

EŽERO BASEINO IR APYEŽERIO ĮTAKA ORGANOGENINIO ATABRADO RAIDAI

Rita Linkevičienė, Julius Taminskas, Rasa Šimanauskienė
Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223, Vilnius
El. paštas: rita.linkeviciene@geo.lt; julius.taminskas@geo.lt;
rasa.simanauskiene@geo.lt

Įvadas

Ežero organogeninio atabrado formavimasis yra nauja ir daugiaplanė problema, kurią turėtų tyrinėti ne viena mokslo sritis. 2001–2003 metais šia tema dirbo įvairių sričių mokslininkai, vykdydami kompleksinį mokslo tyrimo projektą *Ežerų kranto zonos žemėnaudos įtaka organogeninio atabrado formavimuisi*. Buvo surinkta duomenų apie ežero hidrofizinius, hidrocheminius ir hidrobiologinius rodiklius, atabrado nuosėdų geochemiją ir granulometriją, kompleksiskai ištirta eulitoralės, apyežerio ir ežero baseino augalija, hidrologiniai ir morfologiniai rodikliai, žemėnaudos struktūra bei nagrinėtas jų poveikis organogeninio atabrado susidarymui. Tačiau norint giliau pažinti organogeninio atabrado formavimosi dėsninumus ir visos limnologinės sistemos raidą reikėtų dar išplėsti tyrimus ir surinkti įvairesnę faktologinę medžiagą, pradedant organinės medžiagos produkavimu ir baigiant jos destrukcija ar kvazistacionaria akumuliacija.

Šiame straipsnyje, remiantis pirminiais tyrimais, pabandyta apžvelgti bendruosius organogeninio atabrado formavimosi dėsninumus bei išanalizuoti ežero baseino ir apyežerio žemėnaudos įtaką šiam procesui. Pabrėžtina, kad šie tyrimai yra tik pirminės stadijos, todėl tyrimų rezultatai iškelia daugiau klausimų, nei duoda vienareikšmių atsakymų. Daugeliui tyrinėjimų rezultatų reikalingos kartotinės patikros: faktinių duomenų, surinktų skirtingomis meteorologinėmis sąlygomis, tyrimų ežeruose su skirtingomis baseinų morfometrinėmis charakteristikomis, žemėnaudos struktūra ir kt. Atliekant tyrimus išryškėjo, kad yra labai mažai duomenų arba visai netyrinėti kai kurie procesai, vykstantys eulitoralėje ir atabrado zonoje, pavyzdžiui, organinės medžiagos destrukcijos priklausomybė nuo vandens lygio svyravimo, mikroklimato ir hidrofizinių rodiklių kaita eulitoralėje, įvairios organinės medžiagos (žiedadulkių, skirtingų medynų nuokritų, žolinės augalijos ir kt.) destrukcijos intensyvumas eulitoralėje ir litoralėje bei kiti klausimai. Taigi šio straipsnio tikslas – apibendrinti ežero baseino, kranto zonos žemėnaudos pokyčius ir jų poveikį organinės medžiagos susidarymui, pernašai, destrukcijai ir akumuliacijai.

Darbui iškelti uždaviniai:

- įvertinti ežero baseino, apyežerio ir eulitoralės žemėnaudos kaitą XX a. ir jos poveikį organogeninio atabrado formavimuisi;
- atlikti medynų ir organinės medžiagos ežero pakrantėje lyginamąją analizę;
- įvertinti gamtos saugos priemonių poveikį organogeninio atabrado susidarymui.

1. Metodika

Straipsnyje pateikti apibendrinti duomenys, kuriuos 2001–2003 m. surinko Geologijos ir geografijos instituto Klimato ir vandens sistemų skyriaus darbuotojai.

Apyežerio žemėnaudos retrospektyvinė analizė apima Balsio ir Gulbino (Vilniaus m.), Spėros (Širvintų r.), Duobulio ir Kreivąjį ežerus (Molėtų r.). Ji atlikta pagal kartografinę medžiagą: topografinius žemėlapius (1915 m., M 1:25 000), aerofotonuotraukas (1952–1970 m.) ir miškotvarkos planus (2000 m., M 1:10 000). Apyežerio riba nustatyta pagal reljefą, įvertinus iš kokios teritorijos tiesiogiai į ežerą gali patekti šlaitinė nuoplova. Apyežerio plotas apskaičiuotas iš 1:10 000 mastelio miškotvarkos planų. Įvairių tipų žemėnaudos (miško, pievų ir bendras apyežerio) plotai perskaičiuoti proporcingai šiam plotui remiantis ankstesne kartografinė medžiaga.

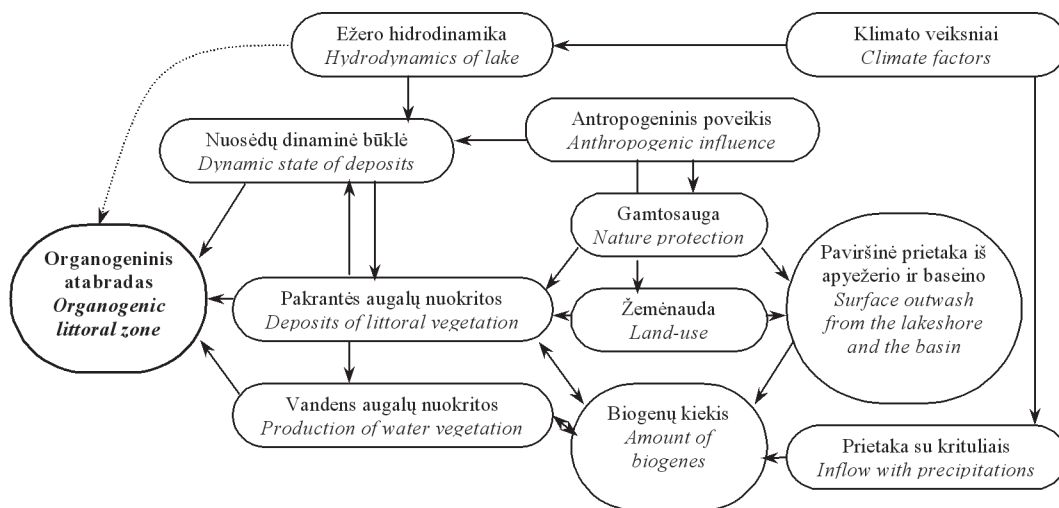
Augalijos poveikis organogeninio atabrado formavimuisi vertintas Balsio ir Gulbino ežeruose, nustatant nuokritų absoliutų sausosios medžiagos kiekį (t/m.) bei vidutinį nuokritų sausosios medžiagos kiekį (t/ha/m.). Eulitoralės riba nustatyta pagal daugiametį vandens lygio svyravimą.

2. Bendrieji organogeninio atabrado formavimosi principai

Organogeninis atabradas formuojasi ežero pakrantėje kaupiantis ir yrant organinei medžiagai. Didžioji dalis šių liekanų susidaro iš atabrado augančių makrofitų bei eulitoralės ir apyežerio augalijos kasmetinių nuokritų. Pratakiuose ežeruose šiam procesui poveikio turi ir iš baseino atnešamas ištirpusių biogenų kiekis bei nesuirusi organinė medžiaga. Apyežerio reljefas, mikroklimato sąlygos ir metinis ežero vandens lygio svyravimas lemia organinių liekanų kaupimosi sąlygas: sausuminėje pakrantės dalyje ir nuosėkio metu eulitoralėje atsidengusios organinės nuosėdos išdžiūva, greičiau mineralizuojasi, dalis jų vėjo ir vandens išnešama iš atabrado. Priekrantinių nuosėdų, tarp jų ir organinių liekanų, kaupimąsi lemia ežero atabrado dinaminė būklė: abraduojamose, perklostomose ežero kranto atkarpose nuosėdos nuolat maišomos, dalis jų išnešama į gilesnes ežero dalis, tuo tarpu į akumuliacinį atabrada patekusi medžiaga, priklausomai nuo priekrantinių srautų galios, daugiausia suklostoma įvairiose atabrado vietose. Nuo ežero atabrado dinaminės būklės priklauso ir makrofitų juostų formavimasis. Dar vienas labai svarbus organogeninio atabrado raidos veiksnys – į ežerą ir jo atabrada patenkančių biogeninių medžiagų kiekis, nuo kurio priklauso ir vandens, ir pakrantės augalijos bioproduktyvumas (1 pav.).

Lietuvos gamtinėmis sąlygomis į ežerus dažniausiai organinės medžiagos patenka daugiau nei išnešama su nuotėkiu ar ji spėja mineralizuotis. Kvartero nuogulų dengiamuose, gausiai kritulių maitinamuose baseinuose formuojasi gana vešli augmenija, tankus hidrografinis tinklas bei nemaži reljefo nuolydžiai didina paviršinę nuoplovą ir medžiagų transportą link reljefo duburių, kuriuose dažnai telkšo ežerai. Dauguma negilių Lietuvos ežerų (92% batimetriškai tirtų ežerų vidutinis gylis neviršija 10 m, 39% – 3 m) pagal hidrobiologines sąlygas yra eutrofiniai, ne tokie maistingi yra tik giliausieji, mažesnę antropogeninę apkrovą patiriantys bei šiuolaikinių geomorfologinių procesų (pvz., karsto) suformuoti „jauni“ ežerai. Be palankių gamtinių sąlygų, biogenų kiekio didėjimą ežeruose bei eutrofikacijos procesus labai paspartino XX a. viduryje sparti žemės ūkio bei pramonės plėtra ir tuo metu dar menkai sprendžiamos gamtosaugos problemos. Didėjanti organinių medžiagų prietaka iš baseino, intensyvėjanti ežerų eutrofikacija ir dažnai sutrikdyti natūralūs hidrodinaminiai procesai sudarė palankias sąlygas intensyviai formuotis organogeniniam ežerų atbradui.

Su šlaitine nuoplova bei vandens prietaka į ežerą patenkantys biogenai didina makrofitų bei fitoplanktono produktyvumą. Jeigu organikos prietaka į ežerą viršija jos destrukcijos intensyvumą, ežeras senėja: palaiptui užželia ir virsta pelke. Klimatinių, mikroklimatinių sąlygų, hidrodinaminių procesų ežere ir ypač litoralėje, vandens ir organikos balanso pokyčiai



1 pav. Organogeninio atabrado formavimosi veiksniai.

Fig. 1. Factors influencing the formation of organogenic littoral zone.

gali sutrikdyti tokią ežero raidą, paspartindami jo eutrofikaciją arba, atvirkščiai, vėl sugrąžindami ežerą į ankstesnę brandos tarpsnį.

Ežerai, jų pakrantės naudojamos seniai. Žmogaus santykis su ežeru keitėsi priklausomai nuo gyvenamosios. Anksčiau žmonės pasyviai naudojo ežerų teikiamomis galimybėmis, ekstensyvi ūkinė veikla baseine beveik netrikdė natūralios ežero raidos ir gamtinių funkcijų. Daugiau duomenų apie ežerų ir apyežerių būklę, pagrįstų instrumentiniais matavimais, turima nuo XX a. pradžios. Tuomet Lietuvos ūkyje svarbią vietą užėmė ekstensyvi žemdirbystė. Plėtojant šią veiklą buvo įsisavinamos ir mažiau žemės ūkiui tinkamos ežerų pakrantės, didelė dalis kasmetinės žolinės produkcijos ir menkaverčių medžių buvo pašalinami iš apyežerio. Ekstensyvios žemdirbystės lemiamą biogenų prietaką iš baseino taip pat buvo minimali. Maždaug 3-e XX a. dešimtmetyje žemės ūkis pradėjo intensyvėti: pradėta sausinti organinius dirvožemius, naudoti mineralines trąšas, didėjo biogenų ir organinės medžiagos prietaka iš baseino. Šie procesai dar paspartėjo 7–9 dešimtmečiais, kuomet ežerų pakrantės nustota naudoti ekstensyviai žemės ūkiui, intensyvi žemės ūkio veikla plečiama baseinuose, ežerų pakrantėse atsiranda taškinės taršos šaltinių. Kita vertus, baseino hidrografiniai pokyčiai, vandens lygio reguliavimas pakeitė vandens apykaitos ir lygio sezoninį svyravimą, hidrodinaminę pakrantės nuosėdų perklostymą bei organinių medžiagų mineralizaciją. Intensyvėjant ūkinei veiklai bei įvairėjant žmonių poreikiams ežerų bei apyežerių funkcinis pritaikymas plėtėsi: be tradicinio naudojimo žvejybai, ežerai tapo vandens talpyklomis hidroenergetikos bei melioracijos įmonėms, aušintuvais įvairių pramonės šakų technologiniuose cikluose, nuotekų priimtuvais ir pan. Iki pat paežerių nusidriekė žemės ūkio naudmenų bei ganyklų plotai. Visų šių paminėtų ir nepaminėtų ežerų bei jų baseinų funkcijų atsiradimas lėmė tai, kad „žmogiškasis faktorius“ tapo labai svarbus tolesnei ežerų raidai.

Siekiant sulėtinti ežerų eutrofikacijos procesą, mažinti biogenų prietaką, imta riboti ūkinę veiklą ežerų pakrantėse: įteisintos vandens telkinių apsaugos juostos ir zonos ir griežtai reglamentuotas jų naudojimas. Praėjusį dešimtmetį intensyvaus žemės ūkio laikotarpis baigėsi, svarbesnis tapo ežerų ir jų pakrančių naudojimas rekreacijai. Dėl rekreacinės veiklos didėja mechaninis pakrantės nuosėdų permaišymas. Kita vertus, aplinkosaugos reikalavimai, ribojantys teršalų patekimą iš žemės ūkio naudmenų bei taškinės taršos objektų į vandens telkinius, kartu riboja ir intensyvią veiklą pakrantėse, stabilizuodami atabrado nuosėdas ir

suformuodami krūmynus bei organinių nuosėdų storumę eulitoralėje.

Taigi organogeninių atabrado raida ežeruose priklauso nuo daugybės įvairiomis kryptimis veikiančių veiksnių, kurių pusiausvyra nuolat kinta tiek laike, tiek erdvėje, kartu keisdama ir pakrančių būklę. Antropogeninis poveikis ežerams ir jų atbradams ateityje tikrai nemažės. Todėl aktualesnė problema yra ne šios įtakos ribojimas (nors ir šis ribojimas, pavyzdžiui, vandensauginių juostų nustatymas, jau yra antropogeninis poveikis), bet darnus funkcinis naudojimas, padedantis išsaugoti ežerų gamtines vertybes, ūkinį potencialą bei rekreacinį ir estetinį patrauklumą.

3. Ežero baseino, apyežerio ir eulitoralės žemėnaudos poveikis atabrado raidai

Ežero ir pakrantės augalijos bioproduktyvumą, be kitų veiksnių, lemia ir ežero baseino, apyežerio ir eulitoralės žemės naudmenų struktūra bei jos kaita. Čia per metus susidarančios organinės medžiagos nėra iki galo mineralizuojamos arba pašalinamos iš ežero aplinkos, todėl jos su eroziniais produktais ir tekančiu vandeniu upėmis bei su krituliais patenka į ežerą.

Iš baseino į ežerą patenkantis biogenų kiekis priklauso nuo ežero mitybos sąlygų bei baseino geocheminių rodiklių ir ūkinio naudojimo. Intensyvios žemės ūkio veiklos metais (XX a. 8–9 dešimtmečiai) Lietuvos ežeruose bendrojo azoto koncentracija siekė 6 mg/l, o bendrojo fosforo – 0,8 mg/l (Taminskas, 2001). Geriausi biogenų akumuliatoriai yra vešlios augmenijos plotai (miškai, pievos, ganyklos), todėl su paviršine nuoplova didžiausias biogenų kiekis iš baseino į ežerą patenka iš urbanizuotų ir (ar) agrarinių teritorijų (ypač dirbamų laukų). Lyginant Balsio, Gulbino, Spėros, Duobulio bei Kreivojo ežerų baseinus, paaiškėjo, jog labiausiai antropogenizuotas yra Gulbino baseinas – daugiau nei trečdalį (33,85%) baseino ploto užima užstatytos arba rengiamos užstatyti teritorijos. Daugiausia ariamos žemės taip pat yra Gulbino (20,7%) bei Spėros (17,2%) ežerų baseinuose. Taigi pastarieji ežerai išsiskiria didesniu biogenų prietakos potencialu, nei Balsio (dirbamos žemės – 5,2%), Duobulio (0%) ar Kreivojo (0%) ežerų baseinai. Tiesioginį paviršinės nuoplovos poveikį Gulbino bei Spėros ežerams sustiprina ir tai, jog dirbami laukai tiesiogiai siekia ežerą (šiaurinė Spėros ežero dalis) ar intakus (Gulbino ežero vakarinė dalis).

Vis dėlto didžiausią poveikį ežerų trofiškumui turi apyežerio bei eulitoralės zonos besiformuojanti žemėnaudos struktūra. Šiose zonose, kaip ir visame baseine, fitocenozės atlieka svarbų barjero vaidmenį, kaupdamos biogenus bei taip neleisdamos tiesiogiai į ežerus patekti eutrofikaciją skatinančioms medžiagoms. Kita vertus, ežerų pakrančių apaugimas krūmais ir medžiais turi ir negatyvų poveikį. Lapų, spyglių, šakų, žolinės augalijos nuokritos, patekusios į vandens telkinius, didina atabrado zonos bioproduktyvumą bei organinių medžiagų kiekį. Lyginant su kitais žemėveiksiais, fitomasės prieaugis miškuose yra didžiausias, metinis prieaugis siekia 9,7 t/ha, tuo tarpu žemės ūkio naudmenų – 8,2, pelkių – 7, krūmų – 6,5 t/ha (Bumblauskis, 1988). Vadinasi, daugiausia biogeninių medžiagų su paviršine nuoplova į ežerą patenka iš mišku apaugusių apyežerio bei eulitoralės zonų.

Tirtųjų ežerų eulitoralėse (miškų 59–100%) ir apyežeriuose (miškų 91–100%) vyrauja miškingos teritorijos, išskyrus Spėros apyežerį, kur medynai užima tik 26,9% ploto. Todėl tyrimų metu ypač svarbu buvo įvertinti miškų poveikį organogeninio atabrado susidarymui.

Apyežeryje bei eulitoralėje augančių medynų nuokritų absoliutus sausosios medžiagos kiekis (t/m.) bei vidutinis nuokritų sausosios medžiagos kiekis (t/ha/m.) buvo apskaičiuojamas dviem skirtingais skaičiavimo metodais (Ežerų..., 2002; Jodinskaitė, 2002). Lyginant, rininės (Balsys, Gulbinas) bei ledo luisto guolio (Spėra, Duobulis, Kreivasis) kilmės ežerų eulitoralės

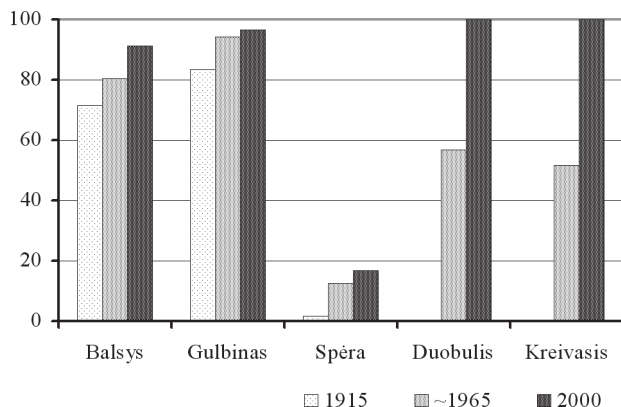
bei apyežerio tyrimo rezultatus, išryškėjo bendrieji dėsningumai, atskleidžiantys tendencinę medinės augalijos poveikį organogeninio atabrado formavimuisi.

Nagrinėtų ežerų apyežeriuose ryškia persvara (išskyrus Spėros apyežerį) turi spygliuočiai medžiai (vyrauja pušynai). Kadangi nuokritų sausosios medžiagos kiekis (t/m.) yra tiesiogiai proporcingas medynų užimamam plotui, natūralu, jog spygliuočių medynai ir suformuoja didžiausią nuokritų kiekį (t) per metus. Kita vertus, apskaičiavus vidutinį nuokritų sausosios medžiagos kiekį (t), tenkantį ploto vienetui (ha), paaiškėjo, jog, nepaisant spygliuočių medžių užimamo ploto, visuose apyežeriuose didžiausias vidutinis nuokritų kiekis (t/ha/m.) susiformuoja po lapuočiais (ypač po beržynais, liepynais).

Tyrimų metu daug dėmesio buvo skirta detalioms eulitoralės studijoms, kadangi iš šios periodiškai užliejamos zonos kasmet į ežerą patenkančių maisto medžiagų kiekis yra didžiausias. Didžiausią visų ežerų eulitoralės plotą užima lapuočiai medynai (Spėros eulitoralėje net 100%), formuojantys tiek didžiausią metinį nuokritų kiekį (t/m.), tiek nuokritų kiekį, tenkantį ploto vienetui (t/ha/m.). Pagal pastarąjį rodiklį, tirtųjų ežerų eulitoralėje vyrauja beržynai, liepynai bei juodalksnynai.

Norint prognozuoti biogeninių medžiagų prietaką į ežerą bei organogeninio atabrado formavimąsi, į tirtųjų ežerų pakrantės miškų vystymąsi buvo pažvelgta iš istorinės perspektyvos. Dabartinė situacija apyežeriuose buvo įvertinta pagal 2000 m. Valstybinio miškotvarkos instituto sudarytus planus, o eulitoralės zonose – lauko tyrimų metu. XX a. 6–7 dešimtmečių žemėnauda užfiksuota aerofotonuotrukose: Duobulio ir Kreivojo ežerai patenka į 1952 m. nuotrauką, Balsys ir Gulbinas – į 1969 m., Spėra – į 1970 m. XX a. pirmųjų dešimtmečių žemėnauda galima apytiksliai įvertinti pagal 1915 m. vokiečių sudarytus topografinius žemėlapius.

Atlikus detalesnę apyežerių žemėveikslių kaitos XX a. analizę, paaiškėjo, jog miškų plotas tirtųjų ežerų apyežeriuose XX a. didėjo (2 pav.). Rininių Gulbino ir Balsio ežerų šlaitai miškais buvo apaugę ir XX a. pradžioje, todėl miškų plotas čia nelabai padidėjo (13–20%), ypač turint omenyje tai, kad buvo naudojama nevienoda kartografinė medžiaga. Spėros apyežerio pietinėje dalyje 1915 m. žemėlapyje pažymėtas tik vienas nedidelis miško plotelis (beje, pagal 1929–1934 m. Lietuvos karo topografijos skyriaus atliktus matavimus išleistame 1:100 000 mastelio žemėlapyje, matyt, dėl generalizacijos, nepažymėtas ir šis plotelis). Vėliau miškas plėtėsi užimdamas anksčiau buvusios krūmokšniais ir pieva apaugusios pelkės vietą. Pašalusių pievų plotas nuo 1915 iki 1970 metų Spėros apyežeryje sumažėjo beveik perpus. Didžiausi žemėnaudos pokyčiai nustatyti Duobulio ir Kreivojo ežero pakrantėse. Dabar itin miškinguose apyežeriuose XX a. viduryje miškai užėmė tik kiek daugiau nei pusę ploto (2 pav.).



2 pav. Miškų ploto kaita tirtuose apyežeriuose, %.

Fig. 2. Changes of forested areas in the lakeshore, %.

Galima išvelgti dvi pagrindines tokių žemėnaudos pokyčių priežastis. Viena vertus, miškais buvo užleidžiamos žemės ūkiui netinkamos dirvos ir pievos. XX a. viduryje, keičiantis žemės valdymo ir dirbimo formoms, dirbamų laukų plotai buvo stambinami, ir kalvotų (kaip Duobulio ir Kreivojo ežero) bei pelkėtų (kaip Spėros) apyežerių panaudojimas žemės ūkiui tapo nerentabilus. Šią tendenciją dar sustiprino vandens telkinių apsaugos zonų ir juostų įteisinimas, įstatymiškai apribojęs ūkinę veiklą apyežerio bei eulitoralės zonos.

Taigi XX amžiuje Balsio, Gulbino, Spėros, Duobulio ir Kreivojo ežerų pakrantėse miškų plotai išsiplėtė, kartu padidėjo ir bendras apyežerio bei eulitoralės produktyvumas, susiformuojantis organinių nuokritų kiekis. Tai patvirtina ir atlikti skaičiavimai, jog tirtųjų ežerų apyežeryje bei eulitoralėje nuokritų kiekis ploto vienetui per metus yra didžiausias po lapuočių medynais (ypač beržynais, liepynais, juodalksnynais), užimančiais santykinai nedidelius medynų plotus, lyginant su spygliuočiais. Tuo remiantis galima daryti išvadą, jog didžiausią poveikį ežerų eutrofikacijai bei organogeninio atabrado formavimuisi daro lapuočių miškai (beržynai, liepynai, juodalksnynai) – didėjant šių medynų plotui, didės ir juose susidarantių nuokritų kiekis, kas savo ruožtu spartins organogeninio atabrado formavimąsi.

4. Organinės medžiagos kiekio atabrado priklausomybė nuo pakrantės medynų

Siekiant nustatyti konkrečių tipų medynų poveikį organogeninio atabrado raidai buvo atlikta Balsio ir Gulbino ežerų pakrantės medynų ir organinės medžiagos kiekio atabrado lyginamoji analizė.

Organinės medžiagos kiekio dalis nuosėdose įvairiose Balsio eulitoralės atkarpose svyruoja plačiame diapazone, nuo mažiausio – <5% pietinėje, labiausiai antropogenizuotoje, ežero dalyje (31, 32, 33 ploteliai) iki maksimalaus – >20% šiaurietinėje ir šiaurinėje ežero dalyse (7, 15, 16, 17 ploteliai; 3 pav.).

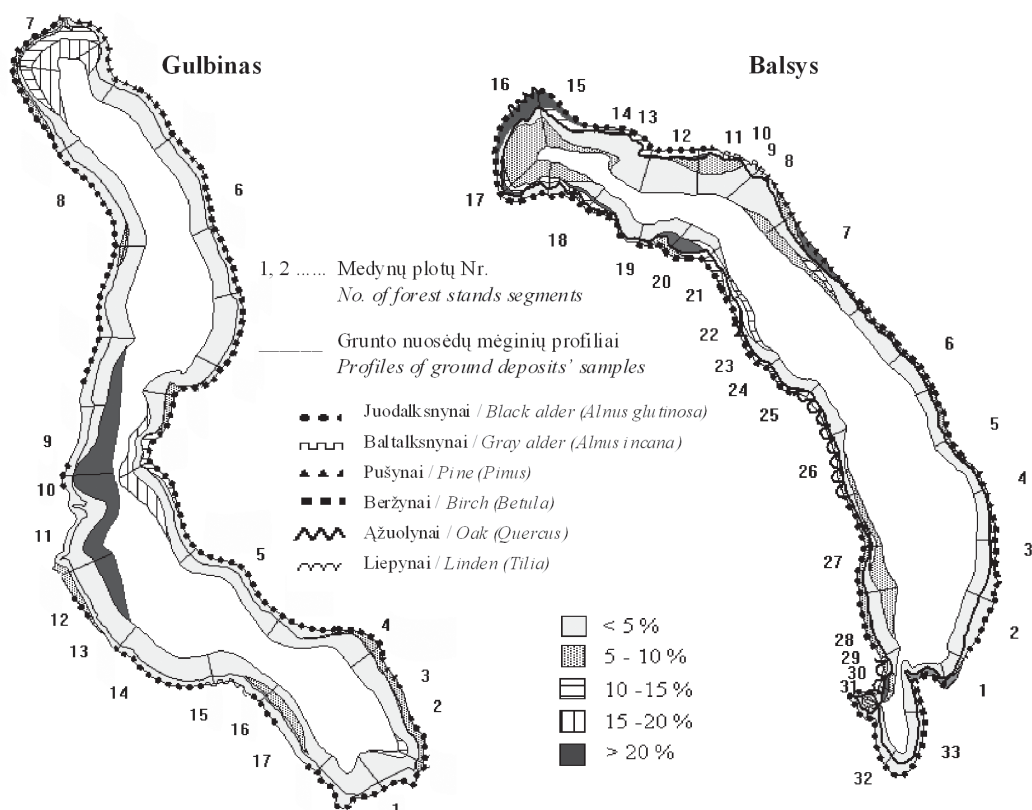
Medynų suformuotų nuosėdų, kartu ir organinės medžiagos kaupimąsi eulitoralėje būtų galima sieti ne tik su medynų užimamais plotais, bet ir su jų skalsumu bei ežero pakrančių reljefu. Balsio eulitoralėje mažiausius plotus užima baltalksnynai (0,0075 ha) bei ąžuolynai (0,0575 ha), tačiau jų nuokritos suformuoja vidutiniškai didžiausią organinės medžiagos kiekį (atitinkamai 13,27% ir 16,53%). Tai galima paaiškinti priekrantės reljefo pobūdžiu: nuolydžiai šiaurinėje ežero dalyje augančiuose ąžuolynuose (31 plot., 3 pav.) yra nedideli, ežero krantai lėkšti, ši ežero dalis pelkėta.

Organinės medžiagos ties baltalksnynų augavietėmis (8, 10 plot., 3 pav.) į Balsio ežerą patenka su intako nešmenimis, todėl galima teigti, jog ties ąžuolų bei baltalksnių medynais Balsio priekrantėje nedidelė paviršinė nuoplova lemia didelius organikos kiekius, besiformuojančius eulitoralės zonoje.

Didžiausius plotus Balsio eulitoralėje užima nemažo skalsumo beržynai bei juodalksnynai, todėl vidutinis organikos kiekis po šiais medynais yra vienas didesnių (atitinkamai 12,42% ir 7,62%; 4 pav.). Nagrinėjant apaugusias šiais medynais atskiras eulitoralės atkarpas, vėlgiai išryškėja pakrantės reljefo bei krantų vingiuotumo įtaka organikos kaupimuisi. Pietrytinėje bei rytinėje ežero dalyse, kur krantai statūs bei mažai vingiuoti, po šiais medynais organikos kiekis tesiekia 5–10%, tuo tarpu šiaurinėje, šiaurvakarinėje bei vakarinėje Balsio pakrantėse, kur didesnis krantų vingiuotumas bei nedidelė paviršinė nuoplova, didesni kiekiai organikos turi tendenciją susilaikyti ežero priekrantėje, neišnešant jos į ežero gilumą. Mažiausiomis vidutinėmis organikos reikšmėmis išsiskiria pušynai (4,63%) ir liepynai (4,1%), užimantys vienus mažiausių plotų Balsio eulitoralėje bei dažniausiai formuojantys retmiškius.

Balsio ežero litoralėje (1 m gylyje) visų medynų poveikio zonos ploteliams būdinga

organinės medžiagos kiekio mažėjimo tendenciją. Ši reiškinį, matyt, galima sieti su ežero hidrodinamika (bangavimas, priekrantinės srovės, vandens lygio svyravimas) bei žmogaus veikla (maudymasis, plaukiojimas valtimi, žvejiojimas ir pan.). Minėti veiksniai, išjudinantys bei išmaišantys litoralės zonoje esančias nuosėdas, kartu riboja ir organinių medžiagų kaupimąsi ežero atabradoje. Balsio ežere, 1m gylyje, maksimalūs organikos kiekiai (>20%) nustatyti tik šiaurvakarinėje dalyje, beržynais ir juodalksnynais apaugusiose eulitoralės atkarpose (17, 18, 20 plot.; 3 pav.). Tai galima sieti su šioje dalyje vyraujančiu labai vingiuotu krantu ir mažu bangavimu regione vyraujančių vakarų ir pietvakarių krypties vėjui: iš eulitoralės zonos pakliuvusios medynų nuokritos kaupiasi ramiuose ežero įlinkiuose, kartu formuodamos gausią organiką.

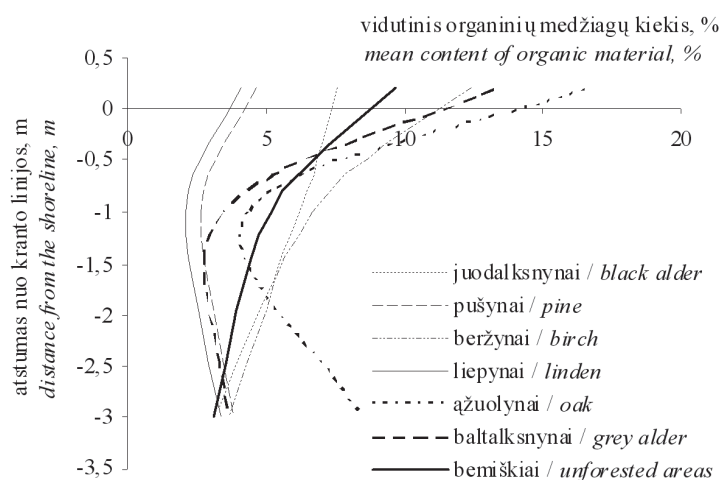


3 pav. Organinės medžiagos pasiskirstymo Gulbino ir Balsio ežerų kranto zonoje schema.
Fig. 3. The scheme of the distribution of organic material in the littoral zone of Balsys Lake.

Einant gilyn, ežero dubens šlaito zonoje (3 m gylyje), daugumos medynų nuokritų vidutinis organikos kiekis turi tendenciją didėti (4 pav.), ypač Balsio šiaur rytinėje, šiaurvakarinėje bei vakarinėje dalyse. Vakarinėje dalyje (27, 28 plot.; 3 pav.) tai galima sieti su stačiais ežero krantais bei didele paviršine nuoplova, lemiančia medynų nuokritų išnešimą į ežero gilumą bei organinių medžiagų padidėjimą ežero dubens šlaito zonoje. Tuo tarpu šiaurvakarinėje ežero dalyje, vyraujant lėkštiems ežero krantams bei apipelkėjusioms pakrantėms, ežero dubens zonoje organinės medžiagos padidėja iki 8,36% (ąžuolynuose) ir tai greičiausia susiję su lėtesniais hidrodinaminiais procesais.

Gulbino ežero eulitoralėje organinės medžiagos grunte aptinkama tik iki 5%, ir tik kai kuriose atkarpose, kur ežero krantai ne tokie statūs, jos padaugėja iki 15% (pietrytinėje ir

rytinėje ežero dalyse, 2, 3, 4 ir dalis 5 plot.; 3, 5 pav.). Toks mažas organikos kiekis eulitoralėje, matyt, susijęs su dažniau kintančiu vandens lygiu ir didesne vandens lygio svyravimo amplitude, dėl ko organinė medžiaga lengviau pernešama į litoralę bei gilesnę ežero akvatoriją.



4 pav. Organinių medžiagų pasiskirstymas įvairių tipų medynų gruntuose Balsio ežero kranto zonoje.

Fig. 4. Distribution of organic material under the different forest stands in the littoral zone of Balsys Lake.

Didžiausią plotą eulitoralėje užima bemiškės teritorijos (4,50 ha). Tačiau pagal suformuojamą vidutinį organikos kiekį eulitoralėje jas lenkia beržynai. Palyginus po įvairiais medynais susiformuojantį vidutinį organikos kiekį grunte su bemiškėmis Gulbino eulitoralės vietomis, matyti, jog atvirose vietose vidutinis organinės medžiagos kiekis grunte yra 0,1% mažesnis už didžiausią miškingo ploto rodiklį (beržynai). Kita vertus, vakarinėje ežero dalyje (11 plot.; 3 pav.), ties Riešės upelio įtekėjimo bei ištekėjimo vieta, organinės medžiagos kiekis padidėja iki maksimalios vidutinės reikšmės eulitoralėje – 4,57%. Tai, matyt, susiję su upelio nešmenimis, šioje vietoje apipelkėjusiomis pakrantėmis bei netoliese augančiu juodalksnynu.

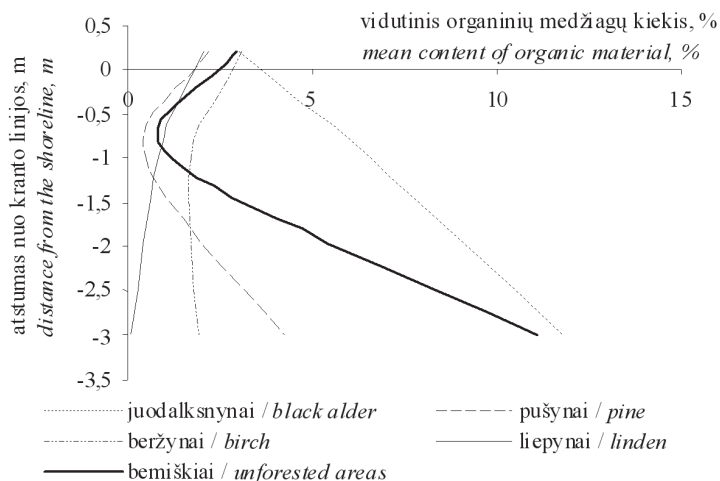
Lyginant po atskirais medynų tipais susiformuojančios organikos kiekius Gulbino eulitoralėje, nustatyta organikos kiekio tiesinė priklausomybė nuo medyno užimamo ploto. Didžiausius plotus eulitoralėje užima juodalksnynai ir beržynai (po 1,57 ha). Panašus ir po šiais medynais susiformuojančios organinės medžiagos kiekis (atitinkamai 3,02% bei 3,08%). Daugiausia organikos susiformuoja rytinėje ežero dalyje juodalksnyuose (5 plot.; 11,14%), kur vyrauja lėkštesni šlaitai bei mažesnė paviršinė nuoplova, lemianti medynų nuokritų kaupimąsi (3, 5 pav.).

Analogiškai Balsio ežerui, mažiausius organinės medžiagos kiekius suformuoja liepynai ir pušynai, ne tik užimantys mažiausius eulitoralės plotus, bet ir esantys nedidelio skalsumo, kartu čia susidaro ir nedaug nuokritų.

Gulbino litoralėje (1 m gylis), kaip ir Balsyje, visų medynų (išskyrus juodalksnyų) poveikio zonosose esantiems ploteliams būdinga vyraujančios organinės medžiagos kiekio mažėjimo tendencija (5 pav.). Vidutinis organinės medžiagos kiekis litoralėje sudaro iki 5% ir tik šiaurinėje (7 ir 8 plot. šiaurinės atkarpos) bei vakarinėje (10 plot.) ežero dalyse jo reikšmės siekia daugiau kaip 20% (3, 5 pav.). Maksimalios reikšmės nustatytos ties juodalksnyų plotais, atitinkamai 29,71% bei 28,03%. Šiaurinėje ežero dalyje tokius didelius organikos kiekius galima sieti su lėtesniais hidrodinamikos procesais, plačiu atabrada bei protaka su pamažu pelkėjančiu Raistelio ežeru.

Vakarinėje ežero dalyje ties nedideliais juodalksnyvais greta įtekančio ir ištekančio Riešės upelio tokiems rodikliams poveikio turi ir kiti veiksniai: 1 m gylyje aptinkami dideli

organikos kiekiai susiję su Riešės upeliu atplukdomomis organinėmis medžiagomis. Lėtėjant srovės greičiui, atneštos medžiagos pamažu nusėda ir plačia juosta pasklinda po visą atabrada, todėl įvertinti tik juodalksnyų nuokritų poveikį grunto organikai yra ganėtinai sudėtinga.



5 pav. Organinių medžiagų pasiskirstymas įvairių tipų medynų gruntuose Gulbino ežero kranto zonoje.

Fig. 5. Distribution of organic material under the different forest stands in the littoral zone of Gulbinas Lake.

Gulbino ežero dubens šlaito zonoje (3 m gylyje), kaip ir Balsio ežere, daugumos medynų nuokritų vidutinis organikos kiekis turi tendenciją didėti (5 pav.); ypač tai būdinga vakarinei ežero dubens šlaito daliai (9, 10, 11 ir 12 kranto zonos žemėnaudų plotelių poveikio sfera). Šie keturi kranto zonos žemėnaudų ploteliai – tai besikaitaliojančios bemiškės ir juodalksniais apaugusios eulitoralės atkarpos. Maksimalios reikšmės juose (atitinkamai plotelių: 26,18%, 38,82%, 26,41% ir 26,41%; 3, 5 pav.) gerokai padidina ir bendras vidutinės organikos kiekio reikšmės, apskaičiuotas to tipo teritorijoms (juodalksnyams bei bemiškėms teritorijoms). Tačiau šioje, vakarinėje, ežero pakrantėje organinių medžiagų prietakai palankias sąlygas sudaro ir Riešės upelis. Pastarojo poveikis jaučiamas net ir rytinių ežero krantų dubens šlaite – Riešės upelio nešmenys maksimalius organinės medžiagos kiekius 3 m gylyje juodalksnytais apaugusiame šlaite (5 plot.) padidina iki 18,70%.

Šiaurinėje ežero dalyje, ties protaka su Raistelio ežeru, 3 m gylyje organikos sumažėja iki 10–15% (3, 5 pav.), tačiau, lyginant jas su viso ežero dubens šlaite, tai nemaži dydžiai, susiję su nedideliu vandens masių judėjimo bei eulitoralėje augančios augalijos nuokritų poveikiu.

Didžiojo ir Mažojo Gulbino ežerų jungties zonoje, juodalksnytais apaugusiame krante (1 plot.) dėl lėtėjančios vandens masių kaitos organinių medžiagų nuo 1 m iki 3 m gylis padidėja iki 15% (3, 5 pav.).

5. Gamtosaugos priemonių poveikis organogeninio atabrado formavimuisi

Gamtosaugos priemonių poveikis ežero organogeninio atabrado formavimuisi išryškėja per jų poveikį biogenų ir kitų teršalų prietakai bei ežero pakrantės naudojimui.

Biogenų ir organinių medžiagų, patenkančių į vandens telkinius dėl ūkinės veiklos, kiekis ribojamas nustatant didžiausias leidžiamas medžiagų koncentracijas ūkio subjektų išleidžiamose nuotekose, nustatant aplink vandens telkinius barjerines zonas, kurios turėtų akumuliuoti chemines medžiagas. Taip pat numatomos ir ilgalaikės ūkio bei technologijų

plėtos strategijos, turėsančios sumažinti į vandens telkinius patenkančių biogenų kiekį. Šios priemonės pradėtos taikyti jau prieš kelis intensyvios ūkio plėtos dešimtmečius, kuomet vandens taršos problema ypač paaštrėjo. 1973 metais priimtame *Lietuvos TSR Vandens kodekse* įteisinti draudimai ūkinėms organizacijoms „mesti, versti arba nuleisti į vandens objektus gamybinės, buitinės ir kitų rūšių atliekas“, įpareigojimai užkirsti kelią naftos, chemijos produktų, trąšų patekimui. Nuleisti nuotekas leidžiama tik tuo atveju, jei dėl to „vandens objekte nepadaugėja teršiančių medžiagų virš nustatytų normų“ ir jei nuotekos yra išvalytos iki nustatytos ribos. Įdiegiant ir tobulinant nuotekų valymo technologijas, cheminių medžiagų, tarp jų ir biogeninių, prietaka į vandens telkinius buvo apribota. Pastaraisiais metais griežti aplinkosaugos reikalavimai keliami bene visų rūšių ūkinei veiklai. Perimant europinius reikalavimus, Lietuvoje numatyta programa įgyvendinti ES *Nitratų direktyvą*, kuria siekiama sumažinti žemės ūkio keliamą vandens taršą.

1982 metais vandens telkinių taršai mažinti įteisintos vandensauginės juostos ir zonos. Vandensauginių juostų atsiradimą galima sieti su Rusijos caro Petro I ar dar ankstesniais potvarkiais, tačiau iki XX a. 9 dešimtmečio apsaugos statusas buvo taikomas tik kai kurioms pakrantėms, daugiausia siekiant išsaugoti vandens telkinių ar pakrantės miškų ūkinį potencialą ar reguliuoti vandens režimą (Pauliukevičius, 2000). Vandens apsauginių juostų bei zonų naudojimą reglamentuoja *Specialiosios žemės ir miško naudojimo sąlygos*. Šių apsauginių teritorijų poveikis organogeninio atabrado formavimuisi yra dvejopas. Viena vertus, apsauginės juostos ir zonos sulaiko iš baseino su šlaitine nuoplova patenkančią išsklaidytą taršą. Tačiau apribojus ūkinę veiklą ežerų pakrantėse, didėja jų užžėlimas menkaverčiais medžiais ir krūmynais bei juose susidarančių nuokritų kiekis. Organogeninio atabrado formavimasi dar paspartina sumažėjęs pakrantės rekreacinis potencialas bei su rekreaciniu naudojimu susijęs mechaninis nuogulų išmaišymas.

Ežerų baseinuose taikomas gamtosaugos priemonės pagal jų poveikį galima skirstyti į dvi grupes: mažinančias taršą ir antropogeninį poveikį bei sukuriančias papildomus teršalų patekimo į ežerus barjerus. Manome, kad antroji gamtosauginių priemonių grupė gali sukelti ir negatyvių pasekmių: teršalų kaupimąsi kitose landšafto zonose, antrinių taršos šaltinių susidarymą, landšafto savivalos potencialą lemiančių fizinių rodiklių kaitą ir kt. Tai taip pat gali skatinti ir organogeninio atabrado susidarymą.

Apibendrinimas

Miškų plotas visų tirtųjų ežerų apyežeriuose per XX a. padidėjo nuo 13 iki 50%. Miškingumo didėjimą XX a. viduryje, keičiantis žemės valdymo ir dirbimo formoms, skatino mažas nederlingų dirvožemių ir kalvotų landšaftų naudojimo žemės ūkyje rentabilumas. Šią tendenciją dar sustiprino vandens telkinių apsaugos zonų ir juostų įteisinimas, įstatymiškai apribojęs ūkinę veiklą apyežerio bei eulitoralės zonose. XX amžiuje, padidėjus ežerų pakrantėse miškų plotui, išaugo ir apyežerio bei eulitoralės produktyvumas, taip pat organinių nuokritų kiekis. Ypač daug nuokritų suformuoja pakrantėje augančių kai kurių lapuočių bendrijos – beržynai, liepynai, juodalksnynai, nors jie, lyginant su spygliuočiais, užima nedidelį pakrančių medynų plotą. Atlikus Balsio ir Gulbino ežerų pakrančių augmenijos bei organinės medžiagos lyginamąją analizę nustatyta, kad didžiausias organikos sankaupas eulitoralės zonoje, ažuolynuose, baltalksnynuose (Balsys), beržynuose (Balsys ir Gulbinas) bei juodalksnynuose (Gulbinas) įtakoja ne tik medynų užimamas plotas, bet ir jų skalsumas bei ežero pakrančių reljefo pobūdis (apipelkėjusios pakrantės, lėkštesni šlaitai, nedidelė šlaitinė nuoplova) ir ežero vandens lygio svyravimas. Balsio ir Gulbino ežerams būdinga bendra tendencija – ryškus

organinės medžiagos kiekio sumažėjimas litoralės zonoje. Tai galima sieti su ežero hidrodinamika (bangavimas, srovės, vandens lygio svyravimas) bei žmogaus veikla (maudymasis, plaukiojimas valtimis, žvejojimas ir pan.) – veiksniais, skatinančiais vandens maišymąsi bei medynų nuokritų išnešimą į ežero gilumą. Balsio ir Gulbino ežero dubens šlaito zonoje organinių medžiagų kiekis, lyginant su litoralės zona, padidėja. Tai, matyt, lemia arba didelė paviršinė nuoplova (statūs ežero krantai), arba lėtesni hidrodinaminiai procesai (lėkštesni ežero krantai), nuo kurių priklauso medynų nuokritų išnešimas į gilesnius ežero horizontus (Balsyje – ties ažuolynais, o Gulbino ežere – ties juodalksnynais bei bemiškėmis teritorijomis).

Aiškiai apibrėžtos ir teisiškai reglamentuotos gamtosaugos priemonės Lietuvos ežerų pakrantėse ir baseinuose pradėtos taikyti XX a. paskutiniais dešimtmečiais. Pagal veikimo principus galima išskirti dvi gamtosaugos priemonių grupes, mažinančias taršą ir antropogeninį poveikį bei sukuriančias papildomus barjerus teršalų patekimui į vandens telkinius. Tikėtina, kad papildomų barjerų sukūrimas gali sukelti ir negatyvių pasekmių: teršalų kaupimąsi kitose landšafto zonose, antrinių taršos šaltinių atsiradimą, nepageidautiną landšafto savivalos potencialą lemiančių fizikinių rodiklių keitimąsi ir kt. Su gamtosaugos priemonėmis susiję aplinkos pokyčiai skatina ir ežerų organogeninių atabrado formavimąsi.

Padėka

Autoriai dėkoja Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui už paramą mokslo tiriamajam darbui *Ežerų kranto zonos žemėnaudos įtaka organogeninio atabrado formavimuisi*.

Gauta 2004-07-12

Literatūra

- Bumblauskis T.** (1988). Organinių medžiagų apykaita landšafte, *Geografijos metraštis* **24**, p. 168–173.
- Ežerų** kranto zonos žemėnaudos įtaka organogeninio atabrado formavimuisi (2002), *Ataskaita*, GGI, BI, VU, VPU, Vilnius, p. 4–30.
- Jodinskaitė R.** (2002). Medynų poveikis organikos kaupimuisi ežerų eulitoralėje, *Geografijos metraštis* **35**, p. 33–43.
- Pauliukevičius G.** (2000). Vandens apsauginiai miškai, Vilnius.
- Taminskas J.** (2001). Bendro fosforo ir azoto kiekio kaita Lietuvos ežeruose, *Geografijos metraštis* **34**(1), p. 31–41.

Julius Taminskas, Rita Linkevičienė, Rasa Šimanauskienė
Institute of Geology and Geography, Vilnius

The influence of the lake basin and the lakeside area on the evolution of organogenic littoral zone

Summary

With the expansion of forested lake shores in the 20th century the productivity of the lakeside and eulittoral zone and the amount of organic deposits have also increased. Though deciduous trees (birch, lime-trees and black alder in particular) account for smaller proportion of forest stands in the

littoral zone of lakes than coniferous trees they produce an especially great amount of organic deposits.

A comparative analysis of vegetation and organic material in the littoral zones of Balsys and Gulbinas lakes revealed that the greatest amounts of organic deposits in the eulittoral oak, grey alder, birch and black alder groves are predetermined not only by the area occupied by forest stands but also by their longevity, lakeshore relief (swampy shores, flat slopes and small down-slope runoff) and lake water level dynamics. A trend of appreciable reduction of organic material in the littoral zones of Balsys and Gulbinas lakes has been observed. This is related, probably, with the hydrodynamics of lakes (waves, currents, water level fluctuations) and human activity (bathing, boating, fishing etc.) stimulating the water mixing and transport of organic deposits to deeper water horizons. The slope zone of the basin is especially rich in organogenic sediments. This is conditioned either by the high runoff (steep lake slopes) or by slow hydrodynamic processes (flat slopes) responsible for transport of organic deposits to deeper lake water horizons.

Clearly defined and legally regulated measures of nature protection were applied in the basins and littoral zones of Lithuanian lakes in the last decades of the 20th century. Two groups of nature protective measures can be distinguished: measures reducing pollution and mitigating the anthropogenic effects and measures creating additional barriers preventing penetration of pollutants into water basins. Creation of additional barriers may have some negative implications: accumulation of pollutants in other zones of landscape, appearance of secondary sources of pollution and unwanted change of physical indices responsible for self-cleaning potential of landscape. Environmental changes entailed by nature protection measures stimulate the formation of organogenic littoral zones in lakes.