8                     | x           | 9                 | 8                   | 2                      |
| Ekologinių rodiklių verčių vidurkis     |                               | <b>8.0</b>            | <b>x</b>    | <b>9.0</b>        | <b>8</b>            | <b>2.5</b>             |
| <b>GI-1b KLIMATINIS ĮVYKIS</b>          |                               |                       |             |                   |                     |                        |
| Vandens augalų rūšys                    | <i>Potamogeton filiformis</i> | 8                     | 4           | 12                | 4                   | 3                      |
| Ekologinių rodiklių verčių vidurkis     |                               | <b>8.0</b>            | <b>4.0</b>  | <b>12.0</b>       | <b>4.0</b>          | <b>3.0</b>             |

| 1   |  | 2          | 3          | 4           | 5          | 6          |
|---|--|------------|------------|-------------|------------|------------|
| Pelkėtų<br>vietų ir<br>pakrančių<br>augalų<br>rūšys | <i>Carex nigra</i>                             | 8          | x          | 8~          | 3          | 2          |
|   | <i>Selaginella<br/>selaginoides</i>            | 8          | 3          | 7           | 7          | 3          |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių<br/>vidurkis</b>      |  | <b>8.0</b> | <b>3.0</b> | <b>7.5</b>  | <b>5.0</b> | <b>2.5</b> |
| <b>GI-1a KLIMATINIS ĮVYKIS</b>                      |  |            |            |             |            |            |
| Vandens<br>augalų<br>rūšys                          | <i>Potamogeton<br/>filiformis</i>              | 8          | 4          | 12          | 4          | 3          |
|   | <b>Ekologinių rodiklių verčių<br/>vidurkis</b> | <b>8.0</b> | <b>4.0</b> | <b>12.0</b> | <b>4.0</b> | <b>3.0</b> |

\*ekologinių rodiklių reikšmių paaiškinimai pateikti lentelėje *Ekologiniai rodikliai ir jų indikatorinės vertės (žiūr. 2 priedas)*.

### **Rudnios atodanga**

GI-1(c-a) klimatinio įvykio metu susiformavęs paleobaseinas buvo negilus, galėjo siekti iki 2 m gylio (Hannon, Gillard, 1997). Vandens telkinyje vyravo daugiausia vidutinio šviesumo, vidutinio šilumo, beveik neutralios pH reakcijos, tarpinės tarp mažo ir vidutinio azotingumo buveinės (35 lentelė). Šiose buveinėse pasinėrusių makrofitų juostoje plito *Chara* sp., plačialapių plūdžių juostoje - *Potamogeton* sp., *P. filiformis*, *P. praelongus* ir *M. spicatum*. Vandens lelijų juostoje kūrėsi *P. natans*. Tuo tarpu nendrių ir meldų juostą formavo *T. latifolia* ir *S. lacustris*. Pastarosios rūšys dažniausia plinta dumblingame grunte. Paleobaseino sekliose vietose išsikurdavo viksviniai (*C. vesicaria*, *C. lasiocarpa*). Paleobaseino pakrantėse, sprendžiant pagal augalų ekologijos rodiklius, vyravo vidutinio šviesumo, vidutinio šilumo, šlapių užtvindomų, tarpinės tarp vidutinio rūgštingumo ir beveik neutralios pH reakcijos, vidutinio azotingumo dirvožemio buveinės (35 lentelė). *Betula* ir *Pinus* gausą bei *Picea* buvimą nuosėdose galima sieti su minėtų rūšių dominavimu telkinio pakraštyje. Vėliau apie 13500 kal. m. PD paleobaseino pakrantėse ženkliai sumažėja pušų bei pakrančių ir pelkėtų vietų augalų kiekis

bei jų įvairovė, tai įtakojo drastiškas vietinių aplinkos sąlygų pokytis, galimai sietinas su greitu paleobaseino užpustymu ar klimato atvėsimu.

35 lentelė. Rudnios atodangoje nustatytų augalų rūšių indikatorinės vertės pagal Ellenberg ir kt., 1991 \*.

| Nustatytos augalų rūšys                        |                                 | Ekologiniai rodikliai |             |                   |                     |                        |
|--|---------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------|
|  |                                 | Šviesa                | Temperatūra | Dirvožemio drėgmė | Dirvožemio reakcija | Dirvožemio azotingumas |
| 1  |                                 | 2                     | 3           | 4                 | 5                   | 6                      |
| <b>GI-1(c-a) KLIMATINIS ĮVYKIS</b>             |                                 |                       |             |                   |                     |                        |
| <b>Vandens augalų rūšys</b>                    | <i>Potamogeton natans</i>       | 6                     | 5           | 11                | 7                   | 5                      |
|  | <i>Potamogeton filiformis</i>   | 8                     | 4           | 12                | 4                   | 3                      |
|  | <i>Potamogeton praelongus</i>   | 8                     | 4           | 12                | 8                   | 4                      |
|  | <i>Myriophyllum spicatum</i>    | 5                     | 6           | 12                | 9                   | 7                      |
|  | <i>Sparganium natans</i>        | 7                     | 5           | 11                | 5                   | 3                      |
|  | <i>Hippuris vulgaris</i>        | 7                     | 5           | 10                | 8                   | x                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>     |                                 | <b>6.8</b>            | <b>4.8</b>  | <b>11.3</b>       | <b>6.8</b>          | <b>4.4</b>             |
| <b>Pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšys</b> | <i>Typha latifolia</i>          | 8                     | 6           | 10                | 7                   | 8                      |
|  | <i>Schoenoplectus lacustris</i> | 8                     | 6           | 11                | 7                   | 6                      |
|  | <i>Menyanthes trifoliata</i>    | 8                     | x           | 9=                | x                   | 3                      |
|  | <i>Carex vesicaria</i>          | 4                     | 4           | 9=                | 6                   | 5                      |
|  | <i>Carex lasiocarpa</i>         | 9                     | 4           | 9                 | 4                   | 3                      |
|  | <i>Cirsium palustre</i>         | 7                     | 5           | 8                 | 4                   | 3                      |
|  | <i>Urtica dioica</i>            | x                     | x           | 6                 | 7                   | 9                      |
| <b>Ekologinių rodiklių verčių vidurkis</b>     |                                 | <b>7.3</b>            | <b>5.0</b>  | <b>8.9</b>        | <b>5.8</b>          | <b>5.3</b>             |

\*ekologinių rodiklių reikšmių paaiškinimai pateikti lentelėje *Ekologiniai rodikliai ir jų indikatorinės vertės (žiūr. 2 priedas)*.

Apibendrinant šiame skyriuje pateiktus duomenis galima teigti, kad vėlyvajame ledynmetyje paleobaseinuose vyravo šviesių, vidutinio šviesumo buveinių augalai. Augo tarpiniai tarp šaltų ir vidutinio šilumo buveinių

augalai. Pleobaseinuose pH reakcija svyravo nuo rūgščios iki beveik neutralios. Substratas pasižymėjo tarpiniu tarp mažo ir vidutinio azotingumo (3 priedas). Pakrantėse šiuo laikotarpiu kūrėsi nuo šviesių iki vidutinio šviesumo bei tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai. Jie augo drėgnose bei šlapiose, nuo vidutiniškai rūgščios iki šarminė reakcijos, nuo mažo azotingumo iki azotingo dirvožemio buveinėse. Trumpalaikio atšalimo metu įsivyravę šaltų buveinių augalai žymi GI-1b klimatinį įvykį (4 priedas).

Holoceno paleobaseinai buvo tarpiniai tarp vidutinio ūksmingumo ir vidutinio šviesumo, tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų. Juose vyravo neutrali arba šarminė reakcija, o azotingumas svyravo nuo mažo iki azotingo (5 priedas). Tuo metu paleobaseinų pakrantėse vyravo nuo vidutinio šviesumo iki šviesių bei nuo vidutinio šilumo iki šiltų sąlygos. Buvo paplitę drėgni ir šlapi, nuo rūgščios iki beveik neutralios reakcijos, nuo mažo azotingumo iki labai azotingų dirvožemiai (6 priedas).

### 7.3. Paleoekosistemos raidos bruožai vėlyvajame ledynmetyje ir holocene

Atlikti kompleksiniai paleobasienuų nuosėdų tyrimai suteikė naujų duomenų apie augalijos sudėtį bei jos kaitą teritorijoje, vandens baseino režimą vėlyvojo ledynmečio ir holoceno laikotarpiu. Šiuos procesus įtakojo besikeičiantis klimatas, augalų bendrijų tarpusavio sąveika. Šylant klimatui ir traukiantis paskutinajam ledynui, Lietuvos teritorija poledynmečiu palaipsniui nuledėjo, tačiau šis procesas nebuvo tolygus, jį pertraukdavo pašaltėjimo laikotarpiai, kurie įtakojo gamtinės aplinkos kaitą. Šie klimatiniai įvykiai registruojami globaliai. Lietuvos teritorijoje paleobasienuų nuosėdose užfiksuoti ankstyviausi vėlyvojo ledynmečio laikotarpiai susieti su GI-1e klimatinio įvykiu (Lowe ir kt., 2008).

#### *GI-1e klimatinis įvykis (~14650–14050 kal. m. PD)*

GI-1e klimatinio įvykio metu susidariusios nuosėdos buvo aptiktos Zervynų atodangoje. Tuo metu Zervynų atodangos nuosėdose aptiktas didelis pušų žiedadulkių skaičius leistų manyti, jog būtent šis augalas sudarė didžiąją augalijos dalį. Pagal Huntley ir Birks (1983) pušies žiedadulkių reikšmės didesnės nei 50% rodo jų vietinę kilmę, tačiau tuo pat metu pušies makroliekanų, kurios patvirtintų vietinį šių medžių paplitimą nebuvo aptikta. Šio medžio plitimas regione buvo užfiksuotas ir ankstesnių tyrimų metu (Stančikaitė ir kt., 2008). Sprendžiant pagal Veski ir kt. (2014) atliktas klimato rekonstrukcijas teritorijoje, plytinčioje Latvijos pietinėje dalyje, šio laikotarpio klimatinės sąlygos buvo dar gana atšiaurios. Vidutinė vasaros mėnesių temperatūra svyravo nuo 8°C iki 12°C, o tuo tarpu žiemos – nuo -23°C iki -20°C (Veski ir kt., 2014). Šio laikotarpio nuosėdų deguonies ( $\delta^{18}\text{O}$ ) izotopų kreivės kaita gali būti sietina su garavimo intensyvumo padidėjimu, kas greičiausiai yra susiję su vidutinės metinės temperatūros didėjimu. Tuo tarpu anglies ( $\delta^{13}\text{C}$ ) izotopų kreivė liudija apie buvusį sausą klimatą. Vidutinė liepos temperatūra galėjo siekti 13,5°C (Kolstrup, 1980), ką parodo nuosėdose aptiktos *T. latifolia* makroliekanos. Klimato pašiltėjimas tuo metu buvo pastebėtas ir Šiaurės Atlanto regione (Björk ir kt., 1998). Laikotarpio pradžioje dirvožemio danga buvo nestabili, pasižymėjo negausia žoline augalija. Vėliau

nuosėdose augantis organinės medžiagos ir karbonatų kiekis liudija apie gana stabilios dirvožemio dangos susiformavimą.

Paleobasėnų vandens lygis buvo aukštas, kaupėsi terigeninės nuosėdos (smėlis). Tuo metu mažai maisto medžiagų turinčiuose vandens telkiniuose vyravo maurabragunų bendrijos (*Charetea fragilis*), Zervynų vandens telkinyje šiose bendrijose atsirasdavo ir plūdžių (*Potamogeton* sp.). Šių bendrijų buveinės pasižymėjo mažu arba vidutiniu biogeninių medžiagų (azoto) kiekiu, vandens reakcija buvo tarpinė tarp vidutinio rūgštingumo iki beveik neutralios (pH 6–7).

#### ***GI-1d klimatinis įvykis (~14050–13900 kal. m. PD)***

GI-1d klimatinio įvykio metu sumažėjo vidutinė metinė temperatūra. Atlikti tyrimai leidžia teigti, jog tuo metu, lyginant su ankstesnių klimatinio laikotarpiu, vidutinė vasaros ir žiemos mėnesių temperatūra rytų Baltijos regione sumažėjo apie 2°C (Veski ir kt., 2014). Šių klimatinių sąlygų vyravimą patvirtina atlikti ir izotopiniai tyrimai. Deguonies ( $\delta^{18}\text{O}$ ) izotopų kreivės artėjimas link neigiamų verčių yra susijęs su klimato atvėsimu. Šiuo laikotarpiu egzistavo gana nestabili paviršaus danga, apie ką liudija nuosėdose sumažėjęs organikos ir karbonatų kiekis. Į šiuos aplinkos sąlygų pokyčius reagavo ir augalija. Tuo metu augimvietėse išaugo žolinių augalų kiekis, ypač *Artemisia*, Cyperaceae ir Poaceae. Pušų kiekio sumažėjimas bei beržų išplitimas gali būti taip pat susijęs su klimato atvėsimu. Šio laikotarpio nuosėdose rastos pušies epidermio liekanos gali būti siejamos su šių medžių įsikūrimu vandens telkinių apylinkėse. Pušų makroliekanos buvo aptiktos Pietų Lietuvoje ir ankstesnių tyrimų metu (Stančikaitė ir kt., 2008). Tuo metu vandens lygis paleobasėne vis dar išlieka aukštas, neturtingas maisto medžiagų, skaidrus.

#### ***GI-1(c-a) klimatinis įvykis (~13900–12850 kal. m. PD)***

Ženkliusias vėlyvojo ledynmečio atšilimas fiksuojamas tiriant GI-1c klimatinio įvykio metu susiklosčiusias nuosėdas. Vidutinė vasaros mėnesių temperatūra svyravo apie 12°C, o žiemos nuo -12°C iki -15°C (Veski ir kt., 2014). Tuo metu nuosėdose išaugęs organikos kiekis rodo, jog susiformavusi

paviršaus danga buvo pakankamai stabili, susidarė reikiamos sąlygos augalijai įsikurti. Tuo metu Pietryčių Lietuvos regione ėmė sparčiai plisti pušys. Fiksuojamas ypač didelis šių medžių kiekis nuosėdose yra susijęs ne tik su klimato atšilimu, bet ir su šio regiono edafinėmis sąlygomis. Šiame regione susiformavęs smėlingas dirvožemis plytintis zandrinės lygumos teritorijoje buvo tinkamas šiems medžiams įsikurti. Tuo pat metu aptiktos *Pinus* sp. makroliekanos liudija apie jų paplitimą paleobaseinų apylinkėse. Aptariamuju laikotarpiu pušų makroliekanos buvo gausiai randamos Lenkijoje bei Estijoje (Ralska-Jasiewiczowa ir kt., 2004; Amon ir kt., 2014). *Pinus* sp. buvimas nuosėdose rodo, kad vidutinė liepos mėnesio temperatūra galėjo būti aukštesne nei +12°C (Kultti ir kt., 2006) ir tai sutampa su rekonstruota vidutine liepos temperatūra 13–20°C Vakarų ir Centrinėje Europoje (Peyron ir kt., 2005; Heiri ir kt., 2007) bei rytų Baltijos-Baltarusijos regione (Veski ir kt., 2014). Kartu su pušimis, paleobaseinų apylinkėse augo beržai. Šių medžių vietinį paplitimą teritorijoje patvirtina augalų makroliekanų tyrimų rezultatai. Šiuo laikotarpiu *Betula* sect. *Albae* makroliekanų pasirodymas fiksuojamas ir Rytų Baltijos regione (Veski ir kt., 2012; Amon ir kt., 2014). Žiedadulkių diagramoje beržo žiedadulkių aptikta nedaug, jų kiekis svyruoja nuo 5,2 iki 17,2%. Pagal Huntley ir Birks (1983) beržo žiedadulkių reikšmės didesnės nei 10 % rodytų šių medžių vietinį paplitimą teritorijoje. Rudnios paleobaseino apylinkėse šalia augusių pušų ir beržų įsikūrė eglė. Eglės plitimui yra būtina nuolatinė dirvožemio drėgmė, tad šio medžio įsikūrimas rodo, kad klimatas tuo metu buvo drėgnas. Panašiu metu eglės makroliekanos buvo aptiktos Šiaurės–vakarų Lietuvoje (Stančikaitė ir kt., 1998). GI-1c laikotarpiu augo *Artemisia* bei Cyperaceae, Poaceae ir Chenopodiaceae šeimos augalai. Atodangų nuosėdose fiksuojamas terigeninės medžiagos sumažėjimas bei išaugęs organikos ir CaCO<sub>3</sub> kiekis yra, greičiausiai, susijęs su augalų biomasės augimu teritorijoje. Tuo metu fiksuojami ir ankstyviausi baseinų eutrofikacijos požymiai, dalis baseinų pereina į mezotrofinę raidos stadiją. Sprendžiant pagal tuo metu paleobaseinuose įsikūrusius makrofitus, vandens gylis juose buvo neaukštas, galėjo siekti apie 2 m (Hannon, Gaillard, 1997). Neaukštą vandens lygį

patvirtina ir ankstesni Pietryčių Lietuvos nuosėdų storumėse atlikti diatominių dumblių tyrimai (Kabailienė, 2006). Klimato sąlygų gerėjimas (temperatūros kilimas, palankus drėgmės režimas) atsispindi taip pat ir augalų makroliekanų diagramose. Nukritus vandens lygiui bei pasikeitus vandens telkinio trofiškumui, paleobaseinuose paplito plūduriuojančių hidrofītų (*Potamogetonetea pectinati*) bendrijos augalai. Nors klimatas pašiltėjo, bet vanduo paleobaseinuose tuo metu buvo vidutinio šilumo, ką parodo *P. filiformis* endokarpių buvimas nuosėdose (Matuszkiewicz 2001, Velichkevich, Zastawniak 2006). Nuosėdose aptikti jautrūs žemai temperatūrai *Cristatella mucedo* statoblastai (Okland, Okland, 2000) patvirtina, jog sąlygos paleobaseinuose buvo gana stabilios. Paleobaseino pakraščiuose daugiausia plito šviesių, tarpinių tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai. Augalai dažniausiai augo šlapiame, blogai aeruojamame arba tarpiniame tarp drėgno ir šlapio dirvožemyje. Šiuo laikotarpiu greta paleobaseinų buvo ir sausesnių augimviečių, tai rodo Rudnios nuosėdose aptikta nitrofilinė rūšis *U. dioica*. Šiuo laikotarpiu galėjo vykti Rudnios, Zervynų paleobaseino pakrančių užaugimas bei pelkėjimas. Drėgnose pakrantėse augo stambių helohidrofītų (*Phragmito-Magnocaricetea*) bendrijai būdingi augalai. Tuo tarpu durpingose vandens telkinio pakrantėse įsikuria smulkiųjų viksvų (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) bendrijos augalai.

Vėliau, GI-1b klimatinio įvykio metu, Zervynų žiedadulkių ir augalų makroliekanų diagramose išryškėjo augalijos sudėties pokyčiai. Tuo metu teritorijoje ženkliai išaugęs žolinių augalų (*Atremisia*, Poaceae, Cyperaceae, *Chenopodium*) bei sumažėjęs pušų kiekis, liudija atviresnio kraštovaizdžio formavimąsi. Šviesiose, sausose augimvietėse plito kadagiai (*Juniperus*). Šiuo laikotarpių fiksuojami augalijos pokyčiai gali būti susiję su didžiojoje Europos dalyje pasireiškusia Gerzensee osciliacija (Lotter ir kt., 1992; Björck ir kt., 1998), trumpalaikiu klimato atvėsimu. Buvus vėsesnį klimatą rodo ir paleobaseino nuosėdose aptikti *P. filiformis* endokarpiai bei *S. selaginoides* megasporos. Zervynų atodangoje stebimas augantis terigeninės medžiagos kiekis bei organinės medžiagos ir CaCO<sub>3</sub> sumažėjimas. Tai gali būti susiję su



vykstančiais erozijos procesais, dirvožemio suardymu ar vandens baseino produktyvumo mažėjimu. Panašiu metu, Rudnios paleobaseine išaugęs karbonatų kiekis, bei organinės medžiagos mažėjimas, liudija augalijos vystymosi intensyvumo mažėjimą. Tai atsispindi ir augalų makroliekanų diagramoje. Šie fiksuojami pokyčiai galėjo būti susiję su trumpalaikiu klimato atvėsimu. Tačiau neturint žiedadulkių analizės rezultatų, negalima pilnai rekonstruoti šio klimatinio įvykio. Panašus šio klimatinio įvykio pasireiškimas stebimas ir aplinkinėse teritorijose (Amon ir kt., 2012).

GI-1a klimatinio įvykio metu, klimatas vėl pašiltėjo, tačiau šie pokyčiai nebuvo tokie ryškūs, kaip šio laikotarpio pradžioje. Tuo metu Zervynų, Rudnios atodangų nuosėdose stebimas organikos ir CaCO<sub>3</sub> kiekio didėjimas rodo stabilaus dirvožemio susiformavimą. Vėliau Rudnios paleobaseino apylinkėse prasidėjo intensyvūs eoliniai procesai, apie ką liudija nuosėdose ženkliai išaugęs terigeninės medžiagos kiekis. Matyt, dėl šios priežasties daugelio augalų kiekis ženkliai sumažėjo, o kai kurie visiškai išnyko. Nagrinėjamu laikotarpiu Rudnios vandens telkinyje nutrūko nuosėdų sedimentacija. Matyt, tai sąlygojo aukščiau minėti eoliniai procesai.

#### ***GS-1 klimatinis įvykis (~12850-11650 kal. m. PD)***

GS-1 klimatinio įvykio metu ženkliai pasikeitė augalijos sudėtis. Tam turėjo įtakos besikeičiantis klimatas. Vidutinė temperatūra regione gana staigiai krito (Veski ir kt., 2014) ir tai betarpiškai įtakojo visą ekosistemą. Be to, klimatui buvo būdingas aridiškumas, ką parodo anglies ( $\delta^{13}\text{C}$ ) izotopų verčių augimas. Tuo metu retmiškius Rytų ir Pietryčių Lietuvos teritorijoje pakeitė žoliniai augalai, krūmai ir krūmokšniai. Atvirose augimvietėse vyravo kiečiai (*Artemisia*), balandiniai (*Chenopodiaceae*), viksvuoliniai (*Cyperaceae*), migliniai (*Poaceae*). Artimiausiose vandens baseino apylinkėse įsikurdavo karklai (*Salix*), sausesnėse augimvietėse plito kadagai (*Juniperus*). Lavariškės paleobaseino aplinkoje augo beržai keružiai (*Betula nana*). *B. nana* yra geras paleoklimato indikatorius, jo buvimas nuosėdose dažniausiai siejamas su šaltaisiais vėlyvojo ledynmečio periodais (Lang, 1994). Tad šių augalų gausa nuosėdose rodo vyravus gana atšiaurias klimatinės sąlygas. Tai patvirtina ir

nuosėdose aptinkama žemas temperatūras toleruojanti *S. selaginoides* (Snarskis, 1954), kuri yra būdinga tundros augalijai (Tobolski, 2006) ir dabartinėje Lietuvos floroje neaptinkama. Tuo pat metu *Cristatella mucedo* vyravimas nuosėdose rodo, kad vanduo paleobaseine (Lavariškės) nebuvo labai šaltas, nes ši rūšis vengia vandens baseinų, kurių temperatūra nukrenta žemiau nei 11–16°C (Okland, Okland, 2000). Tai rodo, kad šiuo laikotarpiu vandens temperatūra galėjo būti > 11°C. Ši rūšis dažniausia paplinta negiliose vandens baseinuose (iki 2 m), kurie pasižymi vidutiniu arba aukštu kalcio kiekiui, vidutiniu magnio kiekiu bei vidutiniškai rūgščia vandens reakcija (Okland, Okland, 2000).

Šiuo laikotarpiu pušų kiekis sumažėjo, teritorijoje palaipsniui plito beržai. Šis laikotarpis šiaurinėje Europoje įvardijamas kaip etapas, pasižymėjęs ženkliausiu po ledyno degradacijos atšalimu (Walker, 1995). Tuo metu apie 12500 kal. m. PD (Zervynų autodanga) teritorijoje pasirodė ir eglė (*Picea*). Jos žiedadulkių kiekis siekiantis 1–3 % sporų–žiedadulkių diagramoje liudija vietinę kilmę (Giesecke, Bennett, 2004; Latałowa, van der Knaap, 2006). Šio medžio plitimas regione buvo užfiksuotas ir ankstesnių tyrimų metu (Stančikaitė ir kt., 2004, 2008, 2009; Heikkilä ir kt., 2009; Koff, Terasmaa, 2011, Zernitskaya ir kt., 2014). Šiuo laikotarpiu Vakarų Lietuvoje (Stančikaitė ir kt., 2008), Estijoje (Amon ir kt., 2014), Latvijoje (Heikkilä ir kt., 2009) bei Rusijoje (Valiranta 2005) buvo aptiktos šio medžio makroliekanos. *Picea* buvimas nuosėdose rodo gana drėgnų sąlygų vyravimą regione (Giesecke, Bennet, 2004). Atšalus klimatui Zervynų paleobaseine pasikeitė ir sedimentacijos pobūdis, sedimentaciniuose baseinuose padidėjo terigeninės medžiagos kiekis, sumažėjo organinė sudedamoji. Panaši vėlyvojo ledynmečio gamtinė aplinka buvo užfiksuota ir ankstesnių tyrimų metu (Šinkūnas ir kt., 2005). Šiuo laikotarpiu Lavariškės paleobasinas nebuvo gilūs, galėjo siekti iki 2 m. Šių sąlygų buvimą patvirtina nuosėdose aptikti *Cristatella mucedo* statoblastai bei *P. filiformis* endokarpiai. Pastaroji šalčiui tolerantiška rūšis siejama su sąlyginai drumstais vandenimis (Väliranta, 2006). Tuo tarpu Zervynų paleobaseine vandens lygis pakilo, jame vyravo *Chara* sp. genties

dumbliai. Pagal šios rūšies vyravimą galima spręsti, kad vandens baseinas pasižymėjo mažu produktyvumu. Šiuo laikotarpiu vandens lygio pakilimas buvo užfiksuotas kaimyninėje Lenkijoje (Starkel ir kt., 1998; Gałka ir kt., 2014) bei Lietuvos teritorijoje ankstesnių tyrimų metu (Kabailienė, 2006). Vandens lygio kilimas buvo siejamas su garavimo sumažėjimu (Bohncke, 1993). Vėlyvojo driaso pabaigoje žiedadulkių diagramose matomi klimato šiltėjimo požymiai. Palaipsniui mažėja *Juniperus*, *Artemisia* (Lavariškės) ir *Helianthemum* (Zervynai) žiedadulkių kiekis. Pastaroji rūšis laikoma vėsaus klimato indikatoriumi. Šiuo laikotarpiu Zervynų, paleobaseine nutrūko organinių nuosėdų sedimentacija, panašu, dėl prasidėjusių eolinių procesų (Molodkov and Bitinas 2006).

#### ***Ankstyvasis Holocenas (11 650 – 8200 kal. m. PD)***

Globali klimato kaita lėmė laipsnišką vidutinės metinės temperatūros kilimą po 11500 kal. m. PD (Björck ir kt., 1996). Šis procesas registruojamas visame šiauriniame Žemės pusrutulyje, tame tarpe ir Europoje. Atlanto vandenyno pakrantėse jis prasidėjo anksčiau, o žemyniniuose regionuose – šiek tiek vėliau (Wohlfarth ir kt., 2002; Subetto ir kt., 2002). Ankstyvojo holoceno vidutinė vasaros temperatūra svyravo apie 13,3°C ir vidutinė žiemos – apie -9,6°C šiaurinėje Lietuvoje (Veski ir kt., 2014). Vidutinė žiemos temperatūra, atitinkanti šiandieninę, pietinėje Baltijos regiono dalyje buvo pasiekta jau apie 10 kal. m. PD, o vidutinė vasaros, kuri yra labai panaši į šiandien regione vyraujančią – apie 9 kal. m. PD (Veski ir kt., 2014). Lietuvos teritorijoje pastebimi atšilimo ženklai išryškėja nuosėdose, susiklojusiose prieš 11100 kal. m. PD (Stančikaitė ir kt., 2008, 2009). Nustatyta, kad vidutinė metinė temperatūra Lietuvoje tuo metu buvo maždaug 4 °C žemesnė negu dabartinė (Kabailienė, 1990), o tai yra pakankamos sąlygos miškatundrės plėtrai. Klimatui šiltėjant, nuosėdų pjūviuose išnyksta tundrai būdingi augalai, susidaro palankios sąlygos medžių plitimui. Šiam laikotarpiui priskirtose nuosėdose aptikti dideli kiekiai *Betula* žiedadulkių, *Betula* sect. *Albae* vaisių, liudijančių jų paplitimą atviruose plotuose. Beržai greit plinta atvirose bemiškėse vietose ir sukuria palankias sąlygas kitiems medžiams įsikurti (Kabailienė, 1990).

Greta beržų to meto nuosėdose aptiktas nemažas kiekis ir *Pinus* žiedadulkių. Pušų daigai nelabai jautrūs temperatūros svyravimams, todėl šie medžiai taip pat galėtų įsikurti atviruose, bemiškiuose plotuose vis dar permainingomis klimatinėmis sąlygomis. Tačiau pušies augimas lėtesnis nei beržo, o jaunus daigus stelbia vešli žolė. Matyt, dėl to, bemiškiuose plotuose pirmi įsikūrė beržai, o pušies invazija šiek tiek užtruko. Tuo metu toks reiškinys buvo stebimas daugelyje ištirtų pjūvių. Atvirų beržynų vyravimas holoceno pradžioje buvo užfiksuotas ir kitose Europos šalyse (Bos ir kt., 2007; Mortensen ir kt., 2011). Kai kuriuose Pietryčių Lietuvos regionuose, kurių didžiąją paviršaus dalį sudarė smėlingi dirvožemiai, tuo laikotarpiu vyravo pušys (Kabailienė, 2006), o Rytinėje Lietuvos dalyje (Verpstinis) paplinta eglė. Jos atsiradimas šiame regione datuojamas apie 11500 kal. m. PD (Gaidamavičius ir kt., 2011). Tuo tarpu eglės makroliekanos aptiktos 10800 kal. m. PD liudija apie vietinį jų paplitimą paleobaseino aplinkoje. Toks ankstyvas šių medžių pasirodymas buvo pastebėtas šiaurės-rytų Lietuvoje (Stančikaitė ir kt., 2008, 2009). Pietryčių Lietuvos regione, Pakampio ežero apylinkėse į vis dar retus beržų–pušų miškus atkeliauja *Ulmus*. Nagrinėjamu laikotarpiu, apie 10300 kal. m. PD guobos buvo aptinkamos ir šiaurinėje Lietuvos dalyje (Stančikaitė ir kt., 2014). Panašiu metu šis medis įskūrė ir kaimyniniuose regionuose (Heikkilä ir kt., 2009; Kupryjanowicz, 2007; Niinemets, Saarse, 2009). Kadangi ši medžių rūšis yra jautri sausras ir reikalauja drėgno derlingo dirvožemio (Grime ir kt., 1988), jos įsikūrimas naujose augimvietėse rodo šių ekologinių sąlygų buvimą. Tirtose nuosėdose aptiktas nemažas kiekis žolinių augalų, patvirtina atvirų augalijos plotų egzistavimą. Žolinę dangą sudarė viksvolinių (Cyperaceae) ir miglinių (Poaceae) šeimos augalai, kurie daugiausia plito ežero pakrantėse. Eroduojamuose dirvožemiuose augo kiečiai (*Artemisia*). Taigi, paleobaseinų nuosėdų paleoflora liudija apylinkėse vyravus retus, šviesius miškus su išplitusia žoline augalija.

Nagrinėjamo laikotarpio pradžioje Rytų (Lavariškės) ir Pietryčių (Pakampis) Lietuvos regione susiformavę paleobaseinai buvo negilūs, siekė iki 3 m gylio.

Tuo metu žemas vandens lygis buvo stebimas taip pat šiaurės-rytų Lenkijoje (Ralska-Jasiewiczowa, Latałowa, 1996; Gałka ir kt., 2014b), Vokietijoje (Mortensen ir kt., 2011), Olandijoje (Bos ir kt., 2007). Tačiau Briaunio ir Verpstinio paleobaseinuose vandens lygis tuo metu buvo gana aukštas. Panašiu metu išaugęs vandens lygis buvo stebimas ir šiaurės Lietuvoje (Stančikaite ir kt., 2014). Apie aukštą vandens lygį galime spręsti iš didelio kiekio aptiktų *Chara* sp. oosporų, kurios gali augti iki 10 m gylio (Hannon, Gaillard 1997). Briaunio ežero aukštą vandens lygį patvirtina ir nuosėdose aptiktas didelis planktoninių diatomėjų rūšių skaičius (Gryguc ir kt., 2013). Formavimosi pradžioje šie paleobaseinai buvo skaidrūs, oligotrofiniai, prisotinti karbonatų, pasižymėjo mažu produktyvumu, ką rodo minėto pionierinio augalo įsikūrimas. Apie vandens baseino oligotrofinį statusą bei menką maisto medžiagų kiekį liudija *Cyclotella radios*a ir *Cyclotella ocellata* diatomėjų rūšių būvimas (Gryguc ir kt., 2013). Pradiniame sedimentacijos etape, mažu produktyvumu pasižymėjo ir kiti tirti paleobaseinai (Pakampis, Lavariškės). Tuo metu vandens augalų įvairovė šiuose paleobaseinuose buvo menka. Apie 10800 kal. m. PD Verpstinio vandens baseine intensyvėjant eutrofikacijos procesui, *Chara* dumblių kiekis sumažėja, išauga vandens augalų rūšių įvairovė bei liekanų kiekis (*P. natans*, *N. alba* ir kt.). Tuo metu vandens lygis pažemėja. Panašiu metu apie 10500 kal. m. PD žemas vandens lygis buvo užfiksuota ir šiaurės-rytų Lenkijoje telkšančiame Linówek ežere (Gałka ir kt., 2014). Holoceno pradžioje Verpstinio ežero nuosėdose aptinkamos *T. latifolia*, *C. pseudocyperus* makroliekanos rodo, kad nuosėdos formavosi šiltėjant klimatui (Gałka, Szněl, 2013). Tuo metu *T. latifolia* įsikuria ir Pakampio paleobaseine. Ši rūšis klesti vidutinei liepos mėnesio temperatūrai esant apie 13–16°C (Kolstrup, 1980). Tuo tarpu *C. pseudocyperus* paplinta esant vidutinei liepos mėnesio temperatūrai apie 13°C (Brinkkemper ir kt., 1987). Verpstinio ir Lavariškių paleobaseinuose vandens temperatūra galėjo svyruoti tarp 11–16°C (Okland, Okland, 2000), ką rodo nuosėdose aptiktas didelis kiekis *Cristatella mucedo* statoblastų. Šių augalų buvimas nuosėdose leidžia manyti, jog tirtose teritorijose tuo metu vyravo gana šiltas klimatas.

Apie 10200 kal. m. PD stebimi ryškūs gamtinės aplinkos, ypač augalijos, pokyčiai. Didžia dalimi juos nulėmė klimato kaita. Šiltėjant klimatui pakinta augusių miškų sudėtis - vyksta laipsniška miškų diferenciacija. Šviesiuose, retokuose miškuose išplinta pušis, beržo žiedadulkių kiekis mažėja. Rytų Lietuvos regione pasirodo guobos (*Ulmus*). Verpstinio paleobaseino apylinkėse šie medžiai išplinta apie 10000 kalibruotų metų prieš dabartį (Gaidamavičius ir kt., 2011). Panašiu metu jos pasiekia teritoriją ties Lavariškės pelke, ir laikotarpio pabaigoje apie 8400 kal. m. PD stebimas šių medžių suklestėjimas. Briaunio ežero apylinkėse aptinkamos vėliau apie 9600 kal. m. PD. Tuo tarpu Pakampio ežero apylinkėse guobos buvo jau gana plačiai paplitusios šios teritorijos derlinguose dirvožemiuose. Šiuo laikotarpiu į naujas augimvietes palaipsniui pradeda plisti ir kiti lapuočiai medžiai (*Corylus*, *Tilia*) vėlyvojo ledynmečio maksimumą išgyvenę Pietų ir Centrinėje Europoje (Bennett ir kt., 1991; Huntley, Prentice 1993) ir išsivyravus palankioms klimatinėms sąlygoms paplitę derlingose augimvietėse. Nagrinėjamo laikotarpio pradžioje (10200–10000 kal. m. PD) Verpstinio paleobaseino apylinkėse paplinta lazdynai (*Corylus*) (Gaidamavičius ir kt., 2011). Kituose Rytų Lietuvos regionuose lazdynai pasirodo vėliau, Lavariškės paleobaseine nuo 9600 kal. m. PD, Briaunio - nuo 9400 kal. m. PD. Panašiu metu šie medžiai įsikūrė ir Pietrytinėje Lietuvos dalyje (Pakampis). Lazdynas pakelia sezoninę sausrą, atšiaurias žiemas ir vėsius vasaras (Huntley 1993). Jo buvimas kartu su kitomis rūšimis, parodo kontinentinių klimato sąlygų vyravimą. Tuo metu vidutinė liepos temperatūra galėjo siekti apie 15°C (Hoffmann ir kt., 1998), o aptikti *L. europaeus* vaisiai rodo, kad tuo metu vidutinė liepos mėn. temperatūra buvo ne žemesnė kaip 16°C (Bell, 1970). Šiuo laikotarpiu Briaunio paleobaseino nuosėdose aptikta eglės (*Picea* sp.) sėkla, nors jos žiedadulkių užfiksuota vos daugiau nei 3 %, liudytų artimiausiose vandens baseino apylinkėse augus spygliuočių-lapuočių miškus, kuriuose buvo nereta ir *Picea*. Tuo tarpu remiantis žiedadulkių duomenimis eglės vietinis išplitimas šioje teritorijoje buvo fiksuojamas vėliau apie 8900–8700 kal. m. PD.

Gerėjančios klimatinės sąlygos buvo palankios *Tilia* plitimui. Rytų (Briaunis, Lavariškės) ir Pietryčių Lietuvos (Pakampis) regione liepos aptinkamos nuo 9200 kal. m. PD. Lavariškės paleobaseino nuosėdose aptiktos *Tilia* sp. makroliekanos datuojamos apie 8900 kal. m. PD, rodo klimato šiltėjimą bei šių medžių vyravimą paleobaseino apylinkėse. Šiuo laikotarpiu *Tilia* buvo pasiekusi ir pietrytinėje Lietuvos teritorijos dalyje telkšantčius Dūbos ir Pelesos ežerus (Stančikaitė ir kt., 2002). Panašiu metu liepos pasirodymas buvo užfiksuotas Pietryčių Latvijoje (Heikkilä ir kt., 2009) bei Šiaurės Estijoje (Punning ir kt., 2003). Šis medis įsikurdavo teritorijose, kuriose vyravo humusingas, turtingas mineralinių medžiagų dirvožemis. Tuo metu šių sąlygų vyravimą Briaunio ir Pakampio teritorijose patvirtina LOI tyrimai, kurie parodo, jog terigeninės medžiagos kiekis nuosėdose yra nežymus. Nagrinėjamo laikotarpio pabaigoje Briaunio ežero apylinkėse kartu su lazdynu ir liepa palaipsniui plinta ąžuolai. Panašiu metu jie pradeda augti ir Pietryčių Lietuvoje (Stančikaitė ir kt., 2002).

Daugelyje sedimentacinių baseinų drėgnose pakrantėse pradėjo plisti alksniai. Ankščiausiai jie įsikuria Briaunio, Lavariškių bei Pakampio paleobaseino aplinkoje. Vietinį šių medžių paplitimą patvirtina Briaunio ir Pakampio nuosėdose aptiktos šių medžių makroliekanos. Šiuo laikotarpiu apie 9500 kal. m. PD alksnių pasirodymas buvo stebimas ir pietvakarinėje Lietuvos dalyje (Balakauskas, 2012). Rytų Lietuvos regioną alksnis pasiekia vėliau apie 8200–8000 kal. m. PD (Gaidamavičius ir kt., 2011). Jų pasirodymas paprastai siejamas su drėgnų, maisto medžiagų turtingų augimviečių plėtra (Hannon, Gaillard 1997; Miotk-Szpiganowicz, Niska 2008). *A. glutinosa* ypač gerai prisitaiko prie šių augimviečių, nes gali pakęsti bedeguones sąlygas užmirkusiuose dirvožemiuose. Jo buvimas gali turėti įtakos išaugusiam azoto kiekiui bei pH sumažėjimui dirvožemyje (Hannon, Gaillard, 1997). Dažnai kartu su *A. glutinosa* įsikuria nitrofilinės rūšys, kaip, pavyzdžiui, *U. dioica*. Toks reiškinys buvo stebimas Pakampio vandens paleobaseino apylinkėse. Greitas alksnio išplitimas fiksuojamas visoje Europoje buvo sukeltas klimato pokyčių (Huntley, Birks, 1983; Saarse ir kt., 1999). Kintant miškų sudėčiai bei

plintant lapuočiams medžiams, tiriamose teritorijose sumažėjo žolinių augalų, sumenko jų įvairovė.

Daugelyje paleobasėnų (Lavariškės, Verpstinis, Pakampis) vandens lygis išliko gana pastovus, išskyrus Briaunio vandens baseiną, kuriame buvo pastebimi nežymūs vandens lygio svyravimai. Apie 9600 kal. m. PD planktoninių rūšių bei dugninės rūšies *Navicula oblonga* kiekio sumažėjimas gali būti siejamas su vandens lygio žemėjimu. Tuo tarpu aptikta nuosėdose *Cyclostephanos dubius* rūšis labai dažnai siejama su padidėjusiu ištirpusių druskų kiekiu ir prasidėjusiu vandens baseino eutrofikacijos procesu (Stoermer ir kt., 1987). Šio proceso buvimą patvirtina ir aptiktos *N. marina*, *N. alba*, *C. demersum* makroliėkanos. Pastarosios rūšies buvimas nuosėdose rodo, kad vanduo paleobasėne buvo karbonatingas (Kłosowski ir kt., 2011). Išaugęs dugninių diatomėjų rūšių kiekis nuosėdose liudija, kad tuo metu vanduo buvo gan skaidrus, pasižymėjo padidėjusiu maisto medžiagų kiekiu. Panašiu metu apie 9400 kal. m. PD Lavariškės vandens baseine ženkliai išaugęs *N. alba* skaičius turėjo įtakos vandens baseino produktyvumo didėjimui.

Apie 9100 kal. m. PD Briaunio paleobasėne nukrito vandens lygis. Tai gali būti siejama su stebima drėgnų augimviečių plėtra, kuriose kūrėsi alksniai. Vandens lygio mažėjimą ir pakrančių užaugimą rodo taip pat diatominių dumblių rezultatai: planktoninių ir dugninių diatomėjų rūšių skaičiaus sumažėja iki minimumo, tuo tarpu epifitinės diatomėjų rūšys vyrauja. Lietuvoje žemas vandens lygis buvo stebimas ir ankstesnių tyrimų metu (Kabailienė, 2006). Duomenys rodantys žemą vandens lygį apie 9100–9000 kal. m. PD yra fiksuojami taip pat Centrinėje Europoje ir siejami su viena iš prieborealinių klimato oscilacijų (Jakab ir kt., 2004; Magny, 2004; Magyari ir kt., 2009). Nagrinėjamu laikotarpiu Verpstinio ežere apie 8800 kalibruotų metų prieš dabartį vandens lygis pakyla, apie tai liudija ženkliai sumažėjęs pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšių skaičius bei įvairovė. Tokį neatitikimą galima būtų paaiškinti datavimo paklaida ar specifinėmis vietinėmis sąlygomis. Panašiu laiku, vandens lygio kilimas sedimentaciniuose baseinuose buvo fiksuotas kaimyninėje Lenkijoje (Gałka ir kt., 2014) ir tai leidžia manyti jog



panašūs svyravimai buvo susiję ir su vietinėmis sąlygomis. Verpstinio paleobaseine negausiai aptiktos potamoidų rūšys (*Potamogeton* sp., *P. natans*) gan gerai pakenčia vandens lygio svyravimus. Šios rūšys gali būti aptinkamos iki 6 m gylio (Hannon, Gaillard, 1997). Tuo metu drėgnuose plotuose plinta dirvožemio derlingumui nereiklūs augalai *A. polifolia*, *Oxycoccus* sp., *R. alba*. Šių augalų plitimas yra susijęs su pelkių bendrijų formavimusi (*Oxycocco–Sphagneteta*, *Scheuchzerio–Caricetea nigrae*).

Tuo tarpu Lavariškės paleobaseine apie 8400 kal. m. PD išnyksta vandens augalų rūšys, ženkliai išauga pelkėtų vietų ir pakrančių augalų kiekis, kuris liudija apie prasidėjusį intensyvų užaugimo bei pelkėjimo procesą šiame regione. Šis procesas tęsėsi visą holoceną. Pagal vyraujančią augaliją galima spręsti, kad formavosi tarpinio tipo pelkė, kuriai būdinga žemapelkių ir aukštapelkių augalija. Panašiu metu, intensyvus pelkių formavimasis vyko ir kituose Lietuvos regionuose (Kabailienė, 2006). Matyt, ši procesą įtakojo tuo metu padrėgnėjęs klimatas.

#### ***Vidurinysis holocenas (8200–4200 kal. m. PD)***

Sekantis gamtinės aplinkos raidos etapas, taip vadinamas holoceno klimatinis optimumas prasidėjęs apie 8000 kal. m. PD, rytų Baltijos regione pasižymėjo padidėjusiu drėgmės ir kritulių kiekiu aplinkoje bei aukštesne vidutine metine temperatūra (Seppä, Poska, 2004). Tai, savo ruožtu, nulėmė ir klestėjusios augalijos bei visos paleoaplinkos pobūdį. Skirtinguose rajonuose išplinta skirtingos sudėties miškai.

Šio laikotarpio pradžioje Rytų (Briaunis, Lavariškės) bei Pietryčių (Pakampis) regionuose pagausėja lapuočių medžių, ypač *Ulmus* ir *Tilia*, kurie įsikuria tiriamų teritorijų derlingų dirvožemių plotuose. Tuo metu Lavariškės paleobaseino teritorijoje stebima šių rūšių kulminacija. *Tilia* suklestėjo apie 7600 kal. m. PD, *Ulmus* – apie 7500 kal. m. PD. Tačiau miškai dar nebuvo labai tankūs, buvo palankios sąlygos lazdynui plisti (Miotk–Szpiganowicz, Niska, 2008), ką parodo Pietryčių (Pakampis) ir Rytų Lietuvoje (Briaunis, Lavariškės, Verpstinis) aptinkamas didelis *Corylus* žiedadulkių kiekis. Drėgnose augimvietėse vyravo alksniai (*Alnus*). 7700–7400 kal. m. PD į

Verpstinio teritorijoje susiformavusius miškus atkeliauja liepa (*Tilia*). Vėlesnį liepos pasirodymą reikėtų sieti su vyraujančiomis edafinėmis sąlygomis regione. Matyt, vyraujantys dirvožemiai šioje Lietuvos teritorijos dalyje nebuvo palankūs liepų plitimui. Liepos daugiausia plinta derlinguose dirvožemiuose. Sprendžiant pagal augalų ekologinius rodiklius tuo metu buveinėse vyravo vidutinio azotingumos dirvožemis.

Šiuo laikotarpiu Šiaurės-Vakarų Lietuvoje susiformavusio paleobaseino apylinkėse (Pakastuva) šalia išikūrusių beržų ir pušų išplinta lapuočiai medžiai – lazdynai (~8100 kal. m. PD), guobos, alksniai, liepos (~8000 kal. m. PD) bei ąžuolai (~7100 kal. m. PD) (Macijauskaitė, 2012). Panašiu metu liepų ir ąžuolų išplitimas šiame regione buvo užfiksuotas ir ankstesnių tyrimų metu (Stančikaitė ir kt., 2006). Tuo metu Šiaurės-vakarų regione susiformavęs paleobaseinas buvo negilus, galėjo siekti iki 2 m gylio. Jame augo *N. marina*, *N. alba*, seklesniuose pakraščiuose plito *Typha* sp. Pagal vyraujančias augalų rūšys galima spręsti, kad augimvietės buvo praturtintos mineralinių medžiagų, ypač azoto.

Periodas tarp 7900– 7200–7100 kal. m. PD Briaunio paleobaseine pasižymėjo gana stabiliu augalijos vystymusi. Tuo metu klimato šiltėjimą rodo ežero nuosėdose aptiktos *C. mariscus* ir *N. marina* makroliekanos, kurios tiek mūšų, tiek ir kaimyniniuose regionuose siejami su klimato optimumu (Marek, 1991; Tobolski ir kt., 1997; Lang, 1994; Stančikaitė ir kt., 2004; Tobolski, 2006; Brande, 2008). Vandens lygis ir toliau žemėjo, išaugo pelkėtų vietų ir pakrančių augalų kiekis. Nepaisant padidėjusio drėgmės kiekio aplinkoje Briaunio ežere aptariamuoju laikotarpiu stebimas planktoninių diatomėjų rūšių skaičiaus sumažėjimas, liudijantis smarkiai pažemėjusį vandens lygį, o sumažėjęs dugninių rūšių skaičius - buvus drumstą ir mažai pralaidų saulės spinduliams vandenį. Tuo pačiu metu vandens šarmingumas buvo aukštas, jame aptinkamas didelis kiekis epifitinių diatomėjų t.y. *Fragilaria* rūšių, patvirtina šių sąlygų vyravimą (Bigler ir kt., 2006). Pagal vyraujančias vandens augalų rūšis (*M. verticillatum*, *P. natans*, *P. perfoliatus*, *N. marina*, *N. alba*) bei būdingą diatomėjų kompleksą (*Fragilaria pinnata*, *Fr. construens* spp., *Fr.*

*brevistriata*, *Fr. dilatata*, *Navicula digitoradiata*, *N. oblonga*) (Gryguc ir kt., 2013) galima teigti, kad tuo metu vandens baseino pH buvo beveik neutralios reakcijos (Ellenberg ir kt., 1991; Hannon, Gaillard, 1997), vyravo eutrofinės sąlygos. *N. marina* paprastai įsikuria, karbonatais turtingose pakrantėse (Ozola ir kt., 2010). Aukšta karbonatų kiekį vandens telkinyje patvirtina ir LOI tyrimai.

Vėliau, daugelyje sedimentacinių baseinų nuosėdose išryškėja maksimalus holocene šilumamėgių medžių (*Ulmus*, *Tilia*) žiedadulkių kiekis. Tuo tarpu Lavariškės teritorijos miškuose šių medžių kiekis sumažėja. Į Rytų Lietuvos regioną (Lavariškės) apie 7300 kal. m. PD palaipsniui plinta eglė. Ji buvo svarbus šių miškų komponentas. Tuo pat metu, Rytų Lietuvoje apie 7300–6800 kal. m. PD buvo užfiksuotas pakartotinis eglės plitimas į teritoriją (Gaidamavičius ir kt., 2011). Visuose tiriamuose regionuose *Corylus* žiedadulkių sumažėjimas bei nedidelis žolinių augalų kiekis parodo, kad plačialapių lajos užsivėrė, miškai tapo ūksmingesni (Miotk–Szpiganowicz, Niska, 2008). Tuo pat metu *Alnus* žiedadulkės Briaunio ežero nuosėdose pasiekia savo maksimumą. Gana didelis *Alnus* žiedadulkių kiekis aptiktas ir kituose tiriamų objektų spektruose. Staigus *Alnus* plitimas Europoje buvo sukeltas klimatinų pokyčių (Saarse ir kt., 1999). Šilumamėgių medžių bei alksnių vyravimas liudija, kad to meto klimatas buvo šiltas ir drėgnas (Kabailienė, 2006). Briaunio ir Pakampio ežero nuosėdose aptiktas didelis kiekis *A. glutinosa*, *Betula sect. Albae*, *B. pubescens* makroliekanų, rodo vietinį šių augalų klestėjimą apyežerėje.

7200–7100 kal. m. PD laikotarpyje, Briaunio paleobaseine ryškiai išaugęs organikos (363 cm gylio) bei makrofitų (*N. alba*, *N. marina*) kiekis nuosėdose, rodo ežerų pakrantėse vykstantį intensyvų užaugimo procesą. Remiantis augalų makroliekanų ir diatomėjų rezultatais ežero vandens lygis tuo metu buvo žemas. Vandens baseinas pasižymėjo aukštu trofiškumo laipsniu, tai liudija *Amphora* genties rūšių, turinčių poreikį labai dideliame maisto medžiagų kiekiui (Van Dam ir kt., 1994), klestėjimas bei *Cyclostephanos dubius* atstovų liekanų gausa nuosėdose. Ypač gausios *S. lacustris* ir *Carex* sp. liekanos liudija apie

šių žolinių augalų įsivyravimą pakrantėse. Aptiktos *L. trisulca* makroliekanos parodo, kad tuo metu eutrofiniame vandens baseine galėjo būti didelis kalcio kiekis (Szozkiewicz ir kt., 2010). Stebimi vandens lygio pokyčiai galėjo išprovokuoti tam tikrą paviršaus nestabilumą, kas sukėlė terigeninės medžiagos kiekio didėjimą nuosėdose. Laikotarpyje apie 6600–6500 kal. m. PD stebimas nežymus vandens pakilimas sukėlė *S. lacustris*, būdingos sekliems vandens telkiniams (Hannon, Gaillard 1997), išnykimą. Tuo pačiu metu paplito kseromezofitų rūšys, tarp kurių gausiais aptinkamos buvo *U. dioica* liekanos. Būdama nitrofilinė rūšimi, ilgėlė susijusi su baseino pakrančių edafinėms sąlygoms, rodo intensyvų karbonatų išplovimą, kas atsispindi taip pat ir LOI tyrimų rezultatuose. Tuo pat metu vandens lygio pakilimas buvo stebimas Centrinėje Europoje (Magny, 2004) ir gali būti apytiksliai susijęs su ankščiau aprašytais pokyčiais Briaunio ežere. Nagrinėjamu laikotarpiu išaugęs *L. trisulca* makroliekanų skaičius rodo vandens temperatūros didėjimą. Vandens temperatūra yra lemiamas faktorius šio augalo žydėjimui ir vaisių susidarymui. *Lemna* sp. žydi 25°– 30°C oro temperatūrai vyraujant maždaug 14 dienų (Stachowicz-Rybka, 2009; Szczepanek, 1971). Taigi, *L. trisulca* radiniai liudija, jog vidutinės vasaros sezono temperatūros buvo gana aukštos. Šiuo metu rytinėje Lietuvos teritorijoje panašios temperatūros vasaros sezono metu fiksuojamos vidutiniškai 16–18 dienų (Bukantis, 1998). Panašiu metu apie 6600 kal. m. PD Pakastuvos paleobaseine išaugęs *N. marina* makroliekanų skaičius bei *N. lutea* atsiradimas taip pat sietinas su klimato pašiltėjimu. Nagrinėjamu laikotarpiu (~ 6100 kal. m. PD) Verpstinio ežere nukritus vandens lygiui, išnyksta vandens augalai. Paleobaseino drėgnose pakrantėse įsivyravę viksviniai. Tarp jų gausiai aptinkama *Carex* sp. ir *C. elata*.

Vėliau, apie 5700 kal. m. PD tiriamose teritorijoje sumažėjo šilumamėgių medžių, ypač *Ulmus* ir *Tilia*. Ryškus šių medžių kiekio mažėjimas buvo matomas Pakastuvos ir Lavariškių žiedadulkių diagramose. Šiaurės vakarų regione (Pakastuva) ėmė plisti eglė, kuri vėliau apie 4700 kal. m. PD kulminavo. Tuo metu didžiojoje Lietuvos dalyje ši rūšis vyravo (Balakauskas, 2012). Drėgnose paleobaseinų pakrantėse klestėjo alksniai. Tuo pat metu buvo

užfiksuotas ąžuolo plitimas į Rytų (Verpstinis, Lavariškės) ir Pietryčių (Pakampis ežeras) Lietuvos regionus. Tokį vėlyvą šio medžio išplitimą reikėtų sieti su edafinėmis šių regionų sąlygomis. Šiaurės vakarų regione apie 5100 kal. m. PD sumažėja drėgnų augimviečių plotų. Sausuose smėlinguose dirvožemiuose paplito pušynai, padaugėjo eglynų plotų. Nuosėdose ženkliai išaugo žolinių augalų žiedadulkių skaičius, ypač Poaceae ir Cyperaceae. Matyt, tai susiję su atviresnių plotų formavimusi šiame regione. Apie 5700 kal. m. PD Pakampio ežere nukritus vandens lygiui, padidėja ežero produktyvumas. Šių sąlygų buvimą patvirtina *N. marina* įsikūrimas. Šis augalas aptinkamas iki 2 m gylio (Hannon, Gaillard, 1997). Pakrančių augalijos sudėtis išlieka skurdi. Išauga nitrofilinių augimviečių plotai, kuriose vyrauja *U. dioica*. Tuo pat metu Pakastuvos paleobaseine ženkliai sumažėja *N. marina*, išnyksta *N. lutea*. To pasekoje palaipsniui didėja pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšinė įvairovė. Įsikuria viksviniai (*C. distans*, *C. echinata*, *C. pseudocyperus*, *Carex* sp.), *L. europaeus* bei *M. trifoliata*. Vėliau apie 5400 kal. m. PD vandens lygis pažemėja, išnyksta vandens augalų rūšys. Panašiu metu vandens lygio kritimas buvo taip pat stebimas šiaurės rytų Lenkijoje (Ralska-Jasiewiczowa, Latałowa, 1996; Gałka ir kt., 2014; Gałka, Apolinarska 2014), Šiaurės Estijoje (Punning ir kt., 2003), pietų Švedijoje (Digerfeldt, 1998). Gausiai aptinkamos *U. dioica* liekanos rodo azoto praturtintų augimviečių plėtrą. Paleobaseine apie 4600 kal. m. PD *N. alba* pasirodymas gali būti siejamas su vandens lygio pakilimu. Panašiu metu apie 4400 kal. m. PD vandens lygio kilimas buvo pastebetas ir Šiaurės rytų Lenkijos Purwin (Gałka, Apolinarska, 2014) bei pietų Suomijos Iso Lehmälampi ežere (Sarmaja-Korjonen, 2001).

#### ***Vėlyvasis Holocenas (4200 kal. m. PD – iki dabar)***

Šiuo laikotarpio pradžioje rytų Baltijos regione buvo ženkliai išaugęs kritulių kiekis bei kritusi vidutinė metinė temperatūra (Seppä, Poska, 2004). Tuo metu formavosi atviresnis kraštovaizdis, pastebimai sumažėjo plačialapių medžių. Rytų (Lavariškės) ir Šiaurės vakarų (Pakastuva) Lietuvos regiono miškuose įsivyravo spygliuočiai medžiai (pušys, eglės), beržų kiekis buvo nedidelis. Tuo metu panaši augalijos sudėtis buvo būdinga ir Verpstinio

paleobaseino apylinkėms (Gaidamavičius ir kt., 2011). Nagrinėjamu laikotarpiu į Pietryčių Lietuvos regioną (Pakampio ežeras) atkeliauja eglė (3600 kal. m. PD). Vėlesnį eglės išplitimą galima sieti su vietinėmis regiono sąlygomis. Drėgnose paleobasėnų pakrantėse augo alksniai bei lazdynai. Miškams pašviesėjus padaugėjo žolinių augalų augimviečių plotų. Stebimi augalijos pokyčiai rodo, jog klimatas tuo metu atvėso. Vėliau, apie 2600 kal. m. PD Rytų (Lavariškės) bei Pietryčių (Pakampis) Lietuvos miškuose suklestėjo pušynai. Pakampio ežero nuosėdose aptinkamos *Cereale* augalų žiedadulkės bei išaugęs žolinių augalų kiekis (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*) gali būti siejamos su žmogaus veiklos požymiais.

Šiuo laikotarpiu 4200–4000 kal. m. PD Pakastuvos ežeras buvo iki 2 m gylio, tai rodo nuosėdose aptiktos vandens augalų rūšys (*Chara* sp., *P. praelongus*, *P. natans*, *P. pusillus*) bei *Cristatella mucedo* statoblastai. Pastaroji rūšis laikoma vandens temperatūros indikatoriumi. Ji įsikuria vandens baseinuose, kurių vandens temperatūra yra 11–16 °C (Okland, Okland, 2000). Tuo tarpu Briaunio ežere, sprendžiant pagal išlikusias augalų makroliekanas (*E. palustris*, *R. sceleratus* ir kt.), vandens lygis šiuo laikotarpiu buvo ypač žemas. Tiriamoje teritorijoje aptiktas didelis kiekis *S. sylvaticus* makroliekanų patvirtina, kad nuosėdos formavosi atokiau nuo kranto linijos, nors augimo sąlygos dar buvo drėgnos, ką parodo *C. palustre*, *M. trifoliata* ir kt. augalų buvimas. Labiausiai tikėtina, kad plotai aplink Briaunio ežerą virto pelke, kurioje gausiai augo viksvos (*Carex* sp.) Tačiau kartu su pastaraisiais augalais sutinkami ir sausesnių augimviečių augalai. Šis periodas Briaunio ežere tęsėsi iki 3600–3400 kal. m. PD. Vėliau stebimas pelkėtų vietų ir pakrančių augalų išnykimas siejamas su vandens lygio kilimu. Vandens baseine stebimi pokyčiai susiję su vandens lygio kilimu buvo fiksuojami centrinėje Europoje (Magny, 2004), Lenkijoje (Gałka ir kt., 2014), Suomijoje (Heikkilä, Seppä 2003; Väiliranta ir kt., 2007), Estijos ežeruose (Punning ir kt., 2003). Minėtus svyravimus nulėmęs išaugęs kritulių kiekis, lydymas vėsaus klimato buvo užfiksuotas ir rytiniame Baltijos regione (Seppä, Poska, 2004). Tuo tarpu Verpstinio paleobaseine nuo 3000 kal. m. PD suintensyvėjo pelkėjimo

procesas. Teritorijoje išaugo krūmokšnių (*A. polifolia*, *Oxyccocus* sp.) ir žolinių augalų (*Rhynchospora alba*) makroliekanų skaičius. Viksvinių (*Carex* sp., *C. elata*) plotai palaiapsniui retėjo. Pagal vyraujančias augalų rūšis, galima spręsti, kad tuo metu teritorijoje vyravo oligotrofinės mitybos sąlygos bei žemas pH. Šių sąlygų vyravimas nulėmė floros skurdumą. Tuo metu Pakampio ežere apie 3100 kal. m. PD suintensyvėja paleobaseino užaugimas makrofitais. Ženkliai išauga *N. alba* ir *N. marina* makroliekanų skaičius. Vandens lygis išliko nepakitęs. Sprendžiant pagal aptiktas vandens augalų rūšis, vanduo paleobaseine galėjo siekti iki 2 m gylio (Hannon, Gaillard, 1997). Tuo tarpu *Urtica* ir *Alnus glutinosa* radinių sumažėjo, tai siejama su derlingų dirvožemių plotų mažėjimu. Išauga pelkėtų vietų ir pakrančių augalų įvairovė. Vėliau, *Eleocharis palustris* įsikūrimas bei vandens augalų išnykimas rodo vandens lygio kritimą. *Eleocharis palustris* dažniausia aptinkamas iki 30 cm gylio (Szozkiewicz ir kt., 2010), bet gali pakęsti vandens lygio svyravimus iki 50–100 cm (Hannon, Gaillard, 1997). Sprendžiant pagal tuo metu vyravusia paleoflora, didelė vandens baseinų dalis visiškai užpelkėjo ir užaugo.

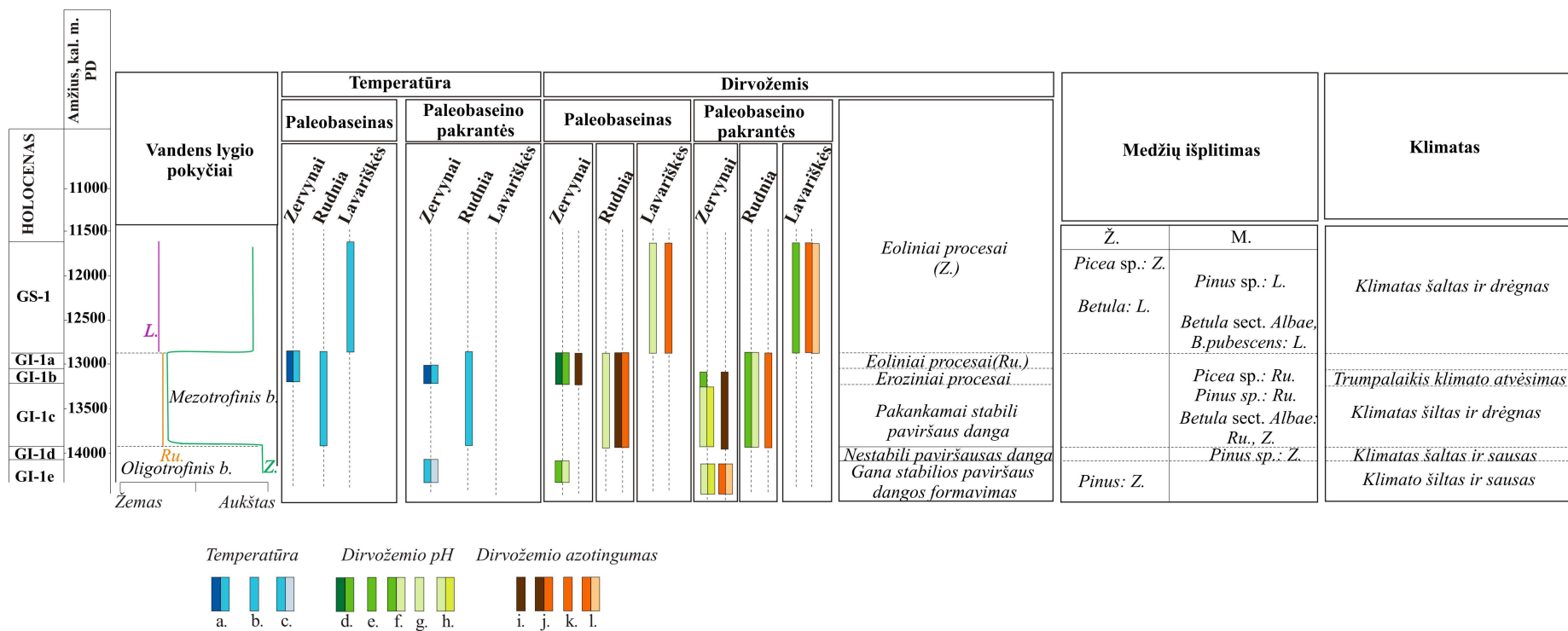
Apibendrinus turimus duomenis galima pasakyti, kad:

a) Trumpalaikio klimato atšilimo metu (GI-1e klimatinio įvykis) vyravo miškatundrei būdingi augalai. Pradiniame sedimentacijos etape, vandens baseinų lygis buvo aukštas, pasižymėjo mažu eutrofikacijos laipsniu bei aukštu vandens prisotinimu karbonatais. Vėliau klimatui atšalus ir sumažėjus drėgmės kiekiui aplinkoje (GI-1d klimatinis įvykis) įsivyravo žoliniai augalai. Vandens lygis vis dar išliko aukštas, neturtingas maisto medžiagų. Ryškiausi gamtinės aplinkos pokyčiai buvo pastebėti GI-1(c-a) klimatinio įvykio metu. Klimatui atšilus ir susiformavus gana stabiliai paviršiaus dangai paleobaseinų aplinkoje paplito pušų-beržų retmiškiai. Rudnios paleobaseino aplinkoje įsikūrė eglė. Tuo metu vandens lygis buvo neaukštas, vidutinio šilumo. Pasižymėjo išaugusiu biogeninių medžiagų kiekiu. Šiuo laikotarpiu fiksuojamas trumpalaikis klimato atšalimas (Gerzensee osciliacija), sukėles retmiškių recesiją. Tuo metu pasireikšdavo eroziniai procesai. Vėliau GI-1a klimatinio įvykio metu dėl eolinių procesų nutrūko Rudnios baseino sedimentacija.

Klimatui atšalus ir pasausėjęs (GS-1 klimatinis įvykis) retmiškius pakeitė tundrai ir miškatundrei būdingi augalai. Šiuo laikotarpiu Zervynų paleobaseine vandens lygis pakilo, sumažėjo maisto medžiagų kiekis. Laikotarpio pabaigoje dėl eolinių procesų nutruko paleobaseino sedimentacija (21 pav.).

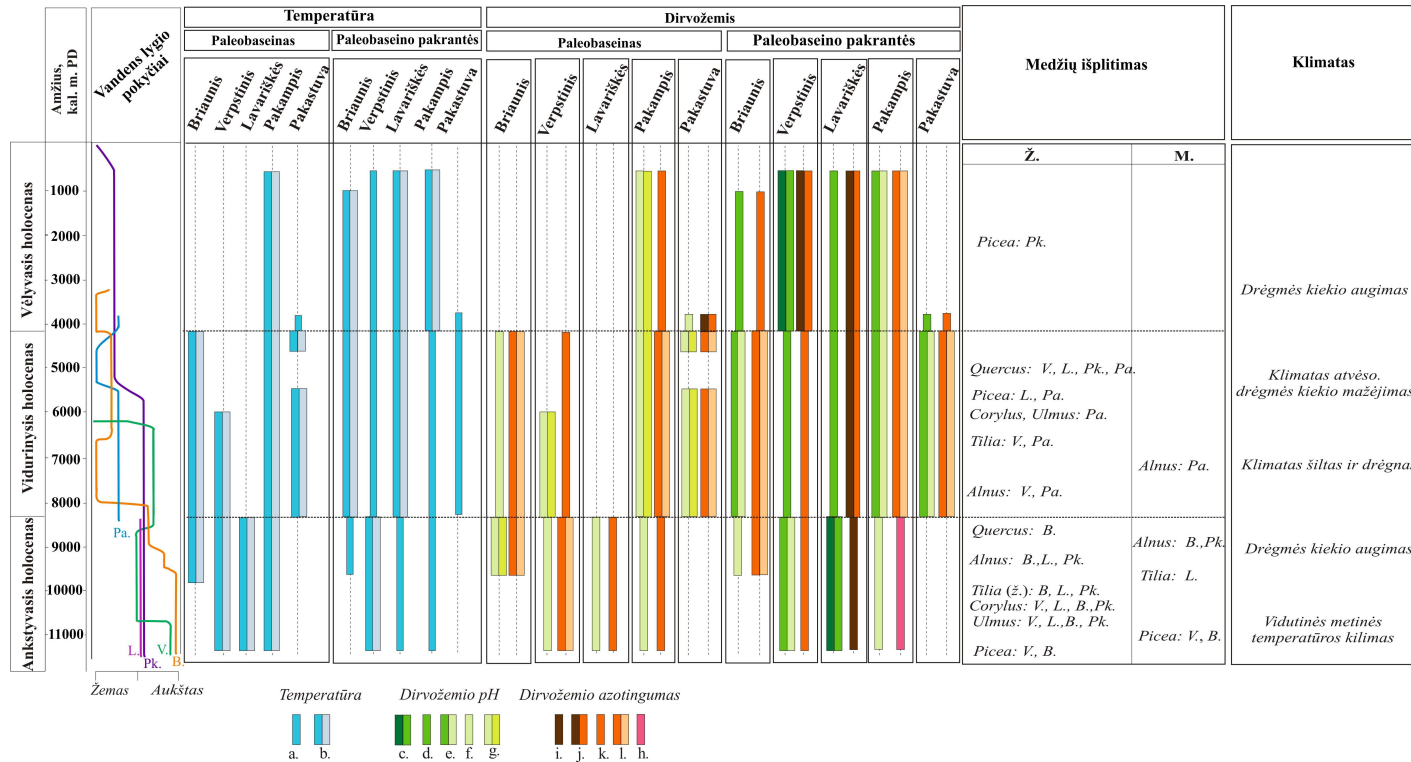
b) Ankstyvojo holoceno laikotarpiu klimatui šiltėjant atviruose bemiškiuose plotuose paplito beržai, o vėliau pušys. Tuo metu Lietuvos teritorijoje pasirodo eglė, vyko miškų diferenciacija. Į tiriamas teritorijas pamažu plito guoba, lazdynas, liepa, ąžuolas bei alksnis. Šio laikotarpio pradžioje daugelis tirtų paleobaseinų pasižymėjo mažu produktyvumu, buvo negilūs, išskyrus Briaunio ir Verpstinio paleobaseinus, kurių vandens lygis tuo metu buvo aukštas. Vėliau paleobaseinuose suintensyvėjo eutrofikacijos procesas, buvo stebimi vandens lygio svyravimai. Laikotarpio pabaigoje klimatui padrėgnėjus prasidėjo pelkėjimo procesas. Viduriniajame holocene klimatui atšilus ir tapus drėgnesniam daugelio paleobaseinų apylinkėse išsivyravo tankūs skirtingos sudėties miškai. Laikotarpio antroje pusėje palapsnui mažėjo plačialapių medžių, į Šiaurės–vakarų regioną plito eglė. Tuo metu vandens lygis paleobaseinuose buvo neaukštas, bet svyruojantis. Vyko paleobaseinų užaugimo ir pelkėjimo procesas. Vėlyvajame holocene susiformavo atviresnis kraštovaizdis. Tuo metu paleobaseinai buvo negilūs. Suintensyvėjo užaugimo ir pelkėjimo procesas (22 pav.).





21 pav. Gamtinės aplinkos kaita vėlyvajame ledynmetyje.

Vartojami sutrumpinimai: Ž. - žiedadulkės, M. - makroliekanos, Tyrimų objektai: Z.-Zervynai, L.- Laviariškės, Ru. - Rudnia, Temperatūra: a. - tarpiniai tarp šaltų ir vidutinio šilumo buveinių augalai, b. - vidutinio šilumo buveinių augalai, c. - tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų; Dirvožemio pH: d. - tarpiniai tarp rūgščios ir vidutinio rūgštumo, e. - vidutinio rūgštumo, f. - tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios, g. - beveik neutrali, h. - tarpiniai tarp neutralios ir šarminės; Dirvožemio azotingumas: i. - mažo azotingumo, j. - tarpiniai tarp mažo ir vidutinio azotingumo, k. - vidutinio azotingumo, l. -tarpiniai tarp vidutinio azotingumo ir azotingo.



22 pav. Gamtinės aplinkos kaita holocene.

Vartojami sutrumpinimai: Ž.-žiedadulkės, M. - makroliekanos, Tyrimų objektai: V. - Verpstinis, Pk. - Pakampis, Pa - Pakastuva, B. - Briaunis, L. - Lavariškės, Temperatūra: a - vidutinio šilumos buveinių augalai, b. - tarpiniai tarp vidutinio šilumos ir šiltų, Dirvožemio pH: c. - tarpiniai tarp rūgščios ir vidutinio rūgštumo, d. - vidutinio rūgštumo, e. - tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios, f. - beveik neutrali, g. - tarpiniai tarp neutralios ir šarminės. Dirvožemio azotumas: i. - mažo azotumo, j. - tarpiniai tarp mažo ir vidutinio azotumo, k. - vidutinio azotumo, l. -tarpiniai tarp vidutinio azotumo ir azotingo, h. - labai azotingas

## IŠVADOS

1. Vėlyvojo ledynmečio ir holoceno metu vandens baseinuose vyravo *Charetea fragilis* ir *Potamogetonetea pectinati* bendrijos, o klimatui atšilus paplinta ir *Lemnetea minoris* bendrijos augalai. Tuo tarpu pakrantėse vėlyvojo ledynmečio laikotarpiu išikūrusios paleobendrijos buvo gan skurdžios, tačiau holoceno metu pastebimai pagausėjo rūšių įvairovė. Tuo metu paleobaseino aplinkoje augusi augalija buvo būdinga pelkių (*Oxycocco-Sphagnetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Alnetea glutinosae*) vandens telkinių ir jų krantų (*Phragmito-Magnocaricetea*, *Bidentetea tripartitae*), pievų (*Molinio-Arrhenatheretea*, *Nardetea strictae*), dirbamų laukų (*Artemisietea vulgaris*) bei pamiškių, miško aikštelių, gaisravečių, kirtaviečių (*Epilobietea angustifolii*) bendrijoms.
2. Ellenbergo šiuolaikinių aplinkos sąlygų vertinimo sistema leido įvertinti paleoaplinkos sąlygas bei atkurti vėlyvojo ledynmečio ir holoceno metu vyravusių augalų buveinių ekologinės sąlygas.
3. Remiantis Ellenbergo šiuolaikinių aplinkos sąlygų vertinimo sistema vėlyvajame ledynmetyje susiformavę paleobaseinai dažniausiai buvo tarpinės tarp šaltų ir vidutinio šilumo, beveik neutralios reakcijos, tarpinės tarp mažo ir vidutinio azotingumo buveinės. Tuo tarpu holoceno laikotarpiu vyravo tarpinės tarp vidutinio šilumo ir šiltų, beveik neutralios arba šarminės reakcijos, nuo mažo iki azotingo dirvožemio buveinės.
4. Vėlyvajame ledynmetyje paleobaseinų pakrantėse vyravo tarpinių tarp vidutinio šilumo ir šiltų, nuo vidutinio rūgštingumo iki šarminės reakcijos, nuo vidutinio azotingumo iki azotingų buveinių augalai. Holoceno laikotarpiu paleobaseinų pakrantėse augo tarpiniai nuo vidutinio šilumo iki šiltų, nuo rūgščios iki beveik neutralios reakcijos, nuo mažo azotingumo iki labai azotingų buveinių augalai.
5. GI-1(c-a) klimatinis įvykis lyginant su kitais išsiskiria didesne vandens, pelkėtų vietų ir pakrančių augalų rūšine įvairove. GI-1b klimatinio įvykio

metu užfiksuotas šaltamėgių rūšių *Potamogeton filiformis* ir *Selaginella selaginoides* pasirodymas sutapo su globaliai fiksuojamu trumpalaikiu klimato atšalimu (GI-1b- Gerzensee oscilacija), kuris iki šiol regione nebuvo stebimas.

6. Holoceno laikotarpiu paleobaseinuose intensyvėjantis eutrofikacijos procesas skatino vandens baseinų užaugimą makrofitais bei pakrančių pelkėjimą, kuris ypač išryškėjo vėlyvajame holocene. Augalijos kompleksai su *Nymphaea alba*, *Najas marina*, *Menyanthes trifoliata*, *Schoenoplectus lacustris* ir kt. charakterizuoja prasidėjusį užaugimo procesą; pelkėjimo procesą rodo kompleksas su *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus* sp., *Vaccinium* sp., *Rhynchospora alba* ir kt.

## LITERATŪROS SĀRAŠAS

- Amon L., Heinsalu, A., Veski, S.,** 2010. Late glacial multiproxy evidence of vegetation development and environmental change at Solova, southern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences* 59, 151–163.
- Amon L.,** 2011. Palaeoecological reconstruction of Late-glacial vegetation dynamics in eastern Baltic area: a view based on plant macrofossil analysis. (Tallinna Tehnikaülikool) Tallinn: Tallinn Technical University Press.
- Amon L., Veski S., Heinsalu A., Saarse L.,** 2012. Timing of Lateglacial vegetation dynamics and respective palaeoenvironmental conditions in southern Estonia: evidence from the sediment record of Lake Nakri. *Journal of Quaternary Science* 27 (2), 169–180.
- Amon L., Veski S., Vassiljev J.,** 2014. Tree taxa immigration to the eastern Baltic region, southeastern sector of Scandinavian glaciation during the Late-glacial period (14,500–11,700 cal. B.P.). *Vegetation History and Archaeobotany* 23, 207–216.
- Andersen K. K., Azuma N., Barnola J. M., Bigler M., Biscaye P. , Caillon N., Chappellaz J., Clausen H. B., Dahl-Jensen D., Fischer H., Flückiger J., Fritzsche D., Fujii Y., Goto-Azuma K., Grønvold K., Gundestrup N. S., Hansson M., Huber C., Hvidberg C. S., Johnsen, S. J., Jonsell U., Jouzel J., Kipfstuhl S., Landais A. , Leuenberger M., Lorrain R., Masson-Delmotte V., Miller H., Motoyama H., Narita H., Popp T. , Rasmussen S. O., Raynaud D., Röthlisberger R., Ruth U., Samyn D., Schwander J. , Shoji H., Siggard-Andersen M. L., Steffensen J. P., Stocker T., Sveinbjörnsdottir A. E., Svensson A., Takata M., Tison J. L., Thorsteinsson T., Watanabe O., Wilhelms F., White J.,** 2004. High-resolution record of the Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature*, 431, 147–151.

- Balakauskas, L.**, 2012. *Velyvojo ledynmečio ir holoceno mišku augalijos raida Lietuvoje LRA (Kraštovaizdžio atkurimo algoritmo) modeliavimo duomenimis*. Daktaro disertacija, Vilnius, 282 p.
- Baltrūnas V., Barzdžiuvienė V., Blažauskas N., Dvareckas V., Gaigalas A., Grigienė A., Juodagalvis V., Kabailienė M., Karmaza B., Kisielienė, D., Melešytė M., Ostrauskas T., Pukelytė V., Rimantienė R., Stančikaitė M., Šeirienė V., Šinkūnas P., Ūsaitytė D.**, 2001. Akmens amžius pietų Lietuvoje (geologijos, paleogeografijos ir archeologijos duomenimis) – Vilnius.
- Basalykas A.**, 1965. Lietuvos TSR fizinė geografija. II. Vilnius, 492 p.
- Beijerinck W.**, 1947. *Zadenatlas der Nederlandsche Flora*. Wageningen, 31 p.
- Bell F. G.**, 1970. Late Pleistocene floras from Earith, Huntingdonshire. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 258, 347–378.
- Bennett K. D., Tzedakis P. C., Willis K. J.**, 1991. Quaternary refugia of North European trees. *Journal of Biogeography* 18, 103–115.
- Bigler Ch., Barnekow L., Heinrichs M. L., Hall R. I.**, 2006. Holocene environmental history of Lake Vuolep Njakajaure (Abisko National Park, Northern Sweden) reconstructed using biological proxy indicators. *Vegetation History and Archaeobotany* 15, 309–320.
- Birks H. H.**, 2000. Aquatic macrophyte vegetation development in Kråkenes Lake, western Norway, during the late-glacial and early-Holocene. *Journal of Paleolimnology* 23, 7–19.
- Birks H. H.**, 1973. Modern macrofossil assemblages in lake sediments in Minnesota. Iš: H. J. B. Birks, R. G., *West Quaternary Plant Ecology*, Blackwell, Oxford, pp. 173–189.
- Birks H. H.**, 2001. Plant macrofossils. Iš: J. P., Smol, H. J. B. Birks, W. M. *Last Tracking environmental change using lake sediments*, Vol. 3: Terrestrial, algal and siliceous indicators. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 49–74.

- Birks H. H.**, 2007. Plant macrofossils in palaeoecology - an overview. *Iš*: S. A. Elias, *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, 2266–2288.
- Birks H. H.**, 2008. The Late-Quaternary history of arctic and alpine plants. *Plant Ecology & Diversity* 1, 135–146.
- Birks H. H., Birks H. J. B.**, 2000. Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. *Journal of Biogeography* 27, 31–35.
- Birks H. H., Birks H. J. B.**, 2006. Multi-proxy studies in palaeolimnology. *Vegetation History and Archaeobotany* 15, 235–251.
- Birks H. H., Wright H. E.**, 2000. Introduction to the reconstruction of the late-glacial and early Holocene aquatic ecosystems at Kråkenes Lake, Norway. *Journal of Paleolimnology* 23, 1–5.
- Birks H. J. B.**, 2014. Challenges in the presentation and analysis of plant macrofossil stratigraphical data. *Vegetation History and Archaeobotany* 23, 309–330.
- Birks H. J. B., Birks H. H.**, 1980. *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold, London, 66–84.
- Björck S., Kromer B., Johnsen S., Bennike O., Hammarland D., Lemdahl G., Possnert G., Rasmussen T. L., Wohlfarth B., Hammer C. U., Spurk M.**, 1996. Synchronized terrestrial-atmospheric deglacial records around the North Atlantic. *Science* 274, 1155–1160.
- Björck S., Walker M. J. C., Cwynar L. C., Johnsen S., Knudsen K. L., Lowe J. J., Wohlfarth B., INTIMATE Members**, 1998. An event stratigraphy for the last termination in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record: a proposal by the INTIMATE group. *Journal of Quaternary Science* 13, 283–292.
- Bohncke S. J. P.**, 1993. Lateglacial environmental changes in the Netherlands: spatial and temporal patterns. *Quaternary Science Reviews* 12, 707–717.
- Bos J. A. A., Bas van Geel, van der Plicht J., Bohncke S. J. P.**, 2007. Preboreal climate oscillations in Europe: Wiggle-match dating and synthesis of Dutch high-resolution multi-proxy records. *Quaternary Science Reviews* 26, 1927–195.

- Bos J. A. A., Bohncke S. J. P., Janssen C. R.,** 2006. Lake-level fluctuations and small-scale vegetation patterns during the late glacial in The Netherlands. *Journal of Paleolimnology* 35, 211–238.
- Brande A.,** 2008. Holocene Paleoecology of *Cladium mariscus* (L.) Pohl in the Spree-Havel region of Berlin and Branderburg (Germany). *Studia Limnologica et Telmatologica* 2 (2), 43–46.
- Brem M., Sobolewska M.,** 1950. Wyniki badań botanicznych osadów interglacjalnych w dorzeczu Niemna. *Acta Geologica Polonica* Vol. 1. (4), 335–362.
- Brinkkemper O., van Geel B., Wieggers J.,** 1987. Palaeoecological study of a Middle-Pleniglacial deposit from Tilligte, The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 51, 235–269.
- Bronk Ramsey C.,** 2001. Development of the Radiocarbon program OxCal. *Radiocarbon* 43(2A), 355–363.
- Brundza K.,** 1934. Lietuvos miškų istorijos pradmenys, Mūsų girios.
- Bukantis A.,** 1994. *Lietuvos klimatas*. Mokslas, Vilnius, 188 p.
- Bukantis A.,** 1998. *Neiprasti gamtos reiškiniai Lietuvos žemese XI-XX amžiuose*. Geografijos institutas, Vilnius, 197 p.
- Bukantis A., Gedžiūnas P., Giedraitienė J., Ignatavičius G., Jonynas J., Kavaliauskas P., Lazauskienė J., Reipšleger R., Sakalauskienė G., Sinkevičius S., Šulijienė G., Žilinskas G., Valiukevičius G.,** 2008. Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir reida. Aplinkos apsaugos agentūra, Vilnius, 238 p.
- Cappers, R. T. J., Bekker, R. M., Jans J. E. A.,** 2006. *Digitale Zadenatlas van Nederland* [Digital seed atlas of the Netherlands]. Barkhius Publishing and Groningen University Library, Groningen, 502 p.
- Debajyoti P., Skrzypek G.,** 2007. Assessment of carbonate-phosphoric acid analytical technique performed using GasBench II in continuous flow isotope ratio mass spectrometry. *International Journal of Mass Spectrometry* 262, 180–186.



- Dieffenbacher-Krall A., Nurse A.**, 2005. Late-glacial and Holocene record of lake levels of Mathews Pond and Whitehead Lake, Northern Maine, USA. *Journal of Paleolimnology* 34, 283–310.
- Digerfeldt G.**, 1998. Reconstruction of Holocene lake-level changes in southern Sweden: technique and results. *Palaöklimaforschung* 25, 87–98.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D.**, 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18, 1–248.
- Erdtman G.**, 1936. New method in pollen analysis. *Svensk Botanisk Tidskrift* 30, 154–164.
- Fægri K., Iversen J.**, 1989. *Textbook of pollen analysis*. 4<sup>th</sup> edition (revised by Fægri K., Kaland P.E. & Krzywinski K.). John Wiley & Sons, Chichester, 328 p.
- Gaidamavičius A., Stančikaitė M., Kisielienė D., Mažeika J., Gryguc G.**, 2011. Post-glacial vegetation and environment of the Labanoras region, East Lithuania: implication for regional history. *Geological Quarterly* 55 (3), 269–284.
- Gałka M., Apolinarska K.**, 2014. Climate change, vegetation development, and lake level fluctuations in Lake Purwin (NE Poland) during the last 8600 cal. yr BP based on a high-resolution plant macrofossil record and stable isotope data ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ). *Quaternary International* 328–329, 213–225.
- Gałka M., Tobolski K., Zawisza E., Goslar T.**, 2014. Postglacial history of vegetation, human activity and lake-level changes at Jezioro Linówek in northeast Poland, based on multi-proxy data. *Vegetation history and Archaeobotany* 23, 123–152.
- Gałka M.**, 2014. Pattern of plant succession from eutrophic lake to ombrotrophic bog in NE Poland over the last 9400 years based on high-resolution macrofossil analysis. *Annales Botanici Fennici* 51, 1–21.

- Gałka M., Sznal M.**, 2013. Late glacial and Early Holocene development of lakes in northeastern Poland in view of plant macrofossil analyses. *Quaternary International* 292, 124–135.
- Gałka M., Tobolski K.**, 2013. Macrofossil evidence of the early Holocene presence of *Picea abies* (Norway spruce) in NE Poland. *Annales Botanici Fennici* 50, 129–141.
- Gałka M., Tobolski K.**, 2012. Palaeoecological studies on the decline of *Cladium mariscus* L. (Pohl.) in NE Poland. *Annales Botanici Fennici* 49, 305–318.
- Gałka M., Tobolski K., Kołaczek P.**, 2012. The Holocene decline of slender naiad (*Najas flexilis* (Willd.) Rostk. & W.L.E. Schmidt) in NE Poland in the light of new palaeobotanical data. *Acta Palaeobotanica* 52, 127–138.
- Gałka M., Tobolski K., Bubak I.**, 2014b. Late Glacial and Early Holocene lake level fluctuations in NE Poland tracked by macro-fossil, pollen and diatom records. *Quaternary International* xxx, 1–16.
- Garunkštis A., Stanaitis A.**, 1969. Ežerai gimsta, bręsta ir miręta. Mintis, Vilnius, 159 p.
- Garunkštis A., Stanaitis A.**, 1978. Kodėl senka Lietuvos ežerai. Mokslas, Vilnius, 92 p.
- Giesecke T., Bennett K. D.**, 2004. The Holocene spread of *Picea abies* (L.) Karst. In Fennoscandia and adjacent areas. *Journal of Biogeography* 31, 1523–1548.
- Grichuk A. I.**, 1940. The preparation methodology of organic poor sediments for the pollen analysis. *Problems of physical geography*. Nauka Publishers, Moscow, 40 p.
- Grigas A.**, 1986. Lietuvos augalų vaisiai ir sėklos. Mokslas, Vilnius.
- Grime J. P., Hodgson J. G., Hunt R.**, 1988. Comparative Plant Ecology. A Functional Approach to Common British Species. London: Unwin Hyman.

- Grimm E. C.**, 1992. *TILIA and TILIA.GRAPH: PC spreadsheet and graphics program*. 8<sup>th</sup> International palynological congress. Programm and abstracts. Aix-en-Provence, France, 56 p.
- Grimm E., C.**, 1987. CONISS: a fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by method of incremental sum of squares. *Computer and Geosciences* 13, 13–35.
- Gryguc G., Kisielienė D., Stančikaitė M., Šeirienė V., Skuratovič Ž., Vaitkevičius V., Gaidamavičius A.**, 2013. Holocene sediment record from Briaunis Lake, Eastern Lithuanian: vegetation and environmental history. *Baltica* 26 (2), 121–136.
- Gudžinskas Z.**, 1999. *Lietuvos induočiai augalai*. Botanikos instituto leidykla, Vilnius, 211 p.
- Guobytė R.**, 2002. Lietuvos paviršiaus geologijos ir geomorfologijos ypatumai bei deglaciacijos eiga. Daktaro disertacija, Vilnius, 143 p.
- Guobytė R.**, 2004a. Žemaičių aukštumos šiaurinės dalies paviršiaus geologija ir geomorfologija. *Kultūrinio Landšafto raida Žemaičių aukštumoje*. Vilniaus dailės akademijos darbai 34, 9–22.
- Halicki B.**, 1949. Charakterystyka florystyczna interglacjałów dorzecza Niemna. *Wiadom. Museum ziem.* 4. 241–246.
- Halicki B.**, 1951. Podstawowe profile czwartorzędu w dorzeczu Niemna. *Acta geologica Polonica* Vol. 2. (1-2), 5–101.
- Halicki B., Urbanski T.**, 1936. Dwa profile czwartorzędu kolo Komaryszek nad Straczanka. *Prace Zakladow Geologicznego I Geograficznego Uniwersitetu Stephana Batorego* 10 (26), 83–101.
- Hannon G. E., Gaillard M. J.**, 1997. The plant-macrofossil record of past lake-level changes. *Journal of Paleolimnology* 18, 15–28.
- Heikkilä M., Fontana S. L., Seppä H.**, 2009. Rapid Lateglacial tree population dynamics and ecosystem changes in the eastern Baltic region. *Journal of Quaternary Science* 24, 802–815.

- Heikkilä M., Seppä H.,** 2003. A 11 000 yr palaeotemperature reconstruction from the southern boreal zone in Finland. *Quaternary Science Reviews* 22, 541–554.
- Huntley B.,** 1993. Rapid early-Holocene migration and high abundance of hazel (*Corylus avellana* L.): alternative hypotheses. *Iš: Climate change and human impact on the landscape*. F.M. Chambers Chapman and Hall. 205–215.
- Heiri O., Cremer H., Engels S., Hoek W. Z., Peeters W., Lotter A. F.,** 2007. Lateglacial summer temperatures in the Northwest European lowlands: a chironomid record from Hijkermeer, the Netherlands. *Quaternary Science Reviews* 26, 2420–2437.
- Heiri O., Lotter A. F., Lemcke G.,** 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25, 101–110.
- Hoffmann M. H., Litt T., Jäger E. J.,** 1998. Ecology and climate of the early Weichselian flora from Gröbern (Germany). *Review of Palaeobotany and Palynology* 102, 259–276.
- Huntley J., Birks H. J. B.,** 1983. *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13 000 years ago*. Cambridge University Press, Cambridge. 667 p.
- Huntley J., Prentice C.,** 1993. Holocene vegetation and climates of Europe. *Iš: Jr. H. E. Wright, J. E. Kutzbach, T. Webb, W. F. Ruddiman, F. A. Street-Perrott, P. J. Bartlein Global Climate since Last Glacial Maximum*. University of Minnesota Press, Minneapolis, 136–138.
- Iversen I.,** 1954. The Late-Glacial Flora of Denmark and its Relation to Climate and Soil. *Danmarks Geologiske Undersøgelse II Række* 2, 87–119.
- Jakab G., Sümegei P., Magyari E.,** 2004. A new paleobotanical method for the description of Late Quaternary organic sediments (Mire-development pathways and palaeoclimatic records from S Hungary). *Acta Geologica Hungarica* 47 (4), 1–37.

- Jentzsch A.**, 1878. Die geognostische Durchforschung der Provinz Preussen im Jahre 1877. Schiften Physik.-ökonom. Gesel. Königsberg. Bd. 18.
- Kabailienė M.**, 1990. Holocene of Lithuania. Vilnius. Mokslas.
- Kabailienė M.**, 2006. *Gamtinės aplinkos raida Lietuvoje per 14000 metų*. Mokslas, Vilnius. p. 471.
- Karpińska-Kołaczek M., Kołaczek P., Stachowicz-Rybka R., Obidowicz A.**, 2013. Palaeobotanical studies on Late Glacial and Holocene vegetation development and transformations of the ‘Wielkie Błoto’ mire near Gołdap (north-eastern Poland). *Acta Palaeobotanica* 53, 53–67.
- Kisieliene D.**, 2002. Lietuvos kvartero paleokarpologiniai kompleksai ir jų reikšmė stratigrafijai. Daktaro disertacija. Vilniaus universitetas. 183 p.
- Kisieliene D.**, 2013. Archeobotaniniai tyrimo metodai: augalų makroliekanų (makrobotaninė) analizė. *Metodai Lietuvos archeologijoje. Mokslas ir technologijos praeičiai pažinti. Merkevičius, A. (sud.)*. Vilnius. Vilniaus universiteto leidykla, 329–349.
- Kisieliene D., Stančikaitė M., Mažeika J., Blaževičius P.**, 2008. Natūralūs ir žmogaus sąlygoti aplinkos pokyčiai Vilniaus žemutinės pilies teritorijoje VI ir XIV-XV a. *Geologijos akiračiai* 2, 19–28.
- Kłosowski S., Jabłońska E., Szańkowski N.**, 2011. Aquatic vegetation as an indicator of littoral habitats and various stages of lake aging in north-eastern Poland. *Annales de Limnologie* 47, 281–295.
- Koff T., Terasmaa J.**, 2011. The sedimentary sequence from the Lake Ķūži outcrop, central Latvia: implications for late glacial stratigraphy. *Estonian Journal of Earth Sciences* 60, 113–122.
- Kolstrup E.**, 1980. Climate and stratigraphy in Northwestern Europe between 30 000 BP and 13 000 BP, with special reference to The Netherlands. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 32, 181–253.
- Konieczna N., Kowalewski G.**, 2009. Sukcesja jeziora Drażynek w świetle analizy osadów i szczątków makroskopowych. *Studia Limnologica et Telmatologica* 3 (2), 61–70.

- Kultti S., Mikkola K., Virtanen T., Timonen M., Eronen M.,** 2006. Past changes in the Scots pine forest line and climate in Finnish Lapland: a study based on megafossils, lake sediments, and GIS-based vegetation and climate data. *The Holocene* 16, 381–391.
- Kunskas R.,** 1962. Pagrindiniai Žuvinto pelkių raidos etapai. LTSR MA Geologijos ir geografijos in-to moksl. praneš. *Geologija geografija* T. 14. Sąs. 2, 97–116.
- Kunskas R.,** 1969. Paleografinės pastabos apie Druskininkų apylinkes. *Geografinis metraštis* X, 197–211.
- Kunskas R.,** 1989. Stratigrafijos ir paleogeografijos pastabos. Iš: Rimantiene R. (ed.) Nida. Senujų baltų gyvenvietė. Vilnius. 31–35.
- Kunskas R.,** 1963-1964. Poledynmečio ivykių pėdsakai Nemuno slėnio pelkėse ties Merkine. *Geografinis metraštis* 6-7, 317–324.
- Kupryjanowicz M.,** 2007. Postglacial development of vegetation in the vicinity of the Wigry Lake. *Geochronometria* 27, 53–66.
- Łańcucka-Środoniowa M.,** 1963. Stan badań paleobotanicznych nad miocenem Polski południowej [Palaeobotanical investigations on the Miocene of southern Poland], *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* 33, 129–158.
- Lang G.,** 1994. *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas: Methoden und Ergebnisse.* Fischer; Jena, Stuttgart, New York, p. 462.
- Latalowa M., van der Knaap W. O.,** 2006. Late Quaternary expansion of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in Europe according to pollen data. *Quaternary Science Reviews* 25, 2780–2805.
- Lietuvos dirvožemiai,** 2001. Kolektyvinė monografija/redaktoriai Eidukevičienė M., Vasiliauskienė V., Lietuvos mokslas, 32 knyga. 1244 p.
- Lotter A., Eicher U., Birks H. J. B., Siegenthaler U.,** 1992. Late-glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments. *Journal of Quaternary Science* 7, 187–204.

- Lotter A. F.**, 1999. Late-glacial and Holocene vegetation history and dynamics as shown by pollen and plant macrofossil analyses in annually laminated sediments from Soppensee, central Switzerland. *Vegetation History and Archaeobotany* 8 (3), 165–184.
- Lowe J. J., Rasmussen S., Bjorck S., Hoek W. Z., Steffense J. B., Walker M. J. C., Yu Z. C., the INTIMATE Group**, 2008. Synchronisation of palaeoenvironmental events in the North Atlantic region during the last termination: a revised protocol recommended by the INTIMATE group. *Quaternary Science Reviews* 27 (1–2), 6–17.
- Lowe J. J., Walker M. J. C.**, 1997. Reconstructing Quaternary environments. 2nd edition. London: Addison-Wesley-Longman.
- Macijauskaitė, L.**, 2012. Augalijos ir klimato kaita vėlyvajame ledynmetyje ir holocene Šiaurės vakarų Lietuvoje palinologinės analizės duomenimis. Magistro darbas, Vilnius. 57 p.
- Magyari E., Jakab G., Braun M., Buczkó K., Bálint M.**, 2009. High-resolution study of Late Glacial and Early Holocene tree line changes in the southern Carpathian Mountains. Geophysical Research Abstracts 11, EGU2009–EGU10549.
- Magny M.**, 2004. Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International* 113 (1), 65–79.
- Mangerud J., Andersen S. T., Berglund E. B., Donner J. J.**, 1974. Quaternary stratigraphy of Norden: a proposal for terminology and classification. *Boreas* 3, 109–128.
- Marek S.**, 1991. Studia nad stratygrafią torfowisk w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław. 55 p.
- Matuszkiewicz W.**, 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski, Vademecum Geobotanicum. Polish Scientific Publishers PWN, Warszawa.
- Matuszkiewicz W.**, 2012. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- Miotk-Szpiganowicz G., Niska M.,** 2008. Ewolucja środowiska w rynnice jeziora Jasień w obrazie palinologicznym i zmian fauny Cladocera. *Landform Analysis* 7, 102–112.
- Moe D.,** 1974. Identification key for trilete microspores of Fennoscandia pteridophyta. *Grana* 14, 132–142.
- Molodkov A., Bitinas A.,** 2006. Sedimentary record and luminescence chronology of the Lateglacial and Holocene aeolian sediments in Lithuania. *Boreas* Vol. 33, 244–254.
- Moore P. D., Webb J. A., Collinson M. E.,** 1991. *Pollen analysis*. Blackwell Science Publishers, Oxford. 216 p.
- Mortensen M. F., Birks H. B., Christensen C., Holm J., Noe-Nygaard N., Odgaard B. V., Olsen J., Rasmussen K. L.,** 2011. Lateglacial vegetation development in Denmark - new evidence based on macrofossils and pollen from Slotseng, a small-scale site in southern Jutland. *Quaternary Science Reviews* 30, 2534–2550.
- Nathorst A. G.,** 1870. Om några arktiska växtlämningar i en sötvattenslera vid Alnarp i Skåne. Lunds Universitets Arsskrift 7. 17 p.
- Natkevičaitė-Ivanauskienė M.,** 1983. Botanine geografija ir fitocenologijos pagrindai. Vilnius. 280 p.
- Niinemets E., Saarse L.,** 2009. Holocene vegetation and land-use dynamics of south-eastern Estonia. *Quaternary International* 207, 104–116.
- Okland K. A., Okland J.,** 2000. Freshwater bryozoans (Bryozoa) of Norway: distribution and ecology of *Cristatella mucedo* and *Paludicella articulate*. *Hydrobiologia* 421, 1–24.
- Ozola I., Cernina A., Kalnina L.,** 2010. Reconstruction of palaeovegetation and sedimentation conditions in the area of ancient Lake Burtnieks, northern Latvia. *Estonian Journal of Earth Sciences* 59, 164–179.
- Pałczyński A.,** 1975. Bagna Jaćwieskie (pradolina Biebrzy). Zagadnienia geobotaniczne, paleofitosocjologiczne i gospodarcze. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria D, Monografie 145, 1–232.



- Peyron O., Be'geot C., Brewer S., Heiri O., Magny M., Millet L., Ruffaldi P., Van Campo E., Yu G., 2005.** Late-Glacial climatic changes in Eastern France (Lake Lautrey) from pollen, lake-levels, and chironomids. *Quaternary Research* 64, 197–211.
- Preston C. D., Croft J. M., 1997.** *Aquatic plants in Britain and Ireland*. Harley Books, Colchester, UK. 368 p.
- Preuss H., 1910.** Zur Kenntnis der Ost-und Westpreussisohen Deliuivial flora. Schrift. Physik. –ökonom. Gesel. Königsberg.
- Punning J. M., Koff T., Kadastik E., Mikomägi A., 2005.** Holocene lake level fluctuations recorded in the sediment composition of the small dimictic Lake Juusa (SE Estonia). *Journal of Paleolimnology* 34, 377–390.
- Punning J., M., Kangur M., Koff T., Possnert G., 2003.** Holocene lake level changes and their reflection in the paleolimnological records of two lakes in northern Estonia. *Journal of Paleolimnology* 29, 167–178.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Latalowa M., 1996.** Synthesis of palaeoecological events in Poland. Iš: Berglund, B. E., Birks, H. J. B., Ralska-Jasiewiczowa, M., Wrigh, H. E. (Eds.), *Palaeoecological Events during the Last 15,000 Years. Regional Syntheses of Palaeoecological Studies of Lakes and Mires*. Wiley, Chichester. 403–472 p.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Latalowa M., Wasylikowa K., Tobolski K., Madeyska E., Wright H. E., Turner C., 2004.** Late Glacial and Holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps. Krakow, Poland: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. 444 p.
- Raniecka-Bobrowska J., 1962.** Trzeciorzędowa flora z Osieczowa nad Kwisą - Dolny Śląsk (summary: Tertiary fl ora from Osieczów on the Kwisa river - Lower Silesia). *Prace Instytutu Geologicznego* 30 (3), 81–223.
- Reid, C., 1899.** *The origin of the British Flora*. Dulau, London.
- Reimer P. J., Bard E., Bayliss A., Beck J. W., Blackwell P. G., Bronk Ramsey C., Buck C. E., Cheng H., Edwards R. L., Friedrich M.,**

- Grootes P. M., Guilderson T. P., Haflidason H., Hajdas I., Hattala C., Heaton T. J., Hogg A. G., Hughen K. A., Kaiser K. F., Kromer B., Manning S. W., Niu M., Reimer R. W., Richards D.A., Scott E. M., Southon J. R., Turney C. S. M, van der Plicht J., 2013.** IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50000 years cal BP. *Radiocarbon* 55 (4), 1869–1887.
- Rybniček K., 1973.** A comparison of the present and past mire communities of central Europe. *Iš:* H. J. H. Birks, R. G. West (red.), Quaternary Plant Ecology. Blackwell.
- Saarse L., Niinemets E., Amon L., Heinsalu A., Veski S., Sohar K., 2009.** Development of the late glacial Baltic basin and the succession of vegetation cover as revealed at Palaeolake Haljala, northern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences* 58, 317–333.
- Saarse L., Poska A., Veski S., 1999.** Spread of *Alnus* and *Picea* in Estonia. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, *Geology* 48, 170–186.
- Sarmaja-Korjonen K., 2001.** Correlation of fluctuations in cladoceran planktonic: littoral ratio between three cores from a small lake in southern Finland: Holocene water-level changes. *The Holocene* 11, 53–63.
- Savukyniënė N., 1974.** Sinantropinės augalijos raida Pietryčių Lietuvoje. *Geografinis metraštis* T. XIII. Vilnius. 37–48.
- Savukyniënė N., 1976.** Žemdirbystės plėtotės bruožai Čepkelių raisto apylinkėse. *Geografinis metraštis*. T. XIV. Vilnius. 169–175.
- Seibutis A., 1959.** Kaip kūrėsi ir vystėsi Lietuvos augalija. *Mokslas ir gyvenimas* 10, 12–16.
- Seibutis A., 1961.** Nemuno deltos pelkynai ir kai kurie šių plotų raidos bei apsaugos klausimai. Nemuno žemupio sutvarkymo klausimai. Vilnius. 71–94.
- Seppä H., Poska A., 2004.** Holocene annual mean temperature changes in Estonia and their relationship to solar insolation and atmospheric circulation patterns. *Quaternary Research* 61, 22–31.
- Snarskis P., 1954.** Vadovas Lietuvos TSR augalams pažinti. Vilnius.

- Środoń, A., 1950.** Rozwój roślinności pod Grodnem w czasie ostatniego interglacjalu. *Acta Geol. Polonica*, Vol. 1(14), 365–390.
- Stachowicz-Rybka R., 2009.** *Stratigrafia makroszczątków roślin ze stanowiska Czarnucha (równina Augustowska, Północno-Wschodnia Polska)*. [Stratigraphy of macroscopic plant remains from Czarnucha section (Augustów Plaine, Northeastern Poland)]. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 435, 97–108.
- Stančikaitė M., Kabailienė M., Ostrauskas T., Guobytė R., 2002.** Environment and man in the vicinity of the Lakes Duba and Pelesa, SE Lithuania, during the Late Glacial and Holocene. *Geological Quarterly* 46 (4), 391–409.
- Stančikaitė M., Kisielienė D., Šeirienė V., Martma T., Šinkūnas P., Zinkutė R., Gryguc G., Mažeika J., 2014.** Lateglacial and Early Holocene environmental dynamics in Northern Lithuania: a multi-proxy record from Ginkūnai lake. *Quaternary International* xxx, 1–15.
- Stančikaitė M., Šeirienė V., Šinkūnas P., 1998.** New results of the Pamerkys outcrop, southern Lithuania, investigations. *Geologija* 23, 77 – 88.
- Stančikaitė M., Baltrūnas V., Kisielienė D., Ostrauskas T., 2006.** Human response to the Holocene environmental changes in the Biržulis Lake region, NW Lithuania. *Quaternary International* 150 (1), 113–129.
- Stančikaitė, M., Kisielienė, D., Moe, D., Vaikutienė, G., 2009.** Lateglacial and early Holocene environmental changes in northeastern Lithuania. *Quaternary International* 207, 80–92.
- Stančikaitė, M., Kisielienė, D., Simniškytė, A., 2004.** Vegetation response to the climatic and human impact changes during the Late Glacial and Holocene: case study of the marginal area of Baltija Upland, NE Lithuania. *Baltica* 17 (1), 17–33.
- Stančikaitė M., Šinkūnas P., Šeirienė. V., Kisielienė. D., 2008.** Patterns and chronology of the Lateglacial environmental development at Pamerkiai and Kašučiai, Lithuania. *Quaternary Science Reviews* 27, 127–147.

- Starkel L., Pazdur A., Pazdur M. F., Wicik B., Więckowski K.,** 1998. Lake-level changes and palaeohydrological reconstructions during the Holocene. *Iż*: Ralska-Jasiewiczowa, M., Goslar, T., Madeyska, T., Starkel, L. (Eds.), Lake Gościąg, Central Poland. A Monographic Study, Kraków: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. 225–229 p.
- Stoermer E. F., Hakansson H., Theriot E. C.,** 1987. Cyclostephanos species newly reported from North America: *C. tholiformis* sp. nov. and *C. costatilimbus* comb. nov. *British Phycological Journal* 22 (4), 349–358.
- Subetto D. A., Wohlfarth B., Davydova N. N., Sapelko T. V., Bjorkman L., Solovieva N., Wastegard S., Possnert G., Khomutova V. I.,** 2002. Climate and environment on the Karelian Isthmus, northwestern Russia, 13000–9000 cal. yrs BP. *Boreas* 31, 1–19.
- Szafer W.,** 1954. Pliocenińska flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do plejstocenu. *Prace Instytutu Geologicznego* 11, 238 p.
- Szczepanek, K.,** 1971. *Kras staszowski w świetle badań paleobotanicznych* [The Staszów karst in the light of palaeobotanical studies (South Poland)]. *Acta Paleobotanica* 12 (2), 63–140.
- Szoszkiewicz K., Jusik Sz., Zgoła T.,** 2010. *Klucz do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych*. [Guide for identification of macrophytes for assessment of the ecological state of freshwaters]. Biblioteka monitoringu środowiska, Warszawa. 308 p.
- Šinkūnas P., Stančikaitė M., Šeirienė V., Kisielienė D., Barzdžiuvienė V., Blažauskas N.,** 2005. Environmental changes in the Ūla and Katra upper reaches during the last 14,000 years. *Acta Zoologica Lituanica* 15 (2), 173–178.
- Thomson P. W.,** 1931. Beitrag zur Stratigraphie der Moore und zur Waldgeschichte S. W. Litauen. *Geologiska Foreningen i Stockholm Forhandlingar* 53 (3), 239–250.
- Tobolski K.,** 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. PWN, Warsaw.

- Tobolski K., 2006.** *Torfowiska Parku Narodowego "Bory Tucholskie"*. Park Narodowy "Bory Tucholskie", Charzykowy. 174 p.
- Tobolski K., Mocek A., Dzieciolowski W., 1997.** *Gleby Słowińskiego Parku Narodowego w świetle historii roślinności i podłoża*. Wydawnictwo Homini, Bydgoszcz-Poznań. 183 p.
- Tołpa S., 1958.** Nowa metoda badań stratygrafii torfowisk. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 17, 11–42
- Tołpa S., Jasnowski M., Pałczyński A., 1967.** System der genetischen Klassifizierung der Torfe Mitteleuropas. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 76, 9–99.
- Tupčiauskaitė J., 2012.** Botanikos mokomoji lauko praktika. Mokomoji knyga. 146 p.
- Ulevičius A., Tupčiauskaitė J., 2013.** Ekosistemų praktikumas: buveinės ir būdingosios jų rūšys, Vilnius, 429 p.
- Vaičvilienė B., 1976.** Kai kurių Žemaitijos pelkių paleogeografijos bruožai. *Geografinis metraštis*. T. XIV. Vilnius. 161–167.
- Väliranta M., 2006.** Long term changes in aquatic plant species composition in northeastern European Russia and Finnish Lapland, as evidenced by plant macrofossil analysis. *Aquatic Botany* 85, 224–232.
- Väliranta M., Kaakinen A., Kuhry P., Kultti S., Salonen J. S., Seppä H., 2011.** Scattered late-glacial and early Holocene tree populations as dispersal nuclei for forest development in north-eastern European Russia. *Journal of Biogeography* 38, 922–932.
- Väliranta M., Korhola A., Seppä H., Sarmaja-Korjonen K., Tuittila E. S., Laine J., Alm J., 2007.** High-resolution reconstruction of wetness dynamics in a southern boreal raised bog, Finland, during the late Holocene: a quantitative approach. *Holocene* 17, 1093–1107.
- Väliranta M., Kultti S., Nyman M., Sarmaja-Korjonen K., 2005.** Holocene development of aquatic vegetation in a shallow Lake Njargajavri, Finnish Lapland with evidence of water level fluctuations and drying. *Journal of Paleolimnology* 34, 203–215.

- Väliranta M., Kultti S., Seppä H., 2006.** Vegetation dynamics during the Younger Dryas – Holocene transition in the extreme northern taiga zone, north-eastern European Russia. *Boreas* 35, 202–212.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J., 1994.** A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Journal of Aquatic Ecology* 28, 117–133.
- Velichkevich F. U., Zastawniak E., 2006.** *Atlas of the Pleistocene vascular plant macrofossils of Central and Eastern Europe. Part 1. Pteridophytes and monocotyledons.* W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Velle G., Brooks S. J., Birks H. J. B., Willassen E., 2005.** Chironomids as a tool for inferring Holocene climate: an assessment based on six sites in southern Scandinavia. *Quaternary Science Reviews* 24, 1429–1462.
- Veski S., Seppä H., Stančikaitė M., Zernitskaya V., Reitalu T., Gryguc G., Heinsalu A., Stivrins N., Amon L., Vassiljev J., Heiri O., 2014.** Quantitative summer and winter temperature reconstructions from pollen and chironomid data between 15–8 ka BP in the Baltic–Belarus area. *Quaternary International* xxx, 1–8.
- Veski S., Amon L., Heinsalu A., Reitalu T., Saarse L., Stivrins S. N., Vassiljev J., 2012.** Late-Glacial vegetation dynamics in the eastern Baltic region, a complete record since the Bølling (GI-1e). *Quaternary Science Reviews* 40, 39–53.
- Walker M. J. C., 1995.** Climatic changes in Europe during the last Glacial/Interglacial transition. *Quaternary International* 28, 63–76.
- Walker M. J. C., Berkelhammer M., Björck S., Cwynar L. C., Fisher D. A., Long A. J., Lowe J. J., Newham R. M., Rasmussen S. O., Weiss H., 2012.** Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a *Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE* (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal of Quaternary Science* 27 (7), 649–659.

- Watts W. A., 1978.** Plant macrofossils and Quaternary paleoecology. *In* D. Walker, J. C. Guppy (eds.) *Biology and Quaternary Environments*. Australian Academy of Sciences, Canberra. 53–67 p.
- Weber C., 1902.** Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoores von Augstimal im Memeldelta, mit vergleichenden Ausblicken auf andere Hochmoore der Erde. Paul Parey, Berlin. 252 p.
- Wohlfarth B., Filimonova L., Bennike O., Bjorkman L., Brunnberg L., Lavrova N., Demidov I., Possnert G., 2002.** Late-glacial and Early Holocene environment and climate change at Lake Tambichozero, southeastern Russian Karelia. *Quaternary Research* 58, 261–272.
- Wohlfarth B., Tarasov P., Bennike O., Lacourse T., Subetto D., Torssander P., Romanenko F., 2006.** Late glacial and Holocene palaeoenvironmental changes in the Rostov-Yaroslavl' area, West Central Russia. *Journal of Paleolimnology* 35, 543–569.
- Zernitskaya V., Stančikaitė M., Vlasov B., Šeirienė V., Kisielienė D., Gryguc G., Skipitytė R., 2014.** Vegetation pattern and sedimentation changes in the context of the Lateglacial climatic events: Case study of the Staroje Lake (Eastern Belarus). *Quaternary International OI: 10.1016/j.quaint.2014.06.045*
- Гуделис В., 1957.** Основные черты стратиграфии и палеогеографии голоцена Литвы. Науч. сообщ. Ин-ма геол. и геог. АН ЛитССР. Вильнюс. 153–174.
- Величкевич Ф. Ю., 1979.** История плейстоценовой флоры средней полосы Восточно-Европейской равнины. *Советская палеокарпология*. Москва. 76–121.
- Величкевич Ф. Ю., 1980.** О семенной флоре разреза Бутенай на р. Швянтой. *Проблемные вопросы геологии неогена и антропогена Белоруссии*. Минск. 133–138.
- Величкевич Ф. Ю., 1982.** Плейстоценовые флоры ледниковых областей Восточно-Европейской равнины. Минск. 239 с.

- Величкевич Ф. Ю., 1975.** Александрийская (лихвинская) флора разрезов Гайлюнай–Няравай на р. Неман. *Стратиграфия и палеогеография антропогена*. Минск. 100–109.
- Дорофеев П. И., 1966.** Плиоценовая флора Матанова Сада на Дону. Москва-Ленинград. 87 с.
- Дорофеев П. И., 1986.** О плиоценовой флоре дер. Дворец на Днепре. *Проблемы палеоботаники*. Ленинград. 44–71
- Литвинюк Г. И., 1981.** Новые данные о семенных флорах Нятесос и Максимонис на Немане. *Геологические исследования кайнозоя Белоруссии*. Минск. 75–84.
- Никитин П. А., 1957.** Плиоценовые и четвертичные флоры Воронежской области. Москва-Ленинград. 205 с.
- Никитин П. А., 1965.** Аквитанская семенная флора Лагерного Сада (Томск). Томск. 142 с.
- Ришкене М., 1973.** Палеоботаническая характеристика межледниковых отложений обнажения Буйвиджяй. *Матер. III науч. конф. геол. Литвы*. Вильнюс: Периодика. 46–48.
- Ришкене М., 1974.** Значение карпологического изучения межледниковых отложений в окрестностях г. Друскининкай для палеобиоморфологического анализа. *Вопросы методики геоморфологического картирования рельефа Литовской ССР*. Вильнюс. 68–69.
- Ришкене М., 1976.** Палеокарпологическая характеристика межледниковых отложений. *Погребные палеоврезы поверхности дочетвертичных пород южной Прибалтики*. Вильнюс. 75–91.
- Ришкене М., 1979.** Антропогеновая флора Литвы. *Советская палеокарпология*. Москва. 122–131.
- Ришкене М., 1967.** Остатки растений позднеледникового времени в долинах рек Ула и Мяркис. *Вопросы геологии и палеогеографии четвертичного периода Литвы. Труды института геологии. Вып. 5*. Вильнюс. 209–216.



- Соболев Н. Н.**, 1910. О ледниковых отложениях в Виленской, Ковенской и Гродненской губерниях (по рю Неману). *Записки С.-З. Отд. Русского геогр. Общества*, кн. 1, 33–47.
- Сукачев В. Н.**, 1910. *Brasenia purpurea* (Michx.) Casp. в послетретичных отложениях России. *Тр. Бот. сада Юрьевск. ун-та*. 11 (3). 193–203
- Сукачев В. Н.** 1938. История растительности СССР во время плейстоцена. *Растительность СССР*. 1. М.-Л. 183–234.

## PRIEDAI

**1 priedas.** Tyrimų metu išskirtų augalų bendrijų aprašymai (remiantis Tupčiauskaitė, 2012; Matuszkiewicz, 2012 )

| <b>PELKIŲ AUGALŲ BENDRIJOS</b>   |  |
|--|--|
| <p><b>Klasė <i>Oxycocco-Sphagnetea</i></b> Br. Bl. et R.<br/>Tx. 1943 - žolinės ir kimininės aukštapelkinių plynių bendrijos.</p>                | <p>Negausios rūšių aukštapelkių ir tarpinio tipo pelkių žolinės – kimininės bendrijos.<br/><b>Charakteringos rūšys:</b> <i>Andromeda polifolia</i>, <i>Oxycoccus palustris</i>, <i>Vaccinium uliginosum</i>, <i>Aulacomnium palustre</i>, <i>Drosera rotundifolia</i>, <i>Eriophorum vaginatum</i>, <i>Rubus chamaemorus</i>, <i>Sphagnum magellanicum</i>, <i>S. rubellum</i> ir kt.</p>  |
| <p><b>Klasė <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i></b><br/>(Nordhagen 1936) R. Tx. 1937 - Mezooligotrofinių pelkių smulkiųjų viksvų bendrijos.</p> | <p>Fizionomiškai išsiskiria vyraujančiais Cyperaceae šeimos augalais ir vešlia samanų danga.<br/><b>Charakteringos rūšys:</b> <i>Carex nigra</i>, <i>Carex rostrata</i>, <i>Drosera anglica</i>, <i>Rhynchospora alba</i>, <i>Scheuchzeria palustris</i>, <i>C. cinerea</i>, <i>C.</i>, <i>lasiocarpa</i>, <i>C. lepidocarpa</i> ir kt.</p>  |
| <p><b><i>Alnetea glutinosae</i></b> Br. Bl. et R. Tx. 1943 - žemapelkių raistai bei plynraisčiai</p>   | <p>Užpelkėje miškai derlinguose durpiniuose-mineralotrofiniuose dirvožemiuose. Juose vyrauja <i>Alnus glutinosa</i>, auga <i>Betula</i>, <i>Salix</i>, <i>Ribes</i> genčių sumedėję augalai, puskrūmio arba lianos pavidalo <i>Solanum dulcamara</i>, įvairios vešlios daugiametės žolės, gali būti aptinkama samanų.<br/><b>Charakteringos rūšys:</b> medžių – <i>Alnus glutinosa</i>; krūmų – <i>Betula humilis</i>, <i>Ribes nigrum</i>, <i>Salix aurita</i>, <i>S. cinerea</i>, <i>S. pentandra</i>; puskrūmių – <i>Solanum dulcamara</i>; žolių – <i>Calamagrostis canescens</i>, <i>Dryopteris cristata</i>, <i>Thelypteris palustris</i> ir kt.</p> |
| <b>VANDENS TELKINIŲ IR JŲ KRANTŲ AUGALŲ BENDRIJOS</b>  |  |
| <p><b>Klasė <i>Charetea fragilis</i></b><br/>Fukarek ex Krausch 1964 - Maurabragūnų bendrijos.</p>   | <p>Oligotrofinių ir mezotrofinių vandens telkinių dugno makrofitų bendrijos, kurias sudaro <i>Charophyta</i> skyriaus dumbliai.</p>  |
| <p><b>Klasė <i>Potamogetonetea pectinati</i></b> R. Tx. et Preising 1942 - įsišaknijančių ir stambių plūduriuojančių hidrofītų bendrijos</p>     | <p>Paplitusios gėluose mezotrofiniuose, eutrofiniuose ir distrofiniuose stovinčio ir tekančio vandens telkiniuose.<br/><b>Charakteringos rūšys:</b> <i>Batrachium circinatum</i>, <i>Ceratophyllum demersum</i>, <i>Elodea canadensis</i>, <i>Hippuris vulgaris</i>, <i>Hydrocharis morsusranae</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i>, <i>Myriophyllum verticillatum</i>, <i>Nuphar luteum</i>, <i>Potamogeton crispus</i>, <i>P. lucens</i>, <i>P. natans</i>, <i>P. pectinatus</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>P. natans</i>, <i>Nymphaea alba</i> ir kt.</p>   |

## 1 priedo tęsinys

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Klasė <i>Lemnetea minoris</i></b> R. Tx. 1955 - smulkiųjų pleustofitų bendrijos</p>   | <p>Vandens paviršiuje plūduriuojančių smulkiųjų augalų (pleustofitų) bendrijos. Susiformuoja mažiuose sekliuose vandens telkiniuose arba didelių ežerių ar letai tekančių upių įlankose, senvagėse<br/> <b>Charakteringos rūšys:</b> <i>Lemna minoris</i>, <i>Lemna trisulca</i>, <i>Spirodela polyrhiza</i>.</p>  |
| <p><b>Klasė <i>Phragmito-Magnocaricetea</i></b> Klika in Klika et Novák 1941 (=Phragmitetea australis R. Tx. Et Prsg. 1942) - stambųjų helohidrofītų bendrijos</p>                          | <p>Paplitusios įvairaus trofiškumo, gėlo ir sūroko, stovinčio ir tekamčio vandens telkinių pakrantėse ir priekrantėse, taip pat reljefo pažemėjimuose, kur pastoviai yra drėgmės perteklius.<br/> <b>Charakteringos rūšys:</b> <i>Alisma plantago-aquatica</i>, <i>A. gramineum</i>, <i>A. lanceolatum</i>, <i>Equisetum fluviatile</i>, <i>Glyceria maxima</i>, <i>Iris pseudacorus</i>, <i>Lycopus europaeus</i>, <i>Phragmites australis</i>, <i>Rumex hydrolapathum</i>, <i>Galium palustre</i>, <i>Eleocharis palustris</i>, <i>Scutellaria galericulata</i>, <i>Carex elata</i>, <i>C. pseudocyperus</i>, <i>Cicuta virosa</i>, <i>Menyanthes trifoliata</i>, <i>Potentilla palustris</i>, <i>Typha latifolia</i>, <i>C. riparia</i>, <i>C. vesicaria</i>, <i>Schoenoplectus lacustris</i> ir kt.</p>  |
| <p><b>Klasė <i>Bidentetea tripartitae</i></b> R. Tx. et al. in R. Tx. 1950 - pakrančių ir antropogeninės šlapių dumblingų dirvožemių aukštų nitrofilinių terofitų pionierinės bendrijos</p> | <p>Upių, upelių, ežerų ir kitų vandens telkinių krantų šlapių dirvožemių nitrofilinės aukštų vienamečių augalų – vasaros terofitų – pionierinės bendrijos arba antropogeninės kilmės tokio tipo augaviečių – šlapių dirbamųjų laukų, panamių, kitų pažeistų vietų apofitinių piktžolių bendrijos.<br/> Charakteringos rūšys: <i>Alopecurus aequalis</i>, <i>Bidens tripartita</i>, <i>B. frondosa</i>, <i>Persicaria lapathifolium</i>, <i>P. mitis</i>, <i>Rorippa palustris</i>, <i>Ranunculus sceleratus</i> ir kt.</p>   |
| <p><b>PIEVŲ AUGALŲ BENDRIJOS</b></p>  |  |
| <p><b>Klasė <i>Molinio-Arrhenatheretea</i></b> R. Tx. 1937 - Trašios pievos</p>   | <p>Augančios neužpelkėjusiuose mineraliniuose ir organiniuose mezotrofiniuose, rečiau eutrofiniuose dirvožemiuose, paplitusios žemyninėse ir užliejamose pievose.<br/> <b>Charakteringos rūšys:</b> varpiniai – <i>Festuca pratensis</i>, <i>Phleum pratense</i>, <i>Poa pratensis</i>, <i>P. trivialis</i>, <i>Deschampsia cespitosa</i>; ankštiniai – <i>Lathyrus pratensis</i>), <i>Trifolium pratense</i>, <i>Vicia cracca</i>; įvairiažoliai - <i>Cardamine pratensis</i>, <i>Centaurea jacea</i>, <i>Euphrasia rostkoviana</i>, <i>Heracleum sibiricum</i>, <i>Leontodon hispidus</i>, <i>Plantago lanceolata</i>, <i>Prunella vulgaris</i>, <i>Ranunculus acris</i>, <i>Rhinanthus angustifolius</i>, <i>Rumex acetosa</i>, <i>Rumex crispus</i>, <i>Cirsium palustre</i>, <i>Filipendula ulmaria</i>, <i>Scirpus sylvaticus</i> ir kt.</p> |

## 1 priedo tęsinys

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Klasė <i>Nardetea strictae</i></b> Rivas Goday et Borja Carbonell – tyrulinės pievos</p>  | <p>Tyrulinės psichrofitinės pievų bendrijos, susidaranti nederlinguose rūgščiuose dirvožemiuose, išplitusios žemyninėse ir užliejamose pievose.<br/> <b>Charakteringos rūšys:</b> <i>Nardus stricta</i>, <i>Botrychium lunaria</i>, <i>Danthonia decumbens</i>, <i>Hypericum maculatum</i>, <i>Pilosella lactucella</i>, <i>Potentilla erecta</i>, <i>Thymus pulegioides</i>.</p>   |
| <p><b>DIRBAMŲ LAUKŲ AUGALŲ BENDRIJOS</b></p>  |   |
| <p><b>Klasė <i>Artemisietea vulgaris</i></b> Lohm., Prsg et R. Tx. in R. Tx. 1950 – Termokserofilinės pakrančių ir antropogeninės aukštų nitrofilinių daugiamečių žolių bendrijos</p> | <p>Antropogeninės kilmės termokserofilinės aukštų dvimečių ir daugiamečių ruderalinių piktžolių bendrijos apleistose panamėse, pakelėse, dykvietėse, apleistuose dirbamuosiuose laukuose, taip pat nitrofilinės tokių augalų bendrijos pakrantėse.<br/> <b>Charakteringos rūšys:</b> <i>Artemisia vulgaris</i>, <i>Rumex obtusifolius</i>, <i>Urtica dioica</i>, <i>Carduus crispus</i>, <i>Conium maculatum</i>, <i>Melilotus altissimus</i>, <i>Cirsium vulgare</i>, <i>Tanacetum vulgare</i>, <i>Silene pratensis</i>, <i>Hypericum perforatum</i>) ir kt.</p> |
| <p><b>PAMIŠKIŲ, MIŠKO AIKŠTELIŲ, GAISRAVIEČIŲ IR KIRTAVIEČIŲ BENDRIJOS</b></p>  |   |
| <p><b>Klasė <i>Epilobietea angustifolii</i></b> R. Tx. et Prsg. ex v. Rochow 1951 - miško gaisraviečių ir kirtaviečių augalų bendrijos</p>  | <p>Miško gaisraviečių ir kirtaviečių augalų bendrijos, kuriose vyrauja <i>Chamerion angustifolium</i>, auga <i>Calamagrostis epigejos</i>, <i>Gnaphalium sylvaticum</i>, <i>Rubus idaeus</i>, <i>Fragaria vesca</i> ir kt.</p>  |

**2 priedas.** Ekologiniai rodikliai ir jų indikatorinės vertės pagal Ellenberg ir kt. 1991

| <b>Ekologiniai rodikliai</b> | <b>Ekologinių rodiklių vertės</b> | <b>Ekologinių rodiklių charakteristika</b>               |
|------------------------------|-----------------------------------|--|
| <b>1</b>                     | <b>2</b>                          | <b>3</b>   |
| <b>Šviesa</b>                | 1                                 | Labai ūksmingi buveinių augalai                          |
|                              | 2                                 | Tarpinės padėties tarp 1 ir 3                            |
|                              | 3                                 | Ūksmingų buveinių augalai                                |
|                              | 4                                 | Tarpinė padėtis tarp 3 ir 5                              |
|                              | 5                                 | Vidutinio ūksmingumo buveinių augalai                    |
|                              | 6                                 | Tarpinė padėtis tarp 5 ir 7                              |
|                              | 7                                 | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                      |
|                              | 8                                 | Šviesiu buveinių augalai                                 |
|                              | 9                                 | Labai šviesiu buveinių augalai                           |
| <b>Temperatūra</b>           | 1                                 | Labai šaltų buveinių augalai                             |
|                              | 2                                 | Tarpinė padėtis tarp 1 ir 3                              |
|                              | 3                                 | Šaltų buveinių augalai                                   |
|                              | 4                                 | Tarpinė padėtis tarp 3 ir 5                              |
|                              | 5                                 | Vidutinio šilumo buveinių augalai                        |
|                              | 6                                 | Tarpinė padėtis tarp 5 ir 7                              |
|                              | 7                                 | Šiltų buveinių augalai                                   |
|                              | 8                                 | Tarpinė padėtis tarp 7 ir 9                              |
|                              | 9                                 | Labai šiltų buveinių augalai                             |
| <b>Drėgmė</b>                | 1                                 | Labai sauso dirvožemio augalai                           |
|                              | 2                                 | Tarpinė padėtis tarp 1 ir 3                              |
|                              | 3                                 | Sauso dirvožemio augalai                                 |
|                              | 4                                 | Tarpinė padėtis tarp 3 ir 5                              |
|                              | 5                                 | Vidutinio drėgnumo dirvožemio augalai                    |
|                              | 6                                 | Tarpinė padėtis tarp 5 ir 8;                             |
|                              | 7                                 | Drėgno dirvožemio augalai                                |
|                              | 8                                 | Tarpinė padėtis tarp 7 ir 9;                             |
|                              | 9                                 | Šlapio dirvožemio augalai                                |
|                              | 10                                | Labai šlapių, permainingo vandens lygio buveinių augalai |
|                              | 11                                | Plūdurlapiai vandens augalai                             |
|                              | 12                                | Panertalapiai vandens augalai                            |

## 2 priedo tęsinys

| 1                             | 2 | 3   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Dirvožemio reakcija</b>    | 1 | Labai rūgščios dirvožemio reakcijos augalai ( $2 < \text{pH} < 3$ )   |
|                               | 2 | Tarpinė padėtis tarp 1 ir 3;  |
|                               | 3 | Rūgščios dirvožemio reakcijos augalai ( $4 < \text{pH} < 5$ )         |
|                               | 4 | Tarpinė padėtis tarp 3 ir 5   |
|                               | 5 | Vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai                       |
|                               | 6 | Tarpinė padėtis tarp 5 ir 7   |
|                               | 7 | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai ( $\text{pH} \sim 7$ ) |
|                               | 8 | Tarpinė padėtis tarp 5 ir 7   |
|                               | 9 | Šarminių ir labai šarmingų dirvožemių augalai ( $\text{pH} > 8$ ).    |
| <b>Dirvožemio azotingumas</b> | 1 | Labai mažo azotingumo dirvožemio augalai                              |
|                               | 2 | Tarpinė padėtis tarp 1 ir 3;  |
|                               | 3 | Mažo azotingumo dirvožemio augalai                                    |
|                               | 4 | Tarpinė padėtis tarp 3 ir 5   |
|                               | 5 | Vidutinio azotingumo dirvožemio augalai                               |
|                               | 6 | Tarpinė padėtis tarp 5 ir 7   |
|                               | 7 | Azotingo dirvožemio augalai   |
|                               | 8 | Labai azotingi dirvožemio augalai                                     |
|                               | 9 | Nepaprastai azotingumo dirvožemio augalai                             |

### Naudojamų ženklų paaiškinimai:

|          |  |
|----------|--|
| <b>x</b> | augalo tolerancija tam tikram veiksniai neišreikšta (indiferentiška) |
| ~        | labai permainingo drėgmės režimo rodiklis                            |
| =        | užtvindymo rodiklis  |
| ?        | tolerancija neišaiškinta   |
| ()       | Rodo jaunų medelių toleranciją apšvietimui                           |
| -        | duomenų apie augalą nepateikiama                                     |

**3 priedas.** Ekologinės sąlygos tirtuose paleobaseinuose vėlyvojo ledynmečio laikotarpiu

| <b>Ekologiniai rodikliai</b>  | <b>GI-1(c-a) klimatinis įvykis</b>   |   |  |
|-------------------------------|--|---|--|
|                               | <b>Zervynai</b>  | <b>Rudnia</b>   | <b>Lavariškės</b>  |
| <b>Šviesa</b>                 | Šviesių buveinių augalai   | Vidutinio šviesumo  | -  |
| <b>Temperatūra</b>            | Tarpiniai tarp šaltų ir vidutinio šilumo buveinių augalai                  | Vidutinio šilumo buveinių augalai                           | -  |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>    | Tarpiniai tarp rūgščios ir vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai              | -  |
| <b>Dirvožemio azotumas</b>    | Mažo azotumo dirvožemio augalai  | Tarpiniai tarp mažo ir vidutinio azotumo dirvožemio augalai | -  |
| <b>GS-1 klimatinis įvykis</b> |  |   |  |
| <b>Šviesa</b>                 | -  | -   | Tarpiniai tarp vidutinio ūksmingumo ir vidutinio šviesumo buveinių augalai |
| <b>Temperatūra</b>            | -  | -   | Vidutinio šilumo buveinių augalai  |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>    | -  | -   | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai                             |
| <b>Dirvožemio azotumas</b>    | -  | -   | Vidutinio azotumo dirvožemio augalai                                       |

**4 priedas.** Ekologinės sąlygos tirtų paleobasėnų pakrantėse vėlyvojo ledynmečio laikotarpiu

| Ekologiniai rodikliai              | GI-1e klimatinis įvykis  |   |            |
|------------------------------------|--|---|------------|
|                                    | Zervynai   | Rudnia  | Lavariškės |
| 1                                  | 2  | 3   | 4          |
| <b>GI-1e klimatinis įvykis</b>     |  |   |            |
| <b>Šviesa</b>                      | Šviesių buveinių augalai   | -   | -          |
| <b>Temperatūra</b>                 | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai  | -   | -          |
| <b>Dirvožemio drėgmė</b>           | Labai šlapių buveinių augalai  | -   | -          |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>         | Tarpiniai tarp beveik neutralios ir šarminės dirvožemio reakcijos augalai                            | -   | -          |
| <b>Dirvožemio azotingumas</b>      | Tarpiniai tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio augalai                                   | -   | -          |
| <b>GI-1(c-a) klimatinis įvykis</b> |  |   |            |
| <b>Šviesa</b>                      | Šviesių buveinių augalai   | Vidutinio šviesumo buveinių augalai   | -          |
| <b>Temperatūra</b>                 | Šaltų buveinių augalai (GI-1b)   | Vidutinio šilumo buveinių augalai   | -          |
| <b>Dirvožemio drėgmė</b>           | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai   | Šlapio dirvožemio augalai   | -          |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>         | Tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo (GI-1b) ir beveik neutralios-šarminės dirvožemio reakcijos augalai | Tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios dirvožemio reakcijos | -          |
| <b>Dirvožemio azotingumas</b>      | Mažo azotingumo  | Vidutinio azotingumo dirvožemio augalai                                     | -          |



**4 priedo tęsinys**

| <b>1</b>                      | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b>   |
|-------------------------------|----------|----------|--|
| <b>GS-1 klimatinis įvykis</b> |          |          |  |
| <b>Šviesa</b>                 | -        | -        | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                                |
| <b>Temperatūra</b>            | -        | -        | -  |
| <b>Dirvožemio drėgmė</b>      | -        | -        | Drėgno dirvožemio augalai  |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>    | -        | -        | Vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai                    |
| <b>Dirvožemio azotینگumas</b> | -        | -        | Tarpiniai tarp vidutinio azotینگumo ir azotingo dirvožemio augalai |

**5 priedas.** Ekologinės sąlygos tirtuose paleobaseinuose holoceno laikotarpiu

| <b>ANKSTYVASIS HOLOCENAS</b> |   |  |   |   |                  |
|------------------------------|---|--|---|---|------------------|
| <b>Ekologiniai</b>           | <b>Lavariškės</b>   | <b>Briaunis</b>  | <b>Verpstinis</b>   | <b>Pakampis</b>   | <b>Pakastuva</b> |
| <b>Šviesa</b>                | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                       | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                                | Vidutinio šviesumo buveinių                               | Šviesių buveinių augalai                                  | -                |
| <b>Temperatūra</b>           | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai          | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai | -                |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>   | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai            | Tarpiniai tarp neutralios ir šarminės dirvožemio reakcijos augalai | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai            | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai            | -                |
| <b>Dirvožemio azotumas</b>   | Vidutinio azotumo dirvožemio augalai                      | Tarpiniai tarp vidutinio azotumo ir azotingo dirvožemio augalai    | Tarpiniai tarp vidutinio azotumo ir azotingo              | Vidutinio azotumo dirvožemio augalai                      | -                |

| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b>  |                   |  |  |  |  |
|-------------------------------|-------------------|--|--|--|--|
| <b>Ekologiniai rodikliai</b>  | <b>Lavariškės</b> | <b>Briaunis</b>  | <b>Verpstinis</b>  | <b>Pakampis</b>  | <b>Pakastuva</b>   |
| <b>Šviesa</b>                 | -                 | Tarpiniai tarp vidutinio ūksmingumo ir vidutinio šviesumo buveinių augalai | Tarpiniai tarp vidutinio ūksmingumo ir vidutinio šviesumo buveinių augalai | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                                | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                                |
| <b>Temperatūra</b>            | -                 | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai                  | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai                  | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai          | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai          |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>    | -                 | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai                             | Tarpiniai tarp neutralios ir šarminės dirvožemio reakcijos augalai         | Tarpiniai tarp neutralios ir šarminės dirvožemio reakcijos augalai | Tarpiniai tarp neutralios ir šarminės dirvožemio reakcijos augalai |
| <b>Dirvožemio azotینگumas</b> | -                 | Tarpiniai tarp vidutinio azotینگumo ir azotingo dirvožemio augalai         | Vidutinio azotینگumo dirvožemio augalai                                    | Tarpiniai tarp vidutinio azotینگumo ir azotingo dirvožemio augalai | Tarpiniai tarp vidutinio azotینگumo ir azotingo dirvožemio augalai |

5 priedo tęsinys

| <b>VĒLYVASIS HOLOCENAS</b>   |                   |                 |                   |  |  |
|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--|--|
| <b>Ekologiniai rodikliai</b> | <b>Lavariškės</b> | <b>Briaunis</b> | <b>Verpstinis</b> | <b>Pakampis</b>  | <b>Pakastuva</b>   |
| <b>Šviesa</b>                | -                 | -               | -                 | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                                | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                            |
| <b>Temperatūra</b>           | -                 | -               | -                 | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai          | Vidutinio šilumo buveinių augalai                              |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>   | -                 | -               | -                 | Tarpiniai tarp neutralios ir šarminės dirvožemio reakcijos augalai | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai                 |
| <b>Dirvožemio azotumas</b>   | -                 | -               | -                 | Tarpiniai tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio augalai | Tarpiniai tarp mažo ir vidutinio azotingumo dirvožemio augalai |

**6 priedas.** Ekologinės sąlygos tirtų paleobasėnų pakrantėse holoceno laikotarpiu

| <b>ANKSTYVASIS HOLOCENAS</b> |  |  |   |  |                                     |
|------------------------------|--|--|---|--|-------------------------------------|
| <b>Ekologiniai rodikliai</b> | <b>LAVARIŠKĖS</b>  | <b>BRIAUNIS</b>  | <b>VERPSTINIS</b>   | <b>PAKAMPIS</b>                                    | <b>PAKASTUVA</b>                    |
| <b>1</b>                     | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>4</b>  | <b>5</b>   | <b>6</b>                            |
| <b>Šviesa</b>                | Šviesių buveinių augalai   | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                                | Vidutinio šviesumo buveinių augalai   | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                | -                                   |
| <b>Temperatūra</b>           | Vidutinio šilumo buveinių augalai  | Vidutinio šilumo buveinių augalai                                  | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai                           | Vidutinio šilumo buveinių augalai                  | -                                   |
| <b>Dirvožemio drėgmė</b>     | Šlapio dirvožemio augalai  | Šlapio dirvožemio augalai  | Šlapio dirvožemio augalai   | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai | -                                   |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>   | Tarpiniai tarp rūgščios ir vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai                     | Tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai | Beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai     | -                                   |
| <b>Dirvožemio azotumas</b>   | Mažo azotingumo dirvožemio augalai   | Tarpiniai tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio augalai | Vidutinio azotingumo dirvožemio augalai   | Labai azotingo dirvožemio augalai                  | -                                   |
| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b> |  |  |   |  |                                     |
| <b>Šviesa</b>                | Šviesių buveinių augalai   | Šviesių buveinių augalai   | Šviesių buveinių augalai  | Vidutinio šviesumo buveinių augalai                | Vidutinio šviesumo buveinių augalai |

**6 priedo tęsinys**

| <b>1</b>                      | <b>2</b>   | <b>3</b>  | <b>4</b>   | <b>5</b>  | <b>6</b>  |
|-------------------------------|--|---|--|---|---|
| <b>Temperatūra</b>            | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai    | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai                           | Vidutinio šilumo buveinių augalai  | Vidutinio šilumo buveinių augalai   | Vidutinio šilumo buveinių augalai                                 |
| <b>Dirvožemio drėgmė</b>      | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai           | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai                                  | Šlapio dirvožemio augalai  | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai                                  | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai                |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>    | Vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai              | Tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai | Vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai                            | Tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai | Tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios dirvožemio |
| <b>Dirvožemio azotingumas</b> | Tarpiniai tarp mažo ir vidutinio azotingo dirvožemio augalai | Tarpiniai tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio augalai                  | Vidutinio azotingumo dirvožemio augalai                                    | Tarpiniai tarp vidutinio azotingumo ir azotingo dirvožemio augalai                  | Tarpiniai tarp vidutinio azotingumo ir azotingo                   |
| <b>VĒLYVASIS HOLOCENAS</b>    |  |   |  |   |   |
| <b>Šviesa</b>                 | Šviesiu buveiniu augalai                                     | Vidutinio šviesumo buveiniu augalai   | Šviesiu buveiniu augalai   | Vidutinio šviesumo buveiniu augalai   | Vidutinio šviesumo buveiniu augalai                               |
| <b>Temperatūra</b>            | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai    | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai                           | Vidutinio šilumo buveinių augalai  | Tarpiniai tarp vidutinio šilumo ir šiltų buveinių augalai                           | Vidutinio šilumo buveinių augalai                                 |
| <b>Dirvožemio drėgmė</b>      | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai           | Drėgno dirvožemio augalai   | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai                         | Tarpiniai tarp drėgno ir šlapio dirvožemio augalai                                  | Labai šlapio dirvožemio augalai                                   |
| <b>Dirvožemio reakcija</b>    | Vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai              | Vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai                                     | Tarpiniai tarp rūgščios ir vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai | Tarpiniai tarp vidutinio rūgštumo ir beveik neutralios dirvožemio reakcijos augalai | Vidutinio rūgštumo dirvožemio reakcijos augalai                   |

**6 priedo ęsinys**

| <b>1</b>                  | <b>2</b>  | <b>3</b>                               | <b>4</b>                                     | <b>5</b>  | <b>6</b>                               |
|---------------------------|---|--|--|---|--|
| <b>Dirvoęmio azotumas</b> | Tarpiniai tarp maęo ir vidutinio azotingo dirvoęmio augalai | Vidutinio azotungumo dirvoęmio augalai | Maęo ir vidutinio azotingo dirvoęmio augalai | Tarpiniai tarp vidutinio azotungumo ir azotingo dirvoęmio augalai | Vidutinio azotungumo dirvoęmio augalai |

7 priedas. Augalų paleobendrijų kompleksai vėlyvojo ledynmečio laikotarpiu

| <b>GI-1e klimatinis įvykis</b>       |                 |               |                   |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| <b>Fitosociologinė klasė</b>         | <b>Zervynos</b> | <b>Rudnia</b> | <b>Lavariškės</b> |
| <i>Charetea fragilis</i>             | X               | -             | -                 |
| <i>Potamogetonetea pectinati</i>     | X               | -             | -                 |
| <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>      | X               | -             | -                 |
| <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> | X               | -             | -                 |
| <b>GI-1d klimatinis įvykis</b>       |                 |               |                   |
| <i>Charetea fragilis</i>             | X               | -             | -                 |
| <i>Potamogetonetea pectinati</i>     | -               | -             | -                 |
| <b>GI-1(c-a) klimatinis įvykis</b>   |                 |               |                   |
| <i>Charetea fragilis</i>             | X               | X             | -                 |
| <i>Potamogetonetea pectinati</i>     | X               | X             | -                 |
| <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>      | -               | X             | -                 |
| <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> | X               | X             | -                 |
| <i>Artemisietea vulgaris</i>         | -               | X             | -                 |
| <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>       | -               | X             | -                 |
| <b>GS-1 klimatinis įvykis</b>        |                 |               |                   |
| <i>Charetea fragilis</i>             | X               | -             | X                 |
| <i>Potamogetonetea pectinati</i>     | -               | -             | X                 |



**8 priedas.** Augalų paleobendrijų kompleksai holoceno laikotarpiu

| <b>ANKSTYVASIS HOLOCENAS</b>     |                   |                   |                 |                 |                  |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>Fitosociologinė klasė</b>     | <b>Lavariškės</b> | <b>Verpstinis</b> | <b>Briaunis</b> | <b>Pakampis</b> | <b>Pakastuva</b> |
|                                  | <b>1</b>          | <b>2</b>          | <b>3</b>        | <b>4</b>        | <b>5</b>         |
| <i>Charetea fragilis</i>         | X                 | X                 | X               | -               | X                |
| <i>Potamogetonetea pectinati</i> | X                 | X                 | X               | X               | X                |
| <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>  | X                 | X                 | X               | X               | X                |
| <i>Scheuchzerio-Caricetea</i>    | X                 | X                 | X               | -               | X                |
| <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>       | X                 | X                 | -               | -               | -                |
| <i>Artemisietea vulgaris</i>     | X                 | X                 | X               | -               | -                |
| <i>Bidentetea tripartitae</i>    | -                 | X                 | -               | -               | -                |
| <i>Alnetea glutinosae</i>        | -                 | -                 | X               | X               | -                |
| <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>   | -                 | -                 | X               | -               | -                |
| <b>VIDURINYSIS HOLOCENAS</b>     |                   |                   |                 |                 |                  |
| <i>Charetea fragilis</i>         | -                 | -                 | -               | X               | X                |
| <i>Potamogetonetea pectinati</i> | -                 | X                 | -               | X               | X                |
| <i>Lemnetea minoris</i>          | -                 | -                 | X               | -               | -                |

## 8 priedo tęsinys

| VIDURINYSIS HOLOCENAS            |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Fitosociologinė klasė            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>  | X | X | X | - | X |
| <i>Scheuchzerio-Caricetea</i>    | X | X | X | X | X |
| <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>       | X | X | - | - | - |
| <i>Artemisietea vulgaris</i>     | X | - | X | X | X |
| <i>Bidentetea tripartitae</i>    | - | X | X | X | - |
| <i>Alnetea glutinosae</i>        | - | - | X | X | X |
| <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>   | - | - | X | - | - |
| VĖLYVASIS HOLOCENAS              |   |   |   |   |   |
| <i>Charetea fragilis</i>         | - | - | - | X | X |
| <i>Potamogetonetea pectinati</i> | - | - | - | X | X |
| <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>  | X | X | X | X | X |
| <i>Scheuchzerio-Caricetea</i>    | X | - | X | X | X |
| <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>       | X | X | - | - | - |
| <i>Artemisietea vulgaris</i>     | X | X | X | - | X |
| <i>Bidentetea tripartitae</i>    | X | - | X |   | X |
| <i>Alnetea glutinosae</i>        | - | - | X | X | X |
| <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>   | - | - | X | X | - |
| <i>Nardetea strictae</i>         | - | - | X | - |   |
| <i>Epilobietea angustifolii</i>  | - | - | X | - | X |

## 9 priedas. Autorės publikacijų sąrašas

Gaidamavičius A., Stančikaitė M., Kisielienė D., Mažeika J., **Gryguc G.**, 2011. Post-glacial vegetation and environment of the Labanoras Region, East Lithuania: implications for regional history. *Geological Quarterly* 55 (3), 269–284.

**Gryguc G.**, Kisielienė D., Stančikaitė M., Šeirienė V., Skuratovič Ž., Vaitkevičius V., Gaidamavičius A., 2013. Holocene sediment record from Briaunis palaeolake, Eastern Lithuania: history of sedimentary environment and vegetation dynamics. *Baltica* 26 (2), 121–136.

Zernitskaya V., Stančikaitė M., Vlasov B., Šeirienė V., Kisielienė D., **Gryguc G.**, Skipitytė R., 2014. Vegetation pattern and sedimentation changes in the context of the Lateglacial climatic events: Case study of the Staroje Lake (Eastern Belarus). *Quaternary International* xxx, 1–13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.06.045>

Stančikaitė M., Šeirienė V., Kisielienė D., Martma T., **Gryguc G.**, Zinkutė R., Mažeika J., Šinkūnas P., 2014. Lateglacial and early Holocene environmental dynamics in northern Lithuania: A multi-proxy record from Ginkūnai Lake. *Quaternary International* xxx, 1–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.036>

Veski S., Seppä H., Stančikaitė M., Zernitskaya V., Reitalu T., **Gryguc G.**, Heinsalu A., Stivrins N., Amon L., Vassiljev J., Heiri O., 2014. Quantitative summer and winter temperature reconstructions from pollen and chironomid data between 15 and 8 ka BP in the Baltic–Belarus area. *Quaternary International* xxx, 1–8. doi:10.1016/j.quaint.2014.10.059

## 10 priedas. Pranešimų tezės mokslinėse konferencijose

**Gryguc G.**, Kisielienė D., Stančikaitė M., Daugnora L., Blaževičius P., **2011**. Complex bioarchaeological investigations in Vilnius lower castle: history of urban environment. *4th International Conference of the Polish Association for Environmental Archaeology*. September 5–10, 2011, Gdańsk, Poland.

**Gryguc G.**, Stančikaitė M., Kisielienė D., Šeirienė V., **2011**. Development of Šventas lake throughout Holocene according to palaeobotanical data. *1st Biotic response to climate change in cold climates (BioCold)*. September 28–30, Palmse, Estonia.

**Gryguc G.**, Stančikaitė M., Kisielienė D., Šeirienė V., **2011**. Augalijos raida Švento ežere ir jo apylinkėse per pastaruosius 11500 metų paleobotaninių tyrimų duomenimis. Bioateitis: gamtos ir gyvybės mokslų perspektyvos. Gruodis 7d., Vilnius.

**Gryguc G.**, Stančikaitė M., Kisielienė D., Šeirienė V., **2012**. Post-glacial environmental changes in Šventas lake region. *INTIMATE INTEGRATING Ice core, Marine and TERrestrial records: Climate and environmental change from 60,000–8000 years ago, INTIMATE Workshop*. March 25–28, De Lutte, The Netherlands.

**Gryguc G.**, Gaidamavičius A., Stančikaitė M., **2012**. Post-glacial environmental variations in Verpstinis lake, Eastern Lithuania. 2st Biotic response to climate change in cold climates (BioCold) workshop, April 25–27, Kernavė, Lietuva.

Gaidamavičius A., Stančikaitė M., Kisielienė D., Mažeika J., **Gryguc G.**, **2012**. Post-glacial environmental of Lithuania: new data from

paleobotanical investigation. *2st Biotic response to climate change in cold climates (BioCold) workshop*. April 25–27, Kernavė, Lietuva.

**Gryguc G., 2013.** Post-glacial environmental changes derived from the lake sediments of the Eastern part of Lithuania. *BioCold Workshop*, April 23–26, Tovetorp, Sweden.

Kisielienė D., Stančikaitė M., Zabiela G., **Gryguc G., 2013.** Archaeobotanical data from Klaipėda Castle (west Lithuania): peculiarities of the subsistence economy and environmental pattern. *16th Symposium of the International Work Group for Palaeoethnobotany*. June 17–22, Thessaloniki, Greece.

**Gryguc G., Gaidamavičius A., Stančikaitė M., 2013.** Post-glacial environmental variations in Verpstinis Lake, Eastern Lithuania. *PERIBALTIC (Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, south Eastern Lithuania), International Field Symposium*. June 25–30, Vilnius - Trakai, Lithuania.

Skipitytė R., Stančikaitė M., Kisielienė D., Šeirienė V., Šinkūnas P., Kazakauskas V., Katinas V., Mažeika J., **Gryguc G., Gaidamavičius A., 2013.** The Late Weichselian Interstadial in SE Lithuania: multi-proxy approach. *PERIBALTIC (Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, south Eastern Lithuania), International Field Symposium*. June 25–30, Vilnius - Trakai, Lithuania.

Stančikaitė M., Zernitskaya V., Kisielienė D., **Gryguc G., 2013.** The Lateglacial vegetation pattern: from Belarus to the Eastern Baltic. *PERIBALTIC (Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, south Eastern Lithuania), International Field Symposium*. June 25–30, Vilnius-Trakai, Lithuania.

**Gryguc G., Stančikaitė M., Kisielienė D., Šeirienė V., Šinkūnas P., Kazakauskas V., Katinas V., Mažeika J., Skipitytė R., Gaidamavičius A., 2013.** Vėlyvojo ledynmečio aplinkos raidos bruožai pietryčių Lietuvoje: Ūla-1 atodangos pavyzdžiu. *Bioateitis: gamtos ir gyvybės mokslų perspektyvos*. Gruodis 11d., Vilnius.

**Gryguc G., Stančikaitė M., Mažeika J., Gaidamavičius A., 2014.** Postglacial environment in the eastern Lithuania: multi-proxy approach. *The Baltic Sea a Mediterranean of North Europe*. June 4–6, Gdańsk, Poland.

Kisielienė D., Stančikaitė M., Šeirienė V., **Gryguc G., Skipitytė R., 2014.** Late-glacial climatic events and chronology of environmental development in south-east Lithuania. *The Quaternary of the Urals: global trends and Pan-European Quaternary records, INQUA - Section on European Quaternary Stratigraphy*. September 10–16, Ekaterinburg, Russia.