

EZERI AINAVĀ

Vizuālai priekšstats par ezeriem republikas iedzīvotāju vairākumam droši vien saistās ar paugurainu apvidu. Ezers pie ezera, ko atdala šaurāka vai platāka uzkalniņu rinda, no kuriem dažus iespaidīgākus vērš mežiem apaugušās nogāzes, - tāds skats paveras no Sauleskalna. Lai arī uz kura kalna Latgales augstienē mēs atrastos, gandrīz no katra vispirms ir pamanāms debesu atspulgs ielejā un tad jau arī pats ezers.

LATVIJAS EZERU AINAVAS

Līdzīga aina vērojama arī Augšzemes augstienē, piemēram, krāšņajā Meduma ezerainē. Turpat netālu - Sventes ezers. Ar to var spēlēt paslēpes bez apnikuma, kā bērnībā. Te tas aiz paugura vai mežu skupsnas, te mēs - aiz ēku pudura vai bērzu birzs uzkalniņa galā. Un tā visus 15 kilometrus, kamēr apbrauc tam apkārt. Viens starp daudzajiem skaistākajiem Latvijas ezeriem, bet vienīgais - starp dzidrākajiem. Pavisam Latgales un Augšzemes augstienēs atrodas vairāk nekā trešā daļa no visiem republikas ezeriem.

Varam pārcelties uz kādu citu no republikas augstienēm un pārlicināties, ka ainava būtiski neizmainās, - atkal pauguri un atkal ezeri. Jo pauguru vairāk un tie raksturīgāki, jo ieplakās starp tiem vairāk ezeru. Šajā ziņā ļoti izteiksmīgas ir Vidzemes Centrālā augstiene, Alūksnes augstiene un Talsu - Tukuma pauguraine Ziemeļkurzemes augstienē. Visas pieminētās augstienes ir ekskursantu iecienītas vietas.

Tāda nu ir ledāja veidotā reljefa īpatnība, ka augstienēs zemes virsma ir stipri saposmota, te vairāk arī ezeru un daudzu upju aizsākumu.

Lielākā daļa augstieņu ezeru atrodas starppauguru ieplakās, bet ne mazums ezeru radies milzīgajās subglaciālajās jeb zemledus vagās un atšķirīgas izcelsmes senajās ielejās. Daļa nelielu ezeriņu saglabājušies termokarsta ieplakās.

Labu ūdensapgādi ezeriem un nepārtrauktību upēm nodrošina palielinātais nokrišņu daudzums augstienēs.

Līdzenumos un zemienēs ezeru ir krietni mazāk, lielākos no tiem arī veidojis ledājs. Izņēmums ir Piejūras zemīne, kuras apmēros prāvie ezeri ir kādreizējās jūras lagūnas. Atšķirībā no glaciālajiem jeb ledāja veidotajiem ezeriem piejūras ezeri atrodami tikai Piejūras zemienē. Tiem ir zemi, necili krasti un ļoti plašs, līdzens pamatbaseins.

Ezera pamatbaseins ir daļa no ūdens sateces baseina, un to veido no ezeram pieguļošām zemēm. Pamatbaseina ūdensšķirtni nosacīti var iedomāties kā līniju, kas novilkta pa reljefa augstākajiem punktiem visapkārt ezeram. Raksturīga pamatbaseina

Īpašība ir tāda, ka virszemes un pazemes ūdeņi no šīs teritorijas satek tieši ezerā, kamēr barotājūdeņi no pārējās sateces baseina daļas ieplūst ezerā ar upēm un strautiem.

Piejūras ezeriem pamatbaseina robežu dabā grūti pamanīt. Turpretim lielākai daļai glaciālo ezeru pamatbaseinu vai tā daļu (lieliem ezeriem) var noteikt samērā viegli. Starppauguru ieplaku ezeriem to veido ieskaujošo pauguru nogāzes un pazeminājumi starp tām. Subglaciālo vagu ezeriem, kuriem raksturīgas ļoti stāvas un augstas krasta nogāzes, pamatbaseins bieži ar tām sakrīt. Apaļajiem vai garenajiem termokarsta ieplaku ezeriem pamatbaseinu veido pēc formas stāvi un viendabīgi vaļņi gandrīz visapkārt ezeram. Ezeriem senajās ielejās pamatbaseini var būt ļoti dažādi: gan nedaudz viļņoti ar dažām stāvākām nogāzēm, gan pārsvarā ar garām un stāvām nogāzēm, gan pavisam lēzenām, bet pagarām krasta nogāzēm.

Ezeru attīstībā pamatbaseinam, kā vienai no ainavas (ainavas ar ezeru) ekoloģiskajām sastāvdaļām, ir liela un reizēm pat izšķiroša nozīme. No pirmās ezera pastāvēšanas dienas tā ūdens ķīmiskais sastāvs veidojies daudzu un dažādu ainavas ekoloģisko sastāvdaļu mijiedarbības rezultātā. Galvenās no tām: ieplakas forma, nogulumiežu sastāvs, ezera platība, ūdens apmaiņas intensitāte, ietekošo ūdeņu ķīmiskais sastāvs, augu sega un dzīvnieki sateces baseinā un daudzi citi ekoloģiskajai situācijai raksturīgi rādītāji. Vēlāk, cilvēkam arvien vairāk apgūstot attiecīgo reģionu, ezera attīstību būtiski sāka ietekmēt zemes lietojumveidu struktūra sateces baseinā, ezera izmantošanas veids un, attīstoties pilsētām, arī urbanizēto apgabalu īpatsvars. Atkarībā no formas un zemju izmantošanas rakstura pamatbaseins var kalpot ezeram vai nu par aizsargbarjeru pret ārējo apstākļu kaitīgo iedarbību, vai tā degradācijas veicinātāju. Pirmajam gadījumam atbilst ar mežu, krūmiem vai lakstaugiem apaudzis pamatbaseins, kamēr otrajam - apgūts pamatbaseins, no kura barības un piesārņojošās vielas taisnā ceļā uzreiz iekļūst ezerā.

Lai ieviestos pirmie augi un dzīvnieki, svarīgs bija ūdens sākotnējais ķīmiskais sastāvs. Turpmākajā ezera attīstības gaitā ūdens ķīmiskais sastāvs veidojās ainavas elementu savstarpējās iedarbības un hidrobiontu dzīvības norišu rezultātā. Šajā nodaļā mēs vēlamies parādīt, tieši kādas ainavas sastāvdaļas un cik lielā mērā ir saistītas ar ezera ūdens ķīmiskā stāvokļa rādītājiem. Citiem vārdiem sakot, kā un kāpēc kopjama vai iekopjama ainava ap ezeru, lai ezers tiktu saglabāts un aizsargāts.

Jāpiebilst, ka gadījumos, kad ezeros tiek novadīti drenāžas ūdeņi, ražošanas vai saimnieciskie notekūdeņi, kuros iepriekš nav speciāli samazinātas slāpekļa un

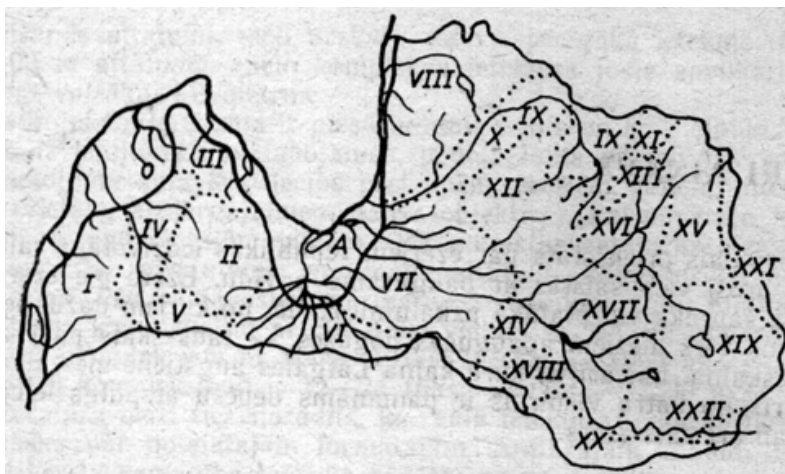
fosfora savienojumu koncentrācijas, ezeru attīstībā noteicošā loma ir ievadāmo ūdeņu daudzumam un sastāvam. Tad pat vislabvēlīgākā ainavas ietekme ir nenozīmīga. Drīz vien šādos ezeros jūtami pasliktinās ūdens kvalitāte, samazinās augu un dzīvnieku daudzveidība, ezerdobe strauji kļūst seklāka, kā arī pastiprinās aizaugšanas un pārpurvošanās procesi. Vienīgi tad, ja kādreiz visu veidu notekūdeņu novadīšana tiks pārtraukta vai arī ievērojami uzlabosies to attīrīšana, ainavas ekoloģija atgūs sākotnējo nozīmīgumu. Tādēļ no izpētāmo ezeru saraksta nav izslēgti tie, kuros pašlaik vai dažos j a u ilgstoši tiek ievadīti drenāžas un citi netīri ūdeņi.

IZPĒTĪTO EZERU APSKATS

Par pētījumu objektiem vispirms kļuva ezeri, kas atrodas aizsargājamās teritorijās - Gaujas nacionālajā parkā, Vestienas aizsargājamo ainavu apvidū, Pelļu - Kornetu subglaciālajā vagā u.c. Bija jānovērtē arī tādi izcili ezeri kā Rīču un Sventes ezeri, Dīrdzis un vēl daži citi ezeri, kuri ir aizsargājami katrs savas individualitātes dēļ. Apsekoti arī visi republikas dziļākie ezeri ar maksimālo dziļumu 30 - 56 m. Pēc teorētiskiem apsvērumiem šiem ezeriem vajadzētu būt starp tām nedaudzajām ūdenstilpēm, kurās vēl ir saglabāties vislabākais ūdens.

Talsu rajonā pagaidām pirmajā un vienīgajā ir izstrādāta rajona teritorijas agroainavu veidošanas un aizsardzības koncepcija, pētīti arī tā ezeri. Visbeidzot uzmanība tika pievērsta vairākiem tādiem ezeriem, kuros vēl saglabājušās dažas izzūdošo (aizsargājamo) ūdensaugu sugas.

Aplūkojamie ezeri pieder gandrīz visu lielāko upju - Daugavas, Gaujas, Ventas, Salacas baseiniem, bet daži arī Rīgas līča un Baltijas jūras ūdens sateces baseiniem (1. att.).



1. attēls. Ezeru izvietojums fiziogeogrāfiskajos rajonos.

[Paskaidrojums 1. attēlam: A – Piejūras zemīene; I – Rietumkurzemes augstīene; II – Austrumkurzemes augstīene; III – Ziemeļkurzemes augstīene: 1. Ābeļu, 2. Aldzes, 3. Bērzenes ez., 4. Čumals, 5. Kalnezers, 6. Kamparezers, 7. Laidzes, 8. Lejaslabiņu, 9. Lingas ez., 10. Lubezers, 11. Mācītājmājas ez., 12. Melnezers, 13. Mundiķezers, 14. Nogales, 15. Nojniekezers, 16. Sirdsezers, 17. Stundezers, 18. Valdemārpils ez. IV – Ventas-USmas ieplaka: 19. Dāklis, 20. Kalvenes ez. V – Dienvidkurzemes zemīene; VI – Zemgales līdzenums; VII – Viduslatvijas nolaidenums: 21. Sudas purva jeb Inderdēļu ez. VIII – Ziemeļrietumu Vidzemes pacēlums: 22. Dziļezers, 23. Kaņepu, 24. Kiržu, 25. Mazmuižnieku, 26. Pekša, 27. Pīdēnu, 28. Plaužu, 29. Punga, 30. Pūricu ez., 31. Rābutis, 32. Raiskuma, 33. Riebezers, 34. Rieviņa, 35. Salas, 36. Unguru, 37. Vaidavas ez. IX – Vidusgaujas ieplaka; X – Gaujas senleja un apkārtne: 38. Ninieris, 39. Pieškaļu ez. XI – Alūksnes augstīene: 40. Lielais Baltiņš, 41. Mazais Baltiņš, 42. Raipala ez. XII – Vidzemes Centrālā augstīene: 43. Alauksts, 44. Āraišu, 45. Auciema ez., 46. Kālezers, 47. Kaņepēnu, 48. Lazdiņu, 49. Pulgosnis, 50. Talejas ez., 51. Viešūrs. XIII – Gulbenes valnis: 52. Ušura ez. XIV – Sēlijas valnis; XV – Ziemeļlatgales pacēlums; XVI – Lubāna līdzenums; XVII – Vidusdaugavas zemīene: 53. Laukezers. XVIII – Aknīstes pacēlums; XIX – Latgales augstīene: 54. Cārmaņa ez., 55. Drīdzis, 56. Dubuļu, 57. Garais I (Indras c.), 58. Garais II (Robežnieku c.), 59. Geraņimovas-Ilzas, 60. Jazinkas, 61. Lejas, 62. Lielais Gusēna, 63. Ojatu, 64. Ormijas ez. XX – Augšzemes augstīene: 65. Briģenes, 66. Riču, 67. Sventes ez. XXI – Veļikajas zemīene; XXII – Polockas zemīene.]

Jebkurš no ezeriem pakļauts cilvēka darbības ietekmei, jo tie atrodas vai nu starp lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, vai turklāt arī apdzīvotu vietu tuvumā. Daži ezeri ir iecienītas atpūtas vietas, un to atrašanās mežā šajā gadījumā nenozīmē aizsargātību pret antropogēnām slodzēm.

Cilvēka ietekmes raksturs atsevišķiem ezeriem ir līdzīgs: ūdens līmeņa izmaiņas, drenāžas un notekūdeņu novadīšana, virszemes noteces piesārņošana, atpūtas nodarbības (nobradāšana, peldēšana, makšķerēšana, zivju piebarošana, braukšana ar laivām u.tml.). Darbības veida ietekme kļūst arvien stiprāka. Tā izpaužas ūdenslīmeņa izmaiņu biežumā un amplitūdā, drenāžas un notekūdeņu apjomā un sastāvā, virszemes noteces apjomā un sastāvā, kā arī atpūtas nodarbību rezultātā ūdenī nonākušā slāpekļa un fosfora savienojumu daudzumā.

Te pieminamas arī krasta deformācijas un ūdensaugu (nereti - aizsargājamo) mehāniska iznīcināšana, ko izraisa nobradāšana.

Pavisam apsekoti 67 ezeri. Atskaitot Riču ezeru, visi pārējie ir mazi kā pēc platības (1 - 776 ha), tā pēc tilpuma ($0,02 - 124,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Vienīgi Riču ezera platība (1286 ha) atbilst vidēji lielam ezeram. Tomēr pēc tilpuma tas ierindojams mazo ezeru skaitā. Pēc maksimālā dziļuma daļa apsekoto ezeru ļoti sekli (zem 5 m) un sekli (5 - 10 m), lielākā daļa - vidēji dziļi (11 - 50 m), un vienīgi Drīdzis un Garais ezers ieskaitāmi dziļo ezeru (virs 50 m) kategorijā. (Классификация водных объектов, 1977.)

Kā zināms, ezers nav tikai ūdenstilpe ar stāvošu vai ļoti lēni tekošu ūdeni, kam nav tieša savienojuma ar jūru. Ezers ir vide jeb biotops daudzām ūdensaugu un dzīvnieku sabiedrībām. Kopā ar ūdens sateces baseinu tā ir vesela ekoloģiskā sistēma pati par sevi. Katrs ezers ir atšķirīgs ar savām īpatnībām. Lai cik sīki censtos aprakstīt ezeru visā tā dzīvības formu un attiecību daudzveidībā, attēlotais tik un tā būtu stipri vienkāršots patiesās ainas modelis. Tomēr ezerus ir iespējams apvienot grupās, kurām ir daudz līdzīgu pazīmju. Tādi ir *bioloģiskie tipi*, kuros ezeri tiek apvienoti vai nu pēc barības vielu daudzuma ūdenī, vai pēc dažādu vielu (organiskās vielas, humusvielas, kalcijs, hlorīdi u.c.) atšķirīgiem uzkrāšanās daudzumiem ezeros. Galvenokārt šīs vielas regulē vispārējo vielu un enerģijas apkrāpējumu ezeros un līdz ar to ietekmē arī akumulācijas jeb uzkrāšanās procesus. Kā viens, tā otrs vērtējuma princips ļauj spriest par ezeru pašreizējo stāvokli.

Šajā darbā izmantota pasaulē plaši pazīstamā A.Tīnmana un E.Naumana gadsimta pirmajā pusē izstrādātā tipoloģija, ko papildinājis un izveidojis mūsu apstākļiem atbilstošu igauņu zinātnieks A.Mēmets (Mäemets, 1974).

Mūsu darba vajadzībām ezera bioloģiskais tips noteikts orientējoši, vadoties galvenokārt no vairākiem nozīmīgiem hidroķīmiskiem rādītājiem - ūdenī izšķīdušā skābekļa daudzuma, temperatūras, ūdens caurredzamības jeb dzidrības, kā arī ūdens krāsas un reakcijas (pH). Vienlaikus novērtēta aizaugšanas pakāpe un galvenās augu sugas.

Pirms sniegt apskatu par apsekoto ezeru bioloģiskajiem tipiem, dažos teikumos jāatgādina pašas vispārīgākās ezeru attīstības likumsakarības.

Glaciālie ezeri, kas veidojās pirms 13 - 8 tūkstošiem gadu, un piejūras ezeri, kuri veidojās pirms 4 - 2 tūkstošiem gadu, neviens nebija līdzīgi pašreizējiem ezeriem. Visos senajos ezeros bija ciets dibens, ļoti maz augu un dzīvnieku un arī neliels sāļu saturs ūdenī. Pats ūdens bija sevišķi dzidrs un visā dziļumā bagāts ar skābekli.

Pakāpeniski šie ezeri pārvērtās par ūdenstilpēm, kas bagātas ar augiem un dzīvniekiem, izklātas ar biezu dūņu kārtu un satur tumšu zemas kvalitātes ūdeni. Kopš tiem laikiem vairāk nekā tūkstots ezeru ja u ir pilnīgi aizauguši un pārpurvojušies. Simtiem ezeru strauji aizaug pašlaik. Starp apsekotajiem lielākā daļa ir *eutrofi* [Eitrofs, eitroficēšanās - no grieķu vārda "eutrophia", kas burtiski nozīmē "laba barošana"]. Eitroficēšanās gaitā ūdeņos palielinās slāpekļa, fosfora u.c. biogēno elementu daudzums.] un *hipereitrofi* ezeri. To ieplakas izklātas ar atšķirīga biezuma dūņu kārtu, seklākie līči atrodas dažādās aizaugšanas stadijās, piekrastēs diezgan blīva ūdensaugu josla. Nepārprotams eitrofā tipa rādītājs ir skābekļa trūkums piedibena ūdens slānī vasaras stagnācijas periodā (visbiežāk jūlijā, augustā). Ūdenī daudz augu barības vielu, kas veicina aļģu savairošanos jeb ūdens "ziedēšanu". Ūdens krāsa variē no dzeltenzaļas līdz dzeltenai. Caurredzamība svārstās robežās no 1 līdz 6 metriem. Ūdens reakcija parasti sārmaina ($\text{pH} > 7$). Eitrofam tipam var pieskaitīt vairumu no republikas visdziļākajiem ezeriem (Cārmaņa, Drīdzis, Dziļezers, Geraņimovas - Ilzas, Jazinkas, Lejas, Lielais un Mazais Baltiņš, Ojatu, Riču ezers u.c.), Vestienas prāvākos ezerus (Kālezers, Talejas, Viešūrs), daļu no GNP (Lazdiņu, Ninieris, Pekša, Raiskuma, Vaidavas ezers u.c.) un Talsu rajona ezeriem (Ābeļu, Bērzenes, Čumals, Kalvenes, Kamparezers, Valdemārpils ezers u.c.).

Gadījumos, kad barības vielas lielās devās ienāk no ārienes un izraisa sevišķi strauju augu masas pieaugumu ezerā vai arī no baseina ienāk ja u gatavas organiskās vielas (neattīrīti saimnieciskie vai ražošanas notekūdeņi), eitrofo tipu nomaina hipereitrofais. Šie ezeri degradējas ļoti ātri. Aizvien straujāk nogulumos pieaugot nesadalījušos organisko vielu slānim, noārdīšanās procesā ātrāk tiek iztērēts ūdenī izšķīdušais skābeklis. Sadalījušos organisko vielu daļa ir niecīga, bet tās iegūšanai iztērēts viss dziļūdens slānī esošais skābeklis. Šādos ezeros skābekļa pietrūkst ja u vasaras stagnācijas perioda sākumā un parasti arī ziemās. Vasarā ūdens bieži "zied", bet ziemas beigās gandrīz vienmēr (ja ir stabila ledus sega un vāja ūdens apmaiņa) slāpst zivis. Hipereitrofajam tipam atbilst Āraišu, Briģenes, Lubezers, Mundikēzers, Riebezers, Rieviņa ezers u.c.

Eitrofikācijas procesam turpinoties, eitrofajos un hipereitrofajos ezeros līdz ar viegli noārdāmām organiskajām vielām (augu un dzīvnieku atliekas, neattīrīti saimnieciskie un daži ražošanas notekūdeņi) uzkrājas arī grūti noārdāmas organiskās vielas jeb humusvielas. Pēdējās visvairāk ienāk ar purvu ūdeņiem. Pēc tipoloģijas šie ezeri atbilst *diseitrofajam* tipam. Ja humusvielu ir daudz, tās nomāc mikroorganismu darbību un kavē organisko vielu sadalīšanos. Dažas no humusvielām ir indīgas ūdens dzīvniekiem. Tomēr diseitrofos ezeros humusvielu nekad nav tik daudz un tās netraucē ūdens organismu dzīvi un vairošanos. Ūdens kvalitāte šī tipa ezeros ir

zema. Skābeklis ātri vien tiek iztērēts gan organisko vielu noārdīšanai, gan humusvielu ķīmiskai pārveidošanai, un stagnācijas periodos dziļūdens slānis lielākoties ir pilnīgi bez skābekļa. Ļoti bieži šī tipa ezeri ir jau pavisam sekli, jo ar diseitrofo tipu ezeru dzīve izbeidzas. Seklos ezeros visa veģetācijas perioda garumā ir ļoti labi skābekļa apstākļi, turpretim ziemās, zemledus periodā, - ļoti slikti, proti, skābekļa nav un slāpst zivis.

Šādos ezeros ūdens krāsa mēdz būt dzeltena, zaļi dzeltena vai dzeltenī brūna. Ūdens reakcija pārsvarā sārmaina (pH 8 - 9), caurredzamība mazāka par metru, retos gadījumos ap divi metri.

Diseitrofajam tipam pielīdzināmi Melnezers, Nogales un Pūricu ezers, Rābutis, Salas ezers u.c.

Tikai daži ezeri ir pieskaitāmi *semidistrofajam* tipam. Tā kā šie ezeri attīstījušies bez eitrofās stadija, kad notiek intensīva nogulumu veidošanās, tajos nav ezeriem tipisko dūņu. Izrādās, ka attīstības sākumposmā jaunos, ar barības vielām nabadzīgos ezeros, kādu ārēju apstākļu ierosināti, sākuši ieplūst humusvielām bagāti ūdeņi, visbiežāk purvu ūdeņi. Humusvielu bijis (un vēl šodien ir) tik daudz, ka traucēta organismu attīstība.

Ezeros maz augu, ūdens krāsa brūna vai oranža, turklāt novērojamas visdažādākās šo toņu variācijas. Caurredzamība neliela - 1 - 2 m; ūdens reakcija var būt gan viegli skāba (pH < 7), gan viegli sārmaina vai neitrāla (pH >= 7).

Raksturīgs šī tipa piemērs ir Unguru ezers Gaujas nacionālajā parkā.

Starp aplūkojamiem ezeriem nav neviena *oligotrofa* (nabadzīgs ar barības vielām) ezera, jo republikā tādu vispār nav jau diezgan pasen. Esošajā darbā netiek pētīti arī *distrofie* ezeri. Tie ir purvu ezeriņi ar ļoti tumšu ūdeni (brūna un oranža nokrāsa), mazu caurredzamību un izteikti skābu ūdens reakciju. Ļoti nabadzīgs augu un dzīvnieku sugu sastāvs.

Šī darba vajadzībām ezeri pēc ūdens krāsas sagrupēti atsevišķās kopās: dzidrūdens (visi zaļgie un dzeltenīgie toņi) un brūnūdens (visi brūnie un oranžie toņi).

AINAVAS SASTĀVDAĻAS UN EZERUS RAKSTUROTĀJAS PAZĪMES

Jau 50. gados, izvērtējot tajā laikā apsekoto Latvijas ezeru hidroķīmiskos rādītājus, ir atklājušās sakarības starp ezeru izvietojumu ainavā un ūdens ķīmiskajām īpašībām. Izrādās, ka ūdens sastāvs mainās atkarībā no ezera atrašanās vietas augstuma virs jūras līmeņa. Pavisam izdalītas 3 grupas. Pirmajā grupā apvienoti augstie ezeri, kas atrodas augstāk par 120 m virs jūras līmeņa. To ūdens ir sevišķi dzidrs, ar nelielu organisko vielu piejaukumu. Otrā grupā apvienoti ezeri, kas atrodas 120 - 20 m virs jūras līmeņa. Tajos ūdens caurredzamība ir mazāka nekā pirmās grupas ezeros, bet

organisko vielu daudzums - lielāks. Trešā grupā ietilpst ezeri ar vēl mazāku ūdens dzidrību un paaugstinātu organisko vielu saturu. Tie ir Piejūras zemienes ezeri, kas atrodas vidēji 20 m zem jūras līmeņa (Пер, Школьников, 1955; Pera, Ramane, 1959). Vairākos turpmākajos darbos F.Pera (1961 - 1963) pētījumus padziļina, mēģinot noskaidrot, kādi apstākļi ietekmē atšķirības starp ezeriem vienas grupas robežās. Šajā nolūkā viņa ezerus salīdzina gan pēc dziļumiem, gan pēc platībām, gan pēc piederības atšķirīgiem upju baseiniem. Vienmēr konstatēta lielāka vai mazāka pētāmo apstākļu ietekme.

Mūsu darbā ezeru un apkārtējās ainavas raksturošanai izmantotas pavisam 16 pazīmes. Deviņas no tām iederas ainavas ekoloģisko komponentu kategorijā. Te ietilpst ezeru morfometriskās (platība, tilpums, dziļums, krasta līnijas garums), hidroloģiskās (ūdens sateces baseins, nosacītā ūdens apmaiņa) un pāris tipiskas ainaviskās (pamatbaseins, meži pamatbaseinā) pazīmes. Pārējās septiņas pazīmes raksturo ezera ūdens ķīmisko režīmu. Tā kā pazīmes apstrādātas ar ESM, katrai no tām ir savs kārtas skaitlis ($x_1 - x_{16}$).

Ezera platība, ha (x_1). Ezera platība sniedz pirmo priekšstatu par ezeru un tā lomu ainavā. Katrā ziņā mazos ezerus vairāk ietekmē ainavas sastāvdaļas nekā otrādi. Jo ezers mazāks, jo tas mazāk aizsargāts un mazāk noturīgs pret ārējās vides apstākļu ietekmi.

No ezera platības atkarīgs barības vielu sadalījums ezerā. Piekrastes joslā to ir vairāk nekā centrālajā daļā.

Ezera vidējais un maksimālais dziļums, m (x_2, x_3). Vidējo dziļumu aprēķina, dalot ezera tilpumu ar platību. Kā vidējais, tā maksimālais dziļums ir svarīgi raksturotājlīelumi, jo no dziļuma ir atkarīga ezera stratifikācija (ūdens noslāņošanās atkarībā no temperatūras un blīvuma) un produktivitāte.

Jo ezers ir dziļāks, jo veģetācijas periodā augšējais, apgaismotais un siltākais ūdens slānis (epilimnions) ir plānāks, bet dziļākais un vēsākais (hipolimnions) biezāks. Tas zināmā mērā ietekmē barības vielu apriti ezerā un tā produktivitāti.

Ezera tilpums, $10^6 m^3$ (x_4). Ezera tilpums ir tik cieši saistīts ar visiem pārējiem raksturotājlīelumiem, kā, piemēram, platību, dziļumu, stratifikāciju un no tiem atkarīgo straumju kustību, temperatūras, gāzu un biogēnu režīmu, pat dzīvo organismu sugu sastāvu un daudzumu, ka runāt par tilpumu atsevišķi ir gandrīz neiespējami.

Var tikai norādīt, ka ezeri ar nelielu masu vieglāk un ātrāk degradējas. Mūsdienās tas ir īpaši svarīgi, jo mazos ezeros nav pietiekami daudz ūdens, lai atšķaidītu no ārienes ienākušās vielas.

Krasta līnijas garums, km (x_5). Gara un izrobota krasta līnija, kāda ir ezeriem ar daudziem līčiem un pussalām, mazina ezera noturīgumu pret ārējās vides ietekmi.

Jo lielāks kontaktlīnijas garums ar apkārtējo teritoriju, jo lielākas iespējas uzņemt vairāk vielu caur katru krasta līnijas punktu.

Ūdens sateces baseina platība, ha (x_6). Ūdens sateces baseinā izkļaidētās vielas laika gaitā nonāk ezerā gan ar virszemes noteci, gan ar strautiņiem un upītēm.

Tādēļ pats ezers kopā ar tā ūdens sateces baseinu tiek apskatīts kā vienots veselums.

Ūdens sateces baseina ietekme izpaužas neskaitāmos veidos; starp galvenajiem var minēt ūdens līmeņa regulēšanu, augu barības vielu jeb biogēno elementu pastiprinātu pieplūšanu, piesārņošanu ar biocīdiem (augu un dzīvnieku indes), smagiem metāliem, naftas produktiem, indīgiem organiskiem savienojumiem un daudzām citām vielām, kuras nomāc lielākās daļas ūdens organismu attīstību vai pat pilnīgi tos iznīcina. Minētās vielas iekļūst ūdeņos gan ar saimnieciskiem un ražošanas notekūdeņiem, gan ar virszemes noteces ūdeņiem no pilsētām, apdzīvotām vietām, fermu apkārtnes, ceļiem, ganībām, aramzemes, gan pieaugot ūdenstilpju izmantošanai rekreācijas nolūkos.

Pie tam, jo netīrāka zemes virsma, jo vairāk apdraudēta arī pazemes ūdeņu kvalitāte, kuri baro upes un ezerus. Var teikt, ka sateces baseina ietekme atspoguļojas gan ūdens kvalitātē, gan kvantitātē.

Pamatbaseina platība, ha (x_7). Jo pamatbaseins lielāks, jo tas parasti arī plašāk un vispusīgāk apgūts. Un, jo pamatbaseinā vairāk lauksaimniecībā izmantojamās zemes (ieskaitot viensētas, daudzdzīvokļu māju, lopkopības fermu u.tml. objektu aizņemtās platības), jo koncentrētāki virszemes noteces ūdeņi satek ezerā.

Lai gūtu priekšstatu par pamatbaseinu kā augu barības vielu piegādātāju un salīdzinātu ezeru apdraudētību, daļai ezeru aprēķināti tālāk minētie rādītāji:

- 1) $T_{ez}/L_{pamatbas.}$ (T - ezera tilpums, m^3 , L - pamatbaseina laukums, m^2) raksturo ūdens daudzumu (m^3), kurā atšķaidās no pamatbaseina ienākošo vielu daudzums;
- 2) $T_{ez}/iedzīv. \text{ skaits}$ (1000 m^3) raksturo ūdens daudzumu, kurā atšķaidās pamatbaseina viena iedzīvotāja radītās atkritumvielas (fekālijas, sadzīves atkritumi u.tml.);
- 3) $T_{ez}/mājlopu \text{ skaits}$ (1000 m^3) raksturo ūdens daudzumu, kurā atšķaidās pamatbaseina viena turētā mājlopa ekskrementi. Dažādu mājlopu skaits izteikts nosacītās vienībās (Фокина, 1980).

Jo mazāka katra rādītājā absolūtā vērtība, jo lielāka iespējamā antropogēnā slodze (1. tabula).

1. tabula					
Antropogēnās noslodzes rādītāji ezeru pamatbaseinos					
Ezers	Pamatbaseins		T _{ez.} * / L _{pamatbas.}	T _{ez.} * x (1000 m ³) / iedz. sk.	T _{ez.} * x (1000 m ³) / mājlopu sk.
	meži %	lauks. zemes %			
Talsu rajona ezeri					
Ābeļu	33	67	2	6	77
Aldzes	71	29	0,8	26	12
Čumals	34	66	3	26	50
Dāklis	19	81	5	76	109
Kalnezers	36	64	0,9	4	6
Kalvenes	19	81	2	301	904
Laidzes	22	78	2	114	325
Lejaslabiņu	45	55	3	55	34
Lubezers	21	78	0,5	5	0,7
Mundiķezers	6	94	2	6	28
Nogales	78	22	2	10	10
Sirdsezers	46	54	4	28	20
Stundezers	5	95	0,8	32	41
Valdemārpils	16	84	2	6	17
	(ieskaitot pilsētu)				
Gaujas nacionālā parka ezeri					
Āraišu			3,1	3	23
Auciema			1	13	4
Kaņepu			1	103	103
Mazmuižnieku			0,9	10	6
Ninieris			0,5	74	123
Pekša			1,7	14	18
Pidēnu			0,2	4	1
Pieškalju			0,1	0,2	0,4
Plaužu			1,2	200	400
Pūricu			0,1	18	2
Rābutis			1,3	23	125
Raiskuma			3,5	45	236
Rieviņa			1,6	5	0,7
Unguru			5,7	531	1588
Vaidavas			3,5	27	242

* $T_{ez.}$ - ezera tilpums, m^3

$L_{pamatbas.}$ - ezera pamatbaseina laukums, m^2

Veicot izpēti darbus Ziemeļamerikas Lieliem ezeriem piegulošajās zemēs, tika noskaidrots, ka īpaša kontrole un attiecīgi ūdensaizsardzības pasākumi ir visnepieciešamākie tā saucamajos hidroloģiski aktīvajos apgabalos. Tos veido garas un stāvas krastu nogāzes, kas nodrošina virszemes noteces ūdeņu strauju noplūšanu un tādējādi ir pakļautas spēcīgai augsnes erozijai. Atkarībā no tā, kā

Šīs nogāzes tiek izmantotas, virszemes noteces ūdeņi var būt tīrāki un netīrāki, to apjoms lielāks vai mazāks (Sonzogni et al., 1980). Ar līdzīgu nolūku mēs analizējam Gaujas nacionālā parka ezeru pamatbaseinus gan dabā, gan arī pēc topogrāfiskajām kartēm. Kā hidroloģiski aktīvas tika novērtētas nogāzes, kuru slīpums pārsniedz 10° . Uz tām var attīstīties ļoti spēcīga augsnes erozija. Vienlaicīgi tika novērtēts arī pārējo nogāžu slīpums, ņemot vērā, ka erozijas procesi aizsākas jau pie nogāžu slīpuma, kas atbilst 3° ; pie 5° - 6° slīpuma izmainās tekošā ūdens ietekme uz augsni, rodas turbulencei, bet pie 6° - 9° slīpuma erozijas procesi sasniedz ievērojamus apmērus (Maldavs u.c., 1981). Kā redzams no 2. tabulā izkārtotajiem datiem, aplūkoto ezeru pamatbaseinos ir diezgan liels tādu nogāžu īpatsvars, kuru slīpums ir pietiekams stipras un ļoti stipras erozijas attīstībai. Parasti gan šīs nogāzes ir apaugušas ar mežu, krūmiem vai lakstaugiem un var kalpot par piesārņojuma radītājām (erozija) vai pārnēsējām (piesārņota virszemes notece) galvenokārt spēcīgās vēla rudens lietavās vai intensīvas sniega kušanas gadījumos. Izņēmums ir Auciema, Pūricu un Rieviņa ezeru pamatbaseini, kur izvietotas lopu fermas, un te vircu vai kūtsmēslus saturošas virszemes noteces noplūde ezeros ir gandrīz regulāra.

Konstatēts, ka, jo lielāks pamatbaseins kādam ezeram, jo ezers salīdzinoši ir sliktākā stāvoklī un vairāk apdraudēts.

Ja vien pamatbaseina reljefs ir piemērots celtniecībai un tīrumu iekopšanai, kā tas ir vairumam no Talsu rajona un dažiem GNP ezeriem, tad parasti pēc platības lielie pamatbaseini ir arī vairāk apdzīvoti, te ir liels lauksaimniecībā izmantojamo zemju īpatsvars un daudz mājlopu, pat fermas. Parasti šajos pamatbaseinos lauksaimniecībā izmantojamās platības ir lielākas par meža aizņemtajiem apvidiem. Ja pamatbaseini ir tik lieli, ka fermu izvietošana tajos nerada grūtības, tad sarežģījumi visbiežāk rodas fermu ekspluatācijas procesā. Galvenā neatrisinātā problēma ir kūtsmēslu un vircas uzglabāšana noteikumiem neatbilstošās krātuvēs un to savlaicīga neztukšošana. Tāpēc ļoti bieži no fermu pagalmiem nāk stipri piesārņoti virszemes noteces ūdeņi un nereti piesārņoti ir arī gruntsūdeņi. Tas apstiprinājās, izdarot gruntsūdeņu analīzes dažu GNP un vairāku Talsu rajona fermu pagalmos.

Lielu daļu biogēno un citu vielu ezeri saņem no peldētājiem un makšķerniekiem, kuri piebaro zivis. Tualešu trūkums peldvietās tiek kompensēts ar krūmu joslas izmantošanu. Līdz ar to tiek zaudēta iespēja atpūsties paēnā, bet galvenokārt tiek piemēslota teritorija, no kuras virszemes noteces ūdeņi šīs vielas sanes ezerā. Mazu ezeriņu degradēšanos veicina pavisam nedaudzu nekulturālu atpūtnieku uzvedība un dažu makšķernieku savtīgās intereses.

Stipri negatīva nozīme ezeru attīstībā ir ceļiem un īpaši šosejām, kas šķērso pamatbaseinus. Ar putekļiem un virszemes noteces ūdeņiem ezeros nokļūst ne tikai slāpekļa un fosfora savienojumi, bet arī smagie metāli, automobiļu degvielas sadegšanas un metālu korozijas produkti, naftas produkti u.c. vielas. Ja apledošanas novēršanai uz ceļiem lieto sāļi (NaCl vai CaCl_2), tad līdz ar kušanas ūdeņiem tuvējos ezeros novērojams straujš hlorīdu koncentrācijas pieaugums.

2. tabula					
Hidroloģiski aktīvie apgabali pamatbaseinos					
Ezers	Zemes lietojumveidu struktūra, %		Nogāžu slīpums, platība %		
	meži	lauks. zemes	< 5°	5 - 10°	>= 10°
Āraišu	21	79	62	23	15
Auciema	41	59	26	66	8
Kaņepu	63	37	11	89	0
Kiržu	100	0	38	56	6
Lazdiņu	59	41	54	46	0
Mazmuižnieku	38	62	15	85	0
Ninieris	99	1	82	18	0
Pekša	65	35	0	77	23
Pidēnu	12	88	18	70	12
Plaužu	80	20	51	42	7
Pūricu	46	54	46	53	1
Rābutis	44	56	28	49	23
Raiskuma	51	49	19	73	8
Rieviņa	6	94	100	0	0
Sudas purva	100	0	88	12	0
Unguru	75	25	66	26	8
Vaidavas	65	35	9	44	47

Nosacītā ūdens apmaiņa, % gadā (x_8). Ar šo lielumu skaitliski var izteikt ūdens sateces baseina ietekmi uz ezeru.

Nosacīto ūdens apmaiņu aprēķina, pamatojoties uz noteces moduli, kas izskaitļots attiecīgajam sateces baseinam pēc daudzgadīgiem novērojumiem. Ar noteces moduli izsaka ūdens daudzumu litros, kurš vienā sekundē iztek caur sateces baseina vienu kvadrātkilometru. Aprēķinot noteces daudzumu no visa sateces baseina gada laikā, iegūto skaitli dala ar ezera tilpumu un iegūst lielumu, kas izsaka nosacīto ūdens apmaiņu.

Ūdens apmaiņas ātrums ir viens no galvenajiem faktoriem, no kuriem atkarīga vielu aprīte ezerā. Ir ezeri, kuros visa ūdens masa kopumā apmainās tikai vairāku gadu laikā, bet ir arī tādi ezeri, kuros pat viena gada laikā ūdens atjaunojas vairāku desmitu reižu. Intensīvas ūdens apmaiņas gadījumā ir lielāka pietece un līdz ar to ezerā tiek sanests vairāk organisko un minerālvielu. Bet līdz ar to vairāk šo vielu

tiek arī iznests no ezera. Kāda daļa vielu paliek ezerā, tas šādos gadījumos atkarīgs visvairāk no dziļuma. Garš ūdens apmaiņas laiks ir saistīts ar nelielām hidrauliskām slodzēm un biogēno vielu zemākām koncentrācijām ūdenī. Nosacītai ūdens apmaiņai, kā to var iedomāties pēc apzīmētāja "nosacīts", nav gandrīz nekā kopēja ar reālo ūdens apmaiņu ezerā. Pēdējā ir daudz sarežģītāka. Dabā ūdens masu nomaļu ietekmē gan pieteku un izteku savstarpējais izvietojums, gan ezera forma un dziļums. Ikvienā ezerā ir zona, kur ūdens apmaiņa notiek visaktīvāk, un ir rajoni ar sastāvējušos ūdeni.

Mežu platības pamatbaseinā, h_a (x_9). Mūsu aprēķinos meža platībās ir ieskaitīti arī krūmāji un purvāji. Tā ir teritorija, kuru neizmanto lauksaimniecībā un kura nav apbūvēta. Tāpat no šāda viedokļa tā ir teritorija, kas ezeru ietekmē vislabvēlīgāk. No turienes nāk vismazākie pēc apjoma, bet vistīrākie virszemes noteces ūdeņi. Te gruntsūdeņu veidā krājas valgums bezlietus dienām. Meži mazu un ne visai dziļu ezeru stāvoklī krasta nogāzēs rada aizvēju un veicina ezera ilgstošai pastāvēšanai nepieciešamo ūdens noslāņošanos (stratifikāciju).

Lai gan mūsu darbā ir uzsvērtā meža pozitīvā nozīme ezera dzīvē, tomēr meža lomu nedrīkst vērtēt viennozīmīgi. Vēl jo īpaši tas jāatceras tad, ja runa ir par skujkoku mežu.

Pēc jaunākajām atziņām, ezeru paskābināšanās cēlonis nav tikai un vienīgi skābie nokrišņi. Skujkoku mežos esošo ezeru paskābināšanos izraisa 3 dažādi faktori: 1) tieša skābo nokrišņu iedarbība caur ezera virsmu; 2) ūdeņraža un alumīnija jonu plūsmas pieaugums, ko veicina hlorīdu un sulfātu pastiprināts pieplūdums ja u dabiski skābajā skujkoku mežu augsnē; 3) pieaugoša augsnes paskābināšanās, kas rodas dabisko procesu un skābo nokrišņu mijiedarbības rezultātā (Nilsson, 1985). Tāpat kā visi krājumi dabā ja u sen ir zaudējuši mītu par to neizsmejamību, līdzko tos sācis iztukšot mūsdienu cilvēks, tā arī mūsu fiziogēogrāfiskās joslas augšņu un ūdeņu spējas neitralizēt skābos nokrišņus nevar būt bezgalīgas. Tālāk sekos hidroķīmisko pazīmju raksturojums. Izvēlētās pazīmes dod iespēju ātri un samērā vienkāršiem līdzekļiem novērtēt ezerā notiekošos sarežģītos bioloģiskos un ķīmiskos procesus, kuri risinās augstākapskatīto ainavas ekoloģisko sastāvdaļu ietekmē. Vienīgi pagaidām mums vēl nav skaidrs, kura no sastāvdaļām ir "liktenīgā" katrai ezeru kopai (dzidrūdens, dziļie dzidrūdens un brūnūdens ezeri) vai - ideālā gadījumā - katram no aplūkojamiem ezeriem.

Ūdens dzidrība, m (x_{10}). Pēc ūdens dzidrības vērtē ūdenstilpju stāvokli. Dzidrība ļauj spriest par organisko vielu daudzumu, kas ūdenī atrodas suspendētā veidā. Organiskās vielas veido arī mikroskopiskie augi un dzīvnieki jeb planktons, kuru attīstība atkarīga no ūdenī esošo barības vielu (slāpekļa, fosfora u.c. biogēnu)

daudzuma. Tādējādi pēc ūdens dzidrības zināmā mērā var iegūt informāciju par barības vielu daudzumu ezerā jeb noteikt tā bioloģisko tipu (Милинс, 1980, 1982). Šī metode neder ezeriem, kas gan satur daudz suspendēto vielu, taču tām nav nekāda sakara ar planktonu. Piemēram, tās satur ezerā novadītie neattīrītie notekūdeņi vai rada ūdens mehāniska sadalīšana. Bez tam šādā veidā nedrīkst vērtēt arī tos ūdeņus, kuriem krāsu piedod humusvielas. Ir zināms, ka brūnūdens ezeros biogēnie elementi atrodas grūti noārdāmo organisko vielu sastāvā un augiem pieejamas ļoti nelielas to devas. Brūnūdens ezeros augu planktona attīstību papildus ierobežo arī sliktais apgaismojums.

Visdrošāk gan ūdens dzidrības rādītājus neuzskatīt par patstāvīgu metodi, bet izmantot kopā ar citiem rādītājiem ezera stāvokļa raksturošanai.

Ūdens dzidrību jeb caurredzamību mēra ar ūdenī iegremdētu balti krāsotu metāla ripu, tā saukto Seki disku, kura diametrs ir apmēram 30 cm.

Ūdens reakcija - pH (x_{11}). Ūdens kļūst skābs vai sārmains dažādu ķīmisko un bioloģisko norišu rezultātā. Krāna ūdens vairumā gadījumu ir neitrāls (pH 7). Purvu ezeru ūdens ir ar skābu reakciju (pH ≤ 6), bet ezeros spēcīgas “ziedēšanas” laikā ūdens kļūst stipri sārmains (pH 8 - 9).

Starp ūdens dzidrību un reakciju pastāv apgrieztā proporcionalitāte. Viena rādītāja skaitliskajai vērtībai palielinoties, otra rādītāja vērtība samazinās, piemēram, dzidrība ir neliela (≤ 1 m) aļģu masveida savairošanās jeb ūdens “ziedēšanas” laikā, bet reakcija stipri sārmaina (pH 8 - 9). “Ziedēšanai” izbeidzoties, ūdens caurredzamība pamazām palielinās, kamēr sasniedz šim ezeram raksturīgo stāvokli. Ūdens reakcijas skaitliskā vērtība tādā pašā tempā samazinās, līdz paliek svārstoties ap kādu vidējo, šim ezeram raksturīgo lielumu.

Skābekļa koncentrācija ūdens virsējā slānī, mg/l (x_{12}). Skābeklis ūdenī iekļūst divējādi: 1) no atmosfēras un 2) ūdensaugu fotosintēzes procesā. Noteiktas temperatūras ūdenī pie normāla atmosfēras spiediena var izšķīst tikai noteikts skābekļa daudzums. Ja skābekļa koncentrācija atbilst šim lielumam, tad ūdens ir piesātināts ar skābekli. Ja skābekļa koncentrācija ūdenī pie esošās temperatūras ir lielāka vai mazāka par teorētiski iespējamo jeb normālo skābekļa daudzumu, tad pirmajā gadījumā ūdens ir pārsātināts ar skābekli, bet otrajā - nav piesātināts. Skābekļa pārsātinājums ūdens augšējos slāņos visbiežāk rodas fotosintēzes rezultātā, masveidā savairojoties augu planktonam.

Apstrādājot datus, kas savākti par neliela izmēra dzidrūdens ezeriem Igaunijā, atklājās interesantas savstarpējās sakarības starp ūdenī izšķīdušā skābekļa koncentrāciju un vairākiem citiem ūdens kvalitātes rādītājiem. Noskaidrots, ka ir cieša korelācija starp ūdens dzidrību, fitoplanktona, fosfora un organisko vielu daudzumu, no vienas puses, un skābekļa saturu ūdens virsējā slānī, no otras puses.

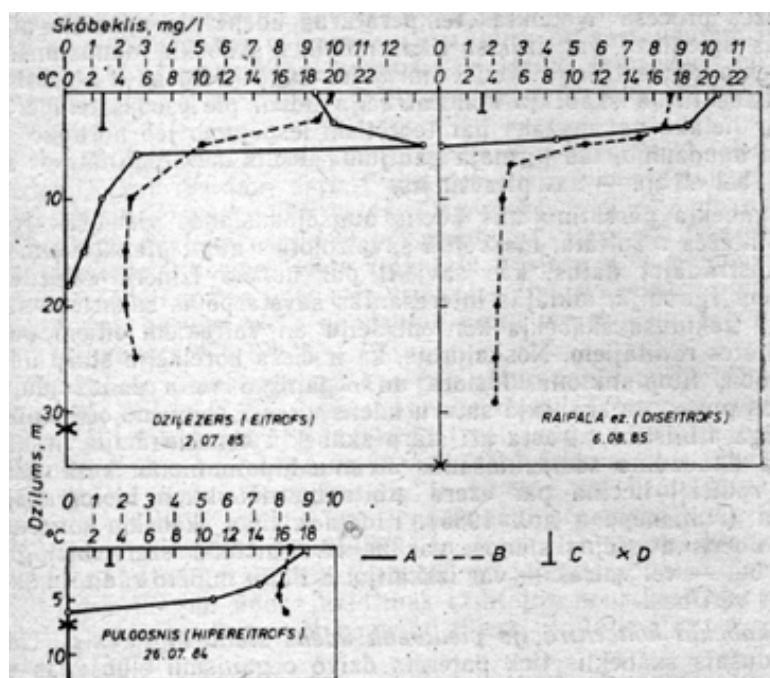
Līdzīga atbilstība atrasta arī starp skābekļa koncentrāciju virskārtā un tā daudzuma samazināšanās ātrumu hipolimnionā. Visi uzskaitītie rādītāji liecina par ezera atbilstību noteiktam bioloģiskajam tipam (Линдпере и др., 1985). Tādējādi, zinot skābekļa koncentrāciju ūdens augšējos slāņos, var ne tikai noteikt ezera bioloģisko tipu, bet - vēl vairāk - var izskaitļot arī citu minēto rādītāju skaitliskās vērtības.

Skābekļa koncentrācija piedibena ūdens slānī, mg/l (x_{13}). Ūdenī izšķīdušais skābeklis tiek patērēts dzīvo organismu elpošanas procesā un organisko vielu sadalīšanās gaitā. Jo ezers pēc bioloģiskajām īpašībām vecāks, jo biezāks dūņu slānis tajā ir uzkrājies, arī ūdens satur vairāk nesadalījušos organisko vielu, un skābekļa patēriņš ūdens dziļākajos slāņos ir lielāks.

Organiskās vielas ezeros var iekļūt arī no ārienes - pa pietekām, ar lietus un sniega ūdeņiem, ar kanalizācijas ūdeņiem u.tml.

Šādā situācijā skābeklis to sadalīšanā tiek patērēts vēl vairāk nekā tad, ja organiskās vielas rodas galvenokārt pašos ezeros - atmirušo augu un dzīvnieku atlieku veidā.

Ja vasaras vai ziemas stagnācijas periodā piedibena ūdens slānī veidojas bezskābekļa zona, tā ir visdrošākā pazīme, ka ezers pēc barības vielu daudzuma atbilst eutrofajam tipam. Tas ir svarīgi tad, kad pēc citiem rādītājiem, piemēram, augu un dzīvnieku sugu sastāva, vēl droši nevar spriest par ezera stāvokli (2. att.).



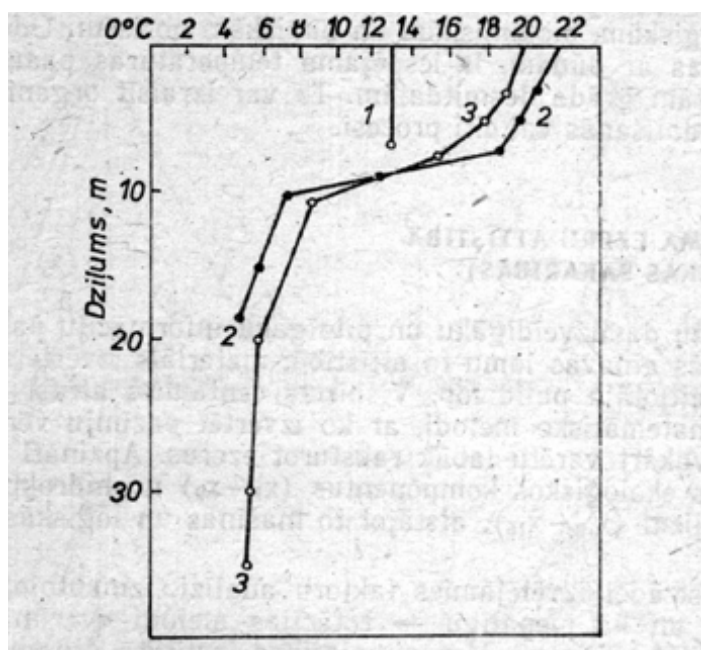
2. attēls. Skābekļa sadalījums dažādos ūdens slāņos atšķirīgu tipu ezeros: A – skābekļa koncentrācija, mg/l; B – temperatūra, °C; C – ūdens caurredzamība, m; D – ezera lielākais dziļums, m.

Skābekļa izplatības zemākā robeža, mg/l (x_{14}). Pavasara ūdenscirkulācijas laikā ezers visā dziļumā bagātinās ar skābekli. Iestājoties karstam laikam, ūdens ezerā noslāņojas - aukstākie slāņi dziļumā, siltākie - pašā augšā. Šādos termiski stratificētos ezeros pārtraukta skābekļa pāreja no viena slāņa otrā. Bet organisko

vielu grimšana no virsējā, siltāka slāņa turpinās apakšējā, vēsākajā slānī. Jo vairāk vielu ienāk hipolimnionā un vairāk skābekļa tiek patērēts to sadalīšanai, jo ātrāk iztukšojas visas skābekļa rezerves (Линдпере, Стараст, 1983).

Ar barības vielām bagātos ezeros jau vasaras stagnācijas perioda sākumā vērojama strauja skābekļa koncentrācijas samazināšanās hipolimnionā. Piemēram, hipereitrofos ezeros stagnācijas perioda beigās hipolimnions ir pārvērties bezskābekļa slānī un skābeklis ir tikai pašos virsējos slāņos. Tur, kā jau teikts iepriekš, tas nepārtraukti ieplūst no atmosfēras un rodas fotosintēzes ceļā.

Ūdens temperatūra virskārtā, $t^{\circ}\text{C}$ (x_{15}). Mūsu klimatiskajā zonā ūdens virsējo slāņu jeb epilimniona temperatūru nosaka gadalaiks. Lielos, atklātos ezeros to ietekmē arī vējš, sajaucot virsējo slāni un izlīdzinot temperatūru. Mazos un pavisam seklos ezeros (apmēram līdz 3 m dziļos), kā arī dziļākos (apmēram līdz 15 m dziļos), bet pakļautos vēja iedarbībai, visu ūdens masu var pielīdzināt epilimnionam (3. att.).



3. attēls. Ūdens temperatūra dažādās platības un dziļuma ezeros: 1. – Alauksts (776,4 ha, maks. dziļ. 7 m; 10.09.1984.); 2. – Laukezers (52,2 ha, 19,8 m; 16.08.1985.); 3. – Rīču ezers (1286 ha, 39,7 m; 14.08.1985.).

Viršējo slāņu sasilšana vai atdzišana līdz noteiktai temperatūrai (+ 4 °C) ierosina ūdens masu cirkulāciju visā ezerā. Tam par pamatu ir ūdens blīvuma izmaiņas atkarībā no temperatūras. Vislielākais blīvums ūdenim ir pie + 4 °C.

Aiz epilimniona seko metalimnions jeb temperatūras lēciena slānis, kurā vērojama ļoti krasa temperatūras pazemināšanās. Parasti šajā slānī temperatūra pazeminās vairāk nekā par vienu grādu uz katru dziļuma metru. Zem lēciena slāņa, hipolimnionā, temperatūra nostabilizējas un nenožīmīgi svārstās ap kādu vidējo lielumu (sk. 3. att., Laukezers un Riču ezers).

Temperatūra piedibena ūdens slānī, t °C (x_{16}). Pēc temperatūras hipolimnionā var spriest kā par ūdens cirkulāciju vai stratifikāciju, tā par bioloģiskām, bioķīmiskām un ķīmiskām norisēm. Ūdens slānī, kas robežojas ar dūņām, ir iespējama temperatūras paaugstināšanās par dažām grāda desmitdaļām. To var izraisīt organisko vielu, intensīva sadalīšanās vai citi procesi.

AINAVAS LOMA EZERU ATTĪSTĪBĀ (MATEMĀTISKAS SAKARĪBAS)

Lai iegūtu daudzveidīgāku un pilnīgāku informāciju par ezeriem un apkārtējās ainavas lomu to attīstībā, materiāls izvērtēts ar elektroniskā skaitļotāja palīdzību. Vispirms centāties atrast visvairāk piemērotu matemātisko metodi, ar ko izvērtēt pazīmju vērtības, lai pēc tām savukārt varētu labāk raksturot ezerus. Apzināti nenodalījām ainavas ekoloģiskos komponentus ($x_1 - x_9$) no hidroķīmiskā režīma rādītājiem ($x_{10} - x_{16}$), atstājot to mašīnas un loģiskās analīzes ziņā.

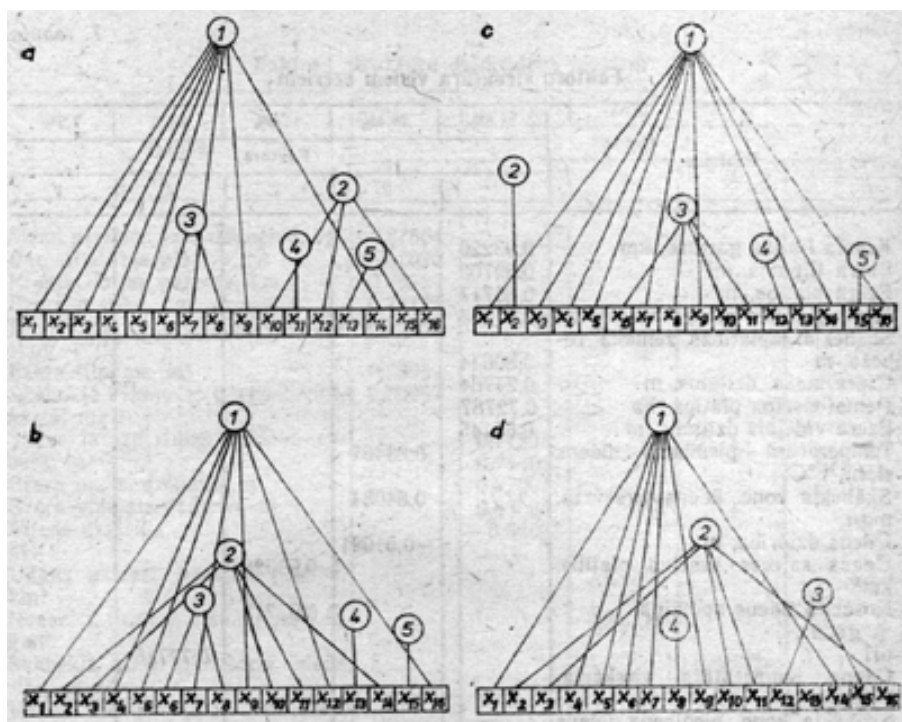
Datu apstrādei izvēlējamies faktoru analīzi, izmantojot galveno asu metodi un kā piepalīgu - rotācijas metodi "varimax". Dati apstrādāti ZRA "Silava" Mežsaimniecības institūta Automatizācijas un matemātisko metožu laboratorijā. Darbu veica vecākais zinātniskais līdzstrādnieks P. Nēģītis.

Ar faktoru analīzes palīdzību šķietamajā pazīmju un to vērtību jucekļī [Mūsu darbā izejas dati sastāv no 1074 cipariem.] var noskaidrot virzienus jeb asis, kur vislabāk atklājas aplūkoto lielumu variācijas. Jāpieņem, ka galvenie virzieni ir tikai daži! Parasti tie ir saistīti ar pazīmju kombinācijām, bet var arī ietvert tikai vienu noteiktu pazīmi. Šī metode palīdz saskatīt būtiskas savstarpējās sakarības starp atsevišķām pazīmēm vai pazīmju grupām, kā arī ļauj grupēt pētāmos objektus pēc pazīmju līdzības.

Pirms datu ievadīšanas ESM mēs nosacīti sadalījām ezerus 4 kopās pēc ūdens krāsas. Pirmā kopa aptver 37 *dzidrūdus ezerus*, kuru lielākais dziļums 2 - 25 m; dziļākie - 30 - 65 m - analizēti atsevišķi, izveidojot otro kopu - *dziļie dzidrūdus ezeri*.

Trešā kopa aptver tikai *brūnūdens ezerus*, to skaits - 15. Pēc mūsu dalījuma aptuveni tiek nošķirti bioloģiski jaunākie (dzidrūdens) no vecākajiem ezeriem (brūnūdens). Ceturtā kopa sastāv no nešķirota materiāla, t.i., te aplūkoti *visi 67 ezeri* neatkarīgi no ūdens krāsas.

Apstrādes rezultātā izdalījās 5 faktori, kuri satur 82 - 87 % no mūsu rīcībā esošās informācijas (4. att.).



4. attēls. Pazīmes apvienojošo faktoru shēma: a) visiem ezeriem (67 ez.); b) dzidrūdens ezeriem (37 ez.); c) dziļiem dzidrūdens ezeriem (15 ez.); d) brūnūdens ezeriem (15 ez.).

[Piebilde 4. attēlam: faktoranalīzē brūnūdens ezeriem izmantotas tikai 15 pazīmes. Nav ietverta 13. pazīme – skābekļa koncentrācija piedibena ūdens slānī, jo brūnūdens ezeros šajā slānī skābekļa nav nekad. No analizētajām pazīmēm izdalīti 4 faktori.] Ikvienas kopas robežās 1. faktors ir galvenā ass, kas nodala vienu ezeru no otra. Tātad ezeru daudzveidība vispirmām kārtām ir atkarīga no 1. faktorā ieejošām pazīmēm. Pēc tām par katru kopu var iegūt 32 - 44 % no izejas informācijas.

Pazīmju kombinācijas, no kurām sastāv faktori, nedaudz mainās pa atsevišķām ezeru kopām. Visu kopu 1. faktorā ieiet šādas pazīmes: krasta līnijas garums, ezera tilpums, platība, pamatbaseina platība un ar mežu aizņemtā platība pamatbaseinā

(3. - 6. tab.). Visas nosauktās pazīmes, daļēji pat meži pamatbaseinā, ir saistītas vai nu ar ezera ieplakas formu, vai ar reljefu ap to. Tāpēc mēs 1. faktoram devām vārdu - *ieplakas* - *apkārtnes* faktors. Tas vislielākā mērā saistīts ar ainavu, kurā ezers radies.

3. tabula					
Faktoru struktūra visiem ezeriem					
	34,80%	18,40%	11,90%	8,60%	7,20%
	Faktors				
Pazīmes	1	2	3	4	5
Krasta līnijas garums, km	0,93220				
Ezera tilpums, m ³	0,89703				
Ezera platība, ha	0,85717				
Mežu platības pamatbaseinā, ha	0,81588				
Skābekļa izplatības zemākā robeža, m	0,80644				
Ezera maks. dziļums, m	0,77764				
Pamatbaseina platība, ha	0,72787				
Ezera vidējais dziļums, m	0,65145				
Temperatūra piedibena ūdens slānī, t °C		0,83485			
Skābekļa konc. ūdens virskārtā, mg/l		0,54054			
Ūdens dzidrība, m		-0,51091			
Ūdens sateces baseina platība, km ²			0,93028		
Nosacītā ūdens apmaiņa, % gadā			0,92715		
pH				0,77716	
Ūdens temperatūra virskārtā, t °C					0,79062
Skābekļa konc. piedibena ūdens slānī, mg/l					0,60181

No ieplakas dziļuma ir atkarīgs arī ezera dziļums un visa turpmākā attīstība (Leinerte, 1988). Maksimālais dziļums ir jāņem īpaši vērā, izvērtējot dziļos ezerus, kamēr sekliem un vidēji dziļiem ezeriem bez maksimālā dziļuma nozīmīgs ir arī vidējais dziļums.

Temperatūra piedibena ūdens slānī atkarīga no ezera dziļuma un liecina par to, vai ezers ir stratificēts vai nav, tā ir nozīmīgs rādītājs visāda dziļuma dzidrūdus ezeriem.

Daļēji no stratifikācijas, daļēji no ezera bioloģiskā tipa ir atkarīga skābekļa izplatības zemākā robeža. Šis rādītājs ir būtisks jebkuram ezeram, tomēr to nekādi nedrīkst apiet, novērtējot dziļos un brūnūdens ezerus. Turpretim sekliem un

vidēji dziļiem dzidrūdus ezeriem svarīgs rādītājs ir skābekļa daudzums ūdens virsējā slānī, kurš liecina par bioloģisko procesu aktivitāti.

4. tabula					
Faktoru struktūra dzidrūdus ezeriem					
	31,70%	22,50%	12,70%	8,30%	6,50%
	Faktors				
Pazīmes	1	2	3	4	5
Mežu platības pamatbaseinā, ha	0,87564				
Pamatbaseina platība, ha	0,87090				
Krasta līnijas garums, km	0,80920				
Ezera platība, ha	0,78175				
Temperatūra piedibena ūdens slānī, t °C	0,75158				
Ezera tilpums, m ³	0,72059				
Skābekļa konc. ūdens virskārtā; mg/l	0,70057				
Skābekļa izplatības zemākā robeža, m		0,77598			
Ezera maks. dziļums, m		0,75602			
Ezera vidējais dziļums, m		0,72093			
Ūdens dzidrība, m		0,65894			
pH		-0,52693			
Ūdens sateces baseina platība, km ²			0,93924		
Nosacītā ūdens apmaiņa, % gadā			0,81650		
Skābekļa konc. piedibena ūdens slānī, mg/l				0,60509	
Ūdens temperatūra virskārtā, t °C					0,85765

Ūdens sateces baseina platība kā 1. faktora pazīme raksturīga vienīgi brūnūdens ezeriem. Acīmredzot tas ir bijis viens no galvenajiem apstākļiem, kas veicinājis šīs grupas ezeru straujāku novecošanos. Ja salīdzina savā starpā visus ezerus pēc specifiskā baseina [Specifiskais baseins ir lielums, kas rāda, cik reizes ūdens sateces baseina platība pārsniedz ezera platību.] lieluma, tad brūnūdens ezeriem tas vairumā gadījumu ir 20 - 160. Ir atsevišķi dzidrūdus ezeri ar milzīgu specifisko baseinu, tomēr lielākajai daļai tas svārstās robežās no 2 līdz 25. Dažiem no apsekotajiem brūnūdens ezeriem ir pārsteidzoši mazi specifiskie baseini - 3 - 10. Tā kā starp tiem ir arī Unguru ezers, par kuru diezgan pārliecinoši var teikt, ka tā degradēšanos izraisījis pārliecīgs purva ūdeņu pieplūdums, ir pamats domāt par šādu pavērsieni ar Lielā Gusēna, Pidēnu, Plaužu, Raipala, Sudas purva jeb

Inderdēļu un Ušura ezeru attīstībā. Šīs versijas ticamību varētu pierādīt vai noliegt vienīgi ezeru nogulumu analīzes.

5. tabula					
Faktoru struktūra dziļiem dzidrūdens ezeriem					
	38,70%	17,80%	12,50%	10,40%	6,70%
	Faktors				
Pazīmes	1	2	3	4	5
Krasta līnijas garums, km	0,96100				
Pamatbaseina platība, ha	0,94825				
Mežu platības pamatbaseinā, ha	0,90861				
Ezera tilpums, m ³	0,88797				
Ezera platība, ha	0,84995				
Skābekļa izplatības zemākā robeža, m	0,70294				
Ezera maks. dziļums, m	0,66086				
Temperatūra piedibena ūdens slānī, t °C	0,55419				
Skābekļa koncentrācija piedibena ūdens slānī, mg/l	0,48003				
Ezera vidējais dziļums, m		-0,60429			
Ūdens sateces baseina platība, km ²					
Nosacītā ūdens apmaiņa, % gadā					
pH					
Ūdens dzidrība, m					
Skābekļa konc. ūdens virskārtā, mg/l				-0,53703	
Ūdens temperatūra virskārtā, t °C					0,84272

Balstoties uz ieplakas - apkārtnes faktoru, ezeru daudzveidību var izskaidrot ar pazīmēm, kuras norāda uz ārējiem, no paša ezera dzīves maz atkarīgiem apstākļiem. Turpretim nākamais faktors apvieno pazīmes, kas liecina par procesiem pašā ezerā.

2. faktors nodrošina 18 - 25 % no izejas informācijas. Šajā faktorā ietvertās pazīmes veido diezgan lielas atšķirīgas kombinācijas pa ezeru kopām. Te ir gan maksimālais un vidējais dziļums, gan temperatūra piedibena ūdens slānī, tomēr gandrīz visos gadījumos ir arī tās pazīmes, pēc kurām orientējoši var spriest par ezeru eutroficešanās pakāpi. Uz to norāda ūdens dzidrība, pH un skābekļa koncentrācija ūdenī. Visi rādītāji ir savstarpēji cieši saistīti. Ūdens ķīmiskais sastāvs veidojas bioloģisko un bioķīmisko norišu rezultātā. To intensitāti regulē temperatūra, kura pati ir atkarīga no ezera dziļuma, ūdens masas apjoma un virsmas platības.

Atcerēsimies, ka no abiem pēdējiem rādītājiem atvasina ezera vidējo dziļumu.

Eitrofikācijas faktors - tāds nosaukums mums likās vispiemērotākais 2. faktoram.

6. tabula				
Faktoru struktūra brūnūdens ezeriem				
	43,60%	25,30%	11,10%	7,10%
	Faktors			
Pazīmes	1	2	3	4
Ezera tilpums, m ³	0,98692			
Krasta līnijas garums, km	0,98239			
Ezera platība, ha	0,91067			
Pamatbaseina platība, ha	0,90787			
Ūdens sateces baseina platība, km ²	0,8645			
Mežu platības pamatbaseinā, ha	0,86091			
Skābekļa izplatības zemākā robeža, m	0,64248			
pH		0,89896		
Temperatūra piedibena ūdens slānī, t °C		-0,79515		
Ūdens dzidrība, m		0,65552		
Ezera maks. dziļums, m		0,64073		
Ezera vidējais dziļums, m		0,63807		
Ūdens temperatūra virskārtā, t °C			0,87382	
Skābekļa konc. ūdens virskārtā, mg/l			-0,50689	
Nosacītā ūdens apmaiņa, % gadā				0,6892

Analizējot kopas “visi ezeri” 2. faktorā ietvertās pazīmes, var secināt, ka par jebkura ezera stāvokli ir iespējams ja u mazliet spriest, uzzinot par ūdens dzidrību, skābekļa koncentrāciju ūdens virsējā slānī un temperatūru dziļumā. Turklāt, temperatūrai piedibena slānī paaugstinoties, kā arī palielinoties skābekļa koncentrācijai ūdens virskārtā, ūdens caurredzamība samazinās. Šīs parādības būtība vispārējos vilcienos ir šāda. Seklos ezeros temperatūra pie dibena maz atšķiras no augšējo slāņu temperatūras. Te intensīvi rit bioloģiskie un bioķīmiskie procesi, kuru gaitā ātri atbrīvojas biogēnās vielas un tikpat ātri tās atkal tiek patērētas aļģu masas augšanai. Aļģu masveida attīstības sākumposmā vērojams skābekļa koncentrācijas pieaugums ūdens virsējos slāņos. Skābekli izdala aļģes. Tām atmirstot, skābekļa koncentrācija samazinās, jo to lielās devās patērē baktērijas aļģu pārstrādāšanas procesā. Likumsakarība tāda: jo ūdenī vairāk aļģu vai to sadalīšanās produktu, jo caurredzamība mazāka. Šāds ezers ir sliktākā stāvoklī un tā eitrofikācijas pakāpe augstāka.

Lai izvērtētu seklo un vidēji dziļo dzidrūdens ezeru daudzveidību, ir nepieciešami vairāki raksturotājlīkumi, nekā apskatot visus ezerus kopā (sk. 4. tab.). Eitrofikācijas faktors dzidrūdens ezerus atdala vienu no otra pēc skābekļa izplatības zemākās robežas, maksimālā un vidējā dziļuma, tāpat arī pēc ūdens caurredzamības un reakcijas (pH).

Apskatot skābekļa izplatības zemāko robežu, noteikti jāzina ezera maksimālais un vidējais dziļums. Piemēram, zināms, ka skābekļa izplatības robeža ir 2,5 m.

Informācija, ko sniedz šis apgalvojums, būtiski atšķiras, runājot par dažāda dziļuma ezeriem. Seklā ezerā šie 2,5 m var aptvert visu ūdens masu līdz pat dibenam. Tas nozīmē, ka vasarās te ir ļoti labi skābekļa apstākļi, ko nodrošina daudzie ūdens augi un atmosfēras skābeklis, turpretim ziemā - ļoti slikti. Zemledus periodā ūdenī izšķīdušais skābeklis ātri vien tiek iztērēts galvenokārt atmirušo augu u.c. organisko vielu mineralizācijai. Starp aplūkojamiem ezeriem tāds ir aizaugošais Pūricu ezers. Otrā gadījumā ezera dziļums 3 - 5 m. Tas var būt nestratificēts vai vāji stratificēts ezers ar pavisam nelielām temperatūras atšķirībām ūdens virsējos un piedibena slāņos. Mirušās jeb bezskābekļa zonas iestāšanās vasaras periodā jau 2,5 m dziļumā liecina par milzīgiem nesadalījušos organisko vielu krājumiem ezerā. Tās var rasties alģu nemītīgas vairošanās dēļ un var arī ieplūst jau gatavā veidā no sateces baseina. Šie ezeri ir ļoti sliktā stāvoklī, t.i., tie pārbagāti ar augu barības vielām un strauji degradējas. Piemēram izmantoti Lubezers un Rābutis.

Trešā gadījumā ezeru dziļums 9 - 13 m. Labi izteikta termiskā stratifikācija. Nelielā ūdens caurredzamība (0,5 - 0,8 m) un sārmainā reakcija (pH 8,2 - 9,2) norāda, ka ūdens "zied". To varēja izraisīt tikai no ārienes ienākošās barības vielas. Skābekļa izplatības zemāko robežu parasti nosaka vasaras stagnācijas perioda beigās - jūlijā, augustā. Stratificētos ezeros pa lielākai daļai barības vielas vasaras periodā no dziļūdens slāņiem neieklūst virskārtā. Tās vielas, kas ienāca pavasarī ūdens cirkulācijas laikā, jau sen ir iztērētas. Organisko vielu uzkrājumi ir lieli, tās nemītīgi nāk klāt gan no ārienes, gan rodas pašā ezerā. Tādēļ hipolimnionā esošais skābeklis viss tiek iztērēts jau vasaras stagnācijas perioda sākumā, un gada lielāko daļu šādos ezeros jau 2,5 - 3 m dziļumā valda pilnīgs skābekļa trūkums. Zemledus periodā skābeklis izzūd arī ūdens virsējos slāņos. Piemēram izmantoti Āraišu ezers, Kalnezers un Rieviņa ezers. Pirmajā no tiem ievada neattīrītus kanalizācijas ūdeņus, otrajā - drenāžas ūdeņus, trešajā - kūtsmēslus. No apsekotajiem ezeriem līdztīgā stāvoklī ir vairāki.

Dziļajiem dzidrūdens ezeriem svarīgākās eitrofikāciju raksturojošās pazīmes ietvertas jau ieplakas - apkārtnes faktorā. Tās ir skābekļa izplatības zemākā robeža un skābekļa koncentrācija piegrunts ūdens slānī. Dziļiem ezeriem maksimālais dziļums gandrīz visos gadījumos ir nozīmīgāks rādītājs par vidējo dziļumu. Lai dziļos

ezerus atšķirtu vienu no otra, vidējam dziļumam nav būtiskas nozīmes, bet, salīdzinot ar pārējiem, tas vienmēr ir lielāks.

Brūnūdens ezeru eitroficēšanās pakāpe it kā jau būtu skaidra pēc krāsas vien. Tomēr arī tur pastāv atšķirības, jo ūdens ar brūnu vai oranžu nokrāsu var būt gan distrofos, semidistrofos un patetam arī disoitrofos ezeros. Zināmu skaidrību šo tipu norobežošanā var sniegt ūdens reakcija, daļēji arī dzidrība un skābekļa koncentrācija ūdens virsējos slāņos. Šis rādītājs gan ir ietverts brūnūdens ezeru kopas trešajā faktorā, kurš likumsakarīgi papildina iepriekšējo, eitrofikācijas faktoru. Citu ezeru kopu trešie faktori vairāk ir saistīti ar ezeru savstarpēju nodalīšanu pēc nosacītās ūdens apmaiņas. Šo faktoru mēs tā arī nosaucām - *ūdens apmaiņas faktors*. Tas izskaidro apmēram 12 % no mūsu ievāktajām ziņām par ezeriem. Pazīmju savstarpējās attiecības un to loma ezeru attīstībā labi atklājas trešajā faktorā, kas izskaitļots dziļo ezeru kopai. Paplašinoties ūdens sateces baseinam, palielinās nosacītā ūdens apmaiņa un arī pH vērtība, bet ūdens dzidrība samazinās. Tas nozīmē, ka no lielāka sateces baseina barotājūdeņu pieplūdums ir lielāks, bagātāka ir arī biogēnu pietece, te straujāk attīstās aļģes, kuru dzīvības norišu gaitā ūdens reakcija kļūst sārmaināka. Galarezultātā ūdens dzidrība samazinās. Ūdens sateces baseina lielums, kā jau minējām, ir izšķiroši ietekmējis brūnūdens ezeru attīstību - un tieši tad, kad ūdens tajos vēl bija gaišs un dzidrs. Patlaban baseina lielumam ezeru turpmākajā degradācijā ir mazāka nozīme nekā vienam otram mazam, bet netīram baseinam dzidrūdens ezeru attīstībā. Var vēl pieminēt vienīgi to, ka brūnūdens ezeri jau ir kļuvuši stipri seklāki salīdzinājumā ar to kādreizējo dziļumu. Bet ūdens sateces baseins ir palicis tas pats un ūdens pietece - arī tā pati. Tā kā ezerdobe vairs nespēj uzņemt visu pienākošo ūdeni, ezers iet pāri malām. Pastiprinās piekrastes zemju pārpurvošanās un līdz ar to - arī humusvielu piegāde ezeram. Tomēr nav ļaunuma bez labuma. Humusvielas darbojas kā konservanti, kavējot organisko vielu mineralizēšanos, biogēnu apriti un ezera aizaugšanu. Pārējos - ceturto un piekto faktoru kā mazsvarīgākus mēs atsevišķi neapskatīsim. To sniegto informāciju var izmantot kā papildinājumu eitrofikācijas faktoram. Faktoranalīze ļāva mums pārliecināties, ka labākai ezeru iepazīšanai der jebkāds daudz maz loģisks ezeru vai pazīmju sakārtojums. Grupējums pēc ūdens krāsas, izdalot savrup dziļos dzidrūdens ezerus, bet atstājot pazīmes nesagrupētas, deva mums iespēju padziļināt savus priekšstatus par katru no ezeru kopām, kā arī par pazīmju dažādu kombināciju nozīmīgumu ezeru raksturošanā. Pēc izklāstītā materiāla var secināt, ka *jebkura ezera* pašreizējā stāvokļa novērtēšanai jāzina šādas pazīmes:

ūdens krāsa,

lielākais un vidējais dziļums,

temperatūra piedibena ūdens slānī,
skābekļa koncentrācija ūdens virsējā slānī,
skābekļa izplatības zemākā robeža jeb skābekli saturošā ūdens slāņa biezums,
ūdens dzidrība un
ūdens reakcija (pH).

Tiem dzidrūdens ezeriem, kuriem skābeklis ir visā ūdens masā, jāzina tā
koncentrācija piedibena ūdens slānī.

Piezīme: visi mērījumi izdarāmi ezera dziļākajā vietā.

Visu ezeru stāvokli uzskaitītās pazīmes neatklāj vienlīdz spilgti. *Seklie un vidēji dziļie dzidrūdens ezeri* vairāk atšķiras viens no otra pēc ūdens temperatūras pie ezera grunts, skābekļa daudzuma ūdens virsējā slānī un skābekli saturošā slāņa biezuma. *Dziļie ezeri* labāk nodalās pēc skābekli saturošā slāņa biezuma un skābekļa koncentrācijas piegrunts ūdens slānī.

Brūnūdens ezeru raksturošanā galvenā nozīme ir skābekli saturošā slāņa biezumam un ūdens reakcijai.

Variējot grupējumus, mainītos arī pazīmju kombinācijas, no kurām sastāv faktori. Lai kā arī grupētu ezerus vai raksturotājlielumus, tomēr pašas svarīgākās pazīmes attiecīgai ezeru kopai paliktu nemainīgas.

Ar faktoranalīzes palīdzību mēs pārliecināties arī par to, ka starp ainavas ekoloģiskajām sastāvdaļām nav tādu, kuru loma ezeru attīstībā būtu mazsvarīga un tādēļ - ignorējama. Tas jo sevišķi jāņem vērā, organizējot ezeru praktisko aizsardzību. Kā rāda mašīnas izskaitļotās vērtības, tieši vissvarīgākos ainavas elementus skar cilvēka saimnieciskā darbība. Tie ir krasta līnija, pamatbaseins, meži pamatbaseinā un viss ūdens sateces baseins. Tātad, regulējot cilvēka saimniecisko darbību, ir regulējams arī ūdens ķīmiskais sastāvs un visa ezera attīstības gaita.

EZERU SAGLABĀŠANA AINAVĀ

Tagad par sensāciju vairs neuzskatām ziņu, ka ūdens attīrīšanas tehniskās iespējas ļauj iegūt pilnīgi tīru ūdeni no jebkādā veidā piesārņota ūdens. To apliecina arī dzeramā ūdens iegūšana no jūras ūdens un attīrīta jeb atjaunināta ūdens aizvien plašāka izmantošana. Interesanti, ka pirmā pilsēta pasaulē, kura ūdensapgādē sāka izmantot attīrītos notekūdeņus, ir Vindhoka Namībijā (la Riviere, 1987).

Toties pārsteidzoša un apbrīnas vērta būtu vēsts, ka tepat pie mums, piemēram, Gaujas nacionālajā parkā vai Talsu rajonā, vai tikai kādas pilsētas vai arī saimniecības teritorijā, ir apturēta ezeru tālāka degradācija (eitroficēšanās, piesārņošana) un jau ir pamanāmas to atveseļošanās pazīmes. Patiesībā nekā pārsteidzoša šāda veida informācija nesatur. Jo ūdens krājumi atšķirībā no dažiem

citiem dabas resursiem spēj atjaunoties kā kvalitatīvi, tā kvantitatīvi. Tam ir nepieciešams tikai viens priekšnoteikums - cilvēka palīdzība un jo sevišķi iniciatīva. Pirmajā mirklī neparastākais šajā paziņojumā varētu likties vienīgi tas, ka tālredzīgākie no mums ir ne tikai apjautuši cilvēka un dabas vides vienotības nozīmīgumu, bet jau ar darbiem cenšas harmonizēt cilvēka un dabas savstarpējās attiecības par spīti jauna ceļa ieminēju grūtībām.

Mūsdienu saimniekošanas apstākļos nevar nodrošināt kāda ūdens objekta vispusīgu aizsardzību, šim mērķim nepakļaujot saimniecisko darbību visā ūdens sateces baseinā vai izņēmuma gadījumos vismaz pamatbaseinā, ja sateces baseins ir neliels un ūdens apmaiņa vāja. Ideālā variantā mērķa sasniegšanai attiecīgam reģionam būtu nepieciešama īpaši organizēta *vides kontroles sistēma jeb monitorings*. Viena ezera aizsardzības nodrošināšanai tā varētu būt lokāla vides kontroles sistēma, kas aptver tikai attiecīgo ūdens sateces baseinu. Šajā nolūkā ar vārdu "*kontrole*" saprot ne vien novērošanu, uzraudzību pārbaudes nolūkā vai pārbaudi, bet arī zināmas kārtības nodibināšanu jeb regulēšanu, kāda tieši nepieciešama noteiktā objekta saglabāšanai vai tā stāvokļa uzlabošanai.

Runājot par ezeriem, ar vides kontroles sistēmu ir domāta ezera un sateces baseina mijiedarbības mērķtiecīga regulēšana jeb konkrētāk - *ūdens sateces baseina ietekmes veidu izpēte, novērtēšana un regulēšana*. Sevišķa uzmanība jāpievērš ezeriem, kuri mazāki par 10 ha un kuriem pēc 1979. g. Ministru Padomes lēmuma Nr. 203 nepienākas ūdens aizsardzības piekrastes josla (Latv. PSR AP un Valdības Ziņotājs, 1979). Tieši mazie un seklie ezeri degradējas visātrāk, bet genofonda saglabāšanai nepārvērtējama nozīme ir jebkura lieluma ezeram.

Ar vides kontroles sistēmas palīdzību mazinātos ezeru eutrofīcēšanās temps, tādējādi attālinot vai pat pilnīgi novēršot hipereitrofās un diseitrofās stadijas iestāšanos.

Turpretim jau esošajiem hipereitrofajiem un diseitrofajiem ezeriem, kuru atveseļošanai ir nepieciešami papildu pasākumi pašās ūdenstilpēs, tiktu radīti labvēlīgi priekšnoteikumi turpmākai attīstībai.

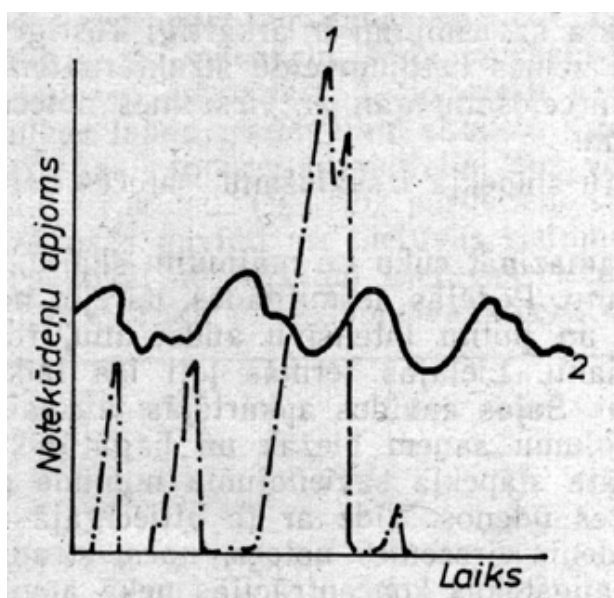
Lai gan šīs nodaļas ietvaros runājam tikai par ezeriem, tomēr jāatgādina, ka līdz ar ezeru aizsardzības nodrošināšanu zināmā mērā tiktu veicināta arī upju aizsardzība.

Katrs ezers taču ir kādas upes sateces baseina sastāvdaļa.

Kāds ir vides kontroles sistēmas galvenais uzdevums? Uz šo jautājumu var atbildēt ar vienu teikumu - cik vien iespējams samazināt vai pilnīgi pārtraukt dažādu vielu, īpaši augu barības vielu, iekļūšanu ezeros no āries. Diemžēl šī uzdevuma īstenošana praksē ir panākama tikai daudzu un dažādu savstarpēji saistītu vai pakārtotu darbību rezultātā, kuras skar kā punktveida, tā izkliedētos biogēnu un piesārņojošo vielu avotus.

Par *punktveida avotiem* uzskatāmi neatkarīgi no to attīrīšanas pakāpes saimnieciskie vai ražošanas notekūdeņi, kuri tiek koncentrēti vienuviet un kuriem ir viena vai vairākas konkrētas izlaides vietas dabā. Tiem var konstatēt gan sastāvu, gan apjomu, gan attīrīšanas pakāpi u.tml. rādītājus. Šo avotu ietekmi var regulēt, pilnveidojot attīrīšanas iekārtu tehnoloģiju vai uzlabojot ekspluatāciju. Pasaules augstāk attīstītajās valstīs tos uzskata par ļoti viegli kontrolējamiem avotiem.

Izklaidētiem piesārņojošo vielu un biogēnu avotiem pieskaitāmi lietus, sniegs, putekļi un lietusgāžu vai kūstošā sniega radītie virszemes noteces ūdeņi. Pēdējos gados, kopš ievērojami palielināties dažādu vielu izplatības areāls, - arī gruntsūdeņi. Šiem ūdeņiem pa lielākai daļai nav ne noteikta izcelšanās punkta, ne arī konkrētas vietas, kur tie ieplūst attiecīgajā ūdenstilpē. Kā apjoms, tā sastāvs šiem ūdeņiem ir ļoti nepastāvīgs gan laikā, gan telpā (5. att.).



5. attēls. No izklaidētiem piesārņojuma avotiem (1) un no konkrētiem izcelšanās punktiem (2) nākošā ūdens apjoma izmaiņas laikā (pēc Frere, Woolhiser et al. 1977).

Lai kontrolētu un regulētu piesārņojošās vielas un biogēnus, kas nāk no izklaidus avotiem, jāpārvar diezgan lielas grūtības. Vienīgais un labākais veids ir atbilstoša zemes apsaimniekošanas sistēma. Šīs sistēmas iekļaušana nebirokratizētas vides kontroles sistēmas ietvaros, nodrošina visracionālāko galvenā mērķa sasniegšanas veidu.

Ar ko sākt? Vispirms jāapseko pats ezers, jāpārlicinās par tā noturīgumu vai ievainojamību un orientējoši jānosaka tā bioloģiskais tips.

Jānovērtē ezera apdraudētība, vispirms nosakot tā izmantošanas veidu, ieteikošo upju stāvokli, zemes lietojumveidu struktūru sateces baseinā un sevišķu uzmanību pievēršot pamatbaseinam. Jāinventarizē visi piesārņojuma avoti (punktveida un izkliedētie) kā pamatbaseinā, tā visā ūdens sateces baseinā. Jāizspriež, cik lielā mērā tie ietekmē vai tikai apdraud attiecīgo ezeru. Jāpanāk punktveida avotu likvidēšana vai to satura atbilstoša attīrīšana. Obligāti jābūt lietas kursā par dūņu izlietošanu, kuras lielos daudzumos uzkrājas pēc notekūdeņu attīrīšanas. Tā kā pieaug ķīmiskais piesārņojums, šīs dūņas bez iepriekšējas attīrīšanas lauksaimniecībā nedrīkst izmantot. Izkliedēto avotu ietekmes novēršana vai mazināšana iespējama, pirmām kārtām kontrolējot biogēnu un piesārņojošo vielu iekļūšanu virszemes noteces ūdeņos un gruntsūdeņos. Neaizmirstot, ka kontrolējami un regulējami ir arī lietus un sniega kušanas ūdeņi, kas nāk no pilsētām, apdzīvotām vietām vai atsevišķiem ražošanas objektiem, noliktavām, šosejām un tamlīdzīgām vietām, galvenā uzmanība veltījama lauksaimniecībai. Ar lietpratīgu zemes apsaimniekošanu jāsamazina augsnes erozija; jānovērš virszemes noteces ūdeņu un gruntsūdeņu piesārņošana, sevišķu uzmanību veltījot slāpekļa savienojumiem. Novēršot augsnes eroziju, tiek kavēta fosfora iekļūšana ūdeņos. Fosfors ir saistīts ar vissīkākajām augsnes daļiņām, kuras strauji plūstošie lietus vai sniega kušanas ūdeņi aiznes sev līdzī. Tikpat svarīgi ir samazināt arī slāpekļa pārceļošanu, jo slāpekļa savienojumi viegli šķīst un izskalojas.

Pasaules praksē ir pārbaudīts, ka šādos gadījumos palīdz lauka apstrāde perpendikulāri nogāzei, kā arī zemes valnīša izveidošana laukmalē nogāzes lejasdaļā (kavē noteci), ilggadīgo zālāju joslu veidošana starp rušināmaugu laukiem (pārtver izskalotos biogēnus), ziemāju platību palielināšana sateces baseinā un tādu viengadīgo kultūru īpatsvara palielināšana, kurām ir garš veģetācijas periods (aiztur biogēnu izskalošanu), kūtsmēslu iestrādāšana augsnē pavasara periodā (novērš izskalošanu) (Fleischer et al., 1987; Rast, Holland, 1988; Sonzogni et al. 1980). Tā kā slāpekļa savienojumi ir ārkārtīgi kustīgi un viegli izskalojas, ir svarīgi zemes lietojumveidu struktūru dažādot. Tas samazina slāpekļa pārceļošanu gan ar virszemes noteces ūdeņiem, gan ar gruntsūdeņiem.

Lai ierobežotu slāpekļa izskalošanu, sateces baseinā veicami arī šādi pasākumi: ievērojami samazināt cūku un mājputnu skaitu, to vietā izvēršot liellopu audzēšanu. Pēdējās desmitgadēs, pārejot no liellopu audzēšanas uz cūku un putnu intensīvu audzēšanu, rodas grūtības ar mēslu izmantošanu. Lielajās fermās ļoti īsā laikā rodas milzīgi mēslu uzkrājumi. Šajos apvidos apkārtējās lauksaimniecības zemes

organisko mēslojumu saņem biežāk un bagātīgāk. Vienlaikus tur rodas pastiprināta slāpekļa savienojumu noplūde gruntsūdeņos un virszemes noteces ūdeņos. Līdz ar to attiecīgajā ezerā ieplūstošie ūdeņi (gruntsūdeņi, virszemes notece, upes, strauti, grāvji) satur slāpekli daudz augstākās koncentrācijās nekā apvidos bez lielajām fermām.

Kur vien iespējams, nepieciešams samazināt slāpekli saturošā mēslojuma lietošanu. Jācenšas celt ražību, izmantojot jau augsnē esošo slāpekli, kā arī to, kas nonāk uz zemes ar nokrišņiem. Ja slāpekļa tiešām nepietiek, tad vislabāk tā krājumus palielināt ar kūtsmēsļu palīdzību. Tā kā ļoti daudz slāpekļa atmosfērā nokļūst ar automobiļu izplūdes gāzēm, tad, gluži dabiski, jāierobežo auto kustība ezeru apkaimē (Fleischer et al., 1987; Fleischer, Hamrin, 1988).

Ārvalstu zinātnieki aicina atgriezties pie liellopu audzēšanas kā ekoloģiski daudz tīrāka lauksaimnieciskās produkcijas ražošanas veida. To pašu apgalvo arī Latvijas PSR Nopelniem bagātais zinātnes darbinieks, ekonomisko zinātņu doktors Benjamiņš Treijs, turklāt zinātniski pamatodams, ka mūsu fiziogēogrāfiskajā joslā no tautsaimniecības viedokļa visizdevīgākā ir piena ražošana. Viņš jau pirms 20 gadiem savā doktordisertācijā ar aprēķiniem pierādījis, ka Latvijas dabas apstākļos vislētāko iedzīvotāju apgādi var nodrošināt tieši ar piena produktiem (Трейс, 1970). B.Treija darba pamatdoma ietilpināma trijās atziņās.

1. Pakāpeniski jāpāriet uz piena ražošanu, vienlaicīgi piebremzējot gaļas ražošanas pieaugumu. Tādējādi iegūtu produkciju uz pašražotas barības rēķina (palielinot zālāju platību īpatsvaru), atsakoties no graudu importa.
 2. Piegādes savienības fondā izdarāmas uz piena izstrādājumu rēķina.
 3. Liellopu gaļa un cūkgaļa jāražo galvenokārt republikas iekšējam patēriņam.
- Citos zemeslodes reģionos, kur dabas apstākļi ir ļoti līdzīgi vai tikai nedaudz atšķirīgi no mūsējiem, šādu lauksaimniecības specializāciju praktizē jau sen, piemēram, Lielo ezeru apkārtnē ASV un Somijā. Uzskatāmības labad piedāvājam skaitļus (gan nedaudz novecojušus, bet galvenās proporcijas saglabājušus vēl šodien), kuri raksturo ienākumu struktūru (%) no pārdotiem lauksaimniecības ražojumiem Sent Luisas apvidū un Lietuvas rietumdaļā. Izvēlētajā apvidū Lielo ezeru apkārtnē ASV un Lietuvas rietumos ir gandrīz pilnīgi vienādi dabas apstākļi (Специализация сельского хоз., 1966).

Produkcijas veids	Sent Luisas apv.	Lietuvas
Augu produkti	8,5	27,4
Lopkopības produkti,	78	64,8
no tiem - dzīvi pārdotie lopi, attiecīgi:	24,8	36,5
liellopi	19,7	8,5
cūkas	3,3	25,8

aitas un kazas	1,2	1,2
zirgi	0,6	-
Piens un piena produkti	46,1	25,1
Putnu gaļas produkti	6,8	1,5
Vilna	0,3	0,8
Pārējie lopkopības produkti	-	1,9

Zināmā mērā lauksaimnieciskās ražošanas specializācija tieši šādā virzienā ir palīdzējusi panākt straujāku Lielo ezeru atveseļošanu pēdējos gados.

Vēl viens no paņēmieniem kā kavēt slāpekļa koncentrācijas pieaugumu ezeros, ir samazināt tā daudzumu ieplūstošo upju un strautu ūdenī. Grupa jau vairākkārt minēto Zviedrijas zinātnieku ar Fleišeru (1987) priekšgalā piedāvā šādu risinājumu: ar slāpekļa savienojumiem bagāto ūdensstrauņu ceļā mākslīgi jārada apstākļi šī elementa izmantošanai. Līdz šim sateces baseinos šādu iespēju ir ļoti maz, jo mazie un sekļie ezeriņi ir aizauguši un kopā ar purvājiem nosusināti, upes iztaisnotas un padziļinātas, iznīcinot sekļās nokrastes un sēkļus, daudzi strauti iesprostoti cauruļvados vai pārvērsti par grāvjiem. Gandrīz nekur baseinā nav vietas, kur izgulsnēties ūdensstrauņu pārnestām organisko vielu daļiņām (satur daudz slāpekļa) un kaut nedaudz dabiskā veidā attīrīties pašām ūdensstrauņēm. Tādēļ ir nepieciešams no jauna radīt lielākus un mazākus sekļus ezeriņus vai purvājus, caur kuriem novirzīt ar slāpekli bagāto ūdensstrauņu plūsmu. Te nogulsnētos ūdens nestās daļiņas, bet seklūdens joslā sadalītos kā ienestās, tā uz vietas radušās organiskās vielas līdz gandrīz pilnīgam slāpekļa zudumam. Pūšanas procesā daļa slāpekļa vienmēr izdalās brīvā veidā atmosfērā (denitrifikācija), kamēr cita daļa nitrātu veida iesaistās ūdenstilpes aprītē.

Savukārt ienestos nitrātus pārtvertu purvu augi vai ūdensaugi un izmantotu savas masas veidošanai.

Ir aprēķināts, ka šādā veidā tiek aizturēti vairāk nekā 50 % no baseinā ienākošā slāpekļa, kurš citādi ieplūstu Kategata jūras šaurumā caur Laholma līci Zviedrijas piekrastē. Tagad šos slāpekļa savienojumus pārtver līča sateces baseinā (platība 10100 km²) esošais plašais Bolmena ezers.

Ja reģionā ir vairāki ezeri, kuriem nepieciešama pastiprināta aizsardzība, tos vispirms izvērtē pēc līdzības un atšķirības. Ja nav iespējams nodrošināt visu ezeru aizsardzību vienlaikus, jāsāk ar vislabākajā stāvoklī esošo ezeru saglabāšanu. Nepieciešamības gadījumos ezeriem jāizstrādā individuālie aizsardzības režīmi, īpašu vērību veltījot pamatbaseiniem un vajadzības gadījumā nosakot piekrastes aizsargjoslu, kas līdzinās pamatbaseina platībai.

Jāpiezīmē, ka, pieļaujot saskaņā ar minēto Ministru Padomes lēmumu noteiktās ūdens aizsardzības piekrastes joslas izmantošanu lauksaimniecības vajadzībām, īpaši tīrumiem un ganībām, kā arī dzīvojamo ēku, lopkopības fermu un dažādu noliktavu vai ražošanas objektu celtniecībai vai paplašināšanai un ceļu būvei, ezeru aizsardzība būs mazefektīva.

Vides kontroles sistēma realizējama praksē ar tālāk minēto galveno pasākumu palīdzību.

1. Dabā ap katru ezeru iezīmējama ūdens aizsardzības piekrastes josla. To nosakot, nepieciešams vairāk rēķināties ar pamatbaseina topogrāfiskajiem apstākļiem nekā ar minētajā LPSR MP lēmumā formāli noteiktajiem 200 m. Atkarībā no reālajiem apstākļiem tā būtu paplašināma vai samazināma.
2. Nav pieļaujama ūdens līmeņa pazemināšana nevienā no ezeriem.
3. Dažu vai vairāku hidroķīmisko rādītāju pastāvīga vai periodiska (atkarībā no apstākļiem) kontrole, ja iespējams, kontrolēt arī bioloģiskos rādītājus, piemēram, analizēt fitoplanktonu, zooplanktonu un bakterioplanktonu.
4. Piesārņojuma un barības vielu avotu pastāvīga kontrole pamatbaseina un bīstamāko avotu kontrole visā ūdens sateces baseinā; uzmanība pievēršama urbanizētiem apvidiem, arī dārzkopības kooperatīviem un atpūtas mājīņu rajoniem, lauksaimnieciski izmantojamām zemēm, autoceļiem un autostāvvietām, atsevišķiem ražošanas objektiem, noliktavām, lopkopības fermām, atkritumu izgāztuvēm, naftas produktu, minerālmēsļu un indīgo ķīmikāliju glabātavām, notekūdeņu attīrīšanas iekārtām u.tml. objektiem.
5. Pazemes ūdeņu pastāvīga vai periodiska kontrole ap piesārņojuma avotiem kā pamatbaseinā, tā arī visā ūdens sateces baseinā.
6. Minētās lauksaimniecisko pasākumu sistēmas īstenošana. Godprātīgi realizējot šo sistēmu, atkristu vajadzība pēc īpašām ūdens aizsardzības piekrastes joslām. Kamēr sistēma netiek īstenota, aizsargjoslām atbilstošo noteikumu ievērošana ir obligāta. Piezīme: lauksaimniecisko pasākumu sistēma var arī atšķirties no piedāvātās, bet tai jānodrošina mērķa sasniegšana.
7. Drenāžas ūdeņu iepriekšēja attīrīšana (nosēddīķi vai tml. ietaises) pirms ievadīšanas ezerā.
8. Ja ir atzīts par lietderīgu - arī ezeru atveseļošanas pasākumu realizēšana.
9. Ražošanas un sadzīves kultūras līmeņa paaugstināšana, kā arī ekoloģiskās izglītības darba izvērsšana.
10. Ja vajadzīgs - arī uzraudzības organizēšana, lai nodrošinātu paredzēto pasākumu īstenošanu.

Vadoties pēc iegūto datu analīzes un ezera stāvokļa, ja nepieciešams, aizsardzības režīms tiek pastiprināts uz ilgāku vai īsāku laiku. To panāk, gan pilnveidojot

saimniecisko pasākumu sistēmu, gan regulējot ūdens objekta izmantošanu, piemēram, aizliedzot tādas rekreācijas nodarbības kā peldēšanu vai makšķerēšanu u.tml.

Kā jau tika minēts, daudzi ezeri ir tik tālu degradējušies, ka tos nevar atveseļot tikai ar vides kontroles sistēmas pasākumiem. Tas attiecas uz hipereitrofajiem un diseitrofajiem ezeriem, piemēram, Aldzes, Āraišu, Auciema ezeru, Kalnezeru, Lubezeru, Mācītājmājas ezeru, Mundiķezeru, Nogales, Pieškalu, Punga, Rieviņu ezeru un vēl vairākiem citiem no aplūkotajiem. Šādu ezeru atveseļošanas un saglabāšanas nolūkā jāapstrādā pats ezers. Sīkāk neiztīrājot, norādīsim iespējamos pasākumu variantus, kādus piedāvā Somijas un ASV zinātnieki (Seppänen, 1973; Бартч и др. 1979).

Fosfora inaktivācija. Ir iespējams fosforu izgulsnēt ar ķīmiskiem līdzekļiem, kurus pievieno ezera ūdenim.

Dūņu izvākšana. Paņēmiens, kas ievērojami samazina biogēnu, īpaši fosfora, daudzumu ūdenī, ir ezera dūņu slāņa virskārtas noņemšana. Atkarībā no atsūkņēšanai vai izsmelšanai lietotās ierīces konstrukcijas (visbiežāk pielāgo dažādus zemessūcējus un bagarmašīnas) dūņas vairāk vai mazāk uzduļķo, piesārņojot ūdeni no jauna. Tik spēcīga paņēmienu lietošana ilgu laiku nelabvēlīgi ietekmē ne tikai mikroskopisko augu augšanu, bet visu dzīvo organismu attīstību kopumā.

Dzilūdens slāņa atsūkņēšana. Daudz vienkāršāka, bet iepriekš minētā mērķa sasniegšanai pilnīgi pietiekama metode ir ūdens atsūkņēšana no ezera dzilajiem, piegrunts slāņiem. Tie ir daudz bagātāki ar fosforu nekā virsējie slāņi.

Atšķaidīšana. To var veikt divējādi: nolaižot vai izsūkņējot iespējami vairāk ezera ūdens, lai pastiprinātos ar biogēniem nabadzīgo pazemes ūdeņu pieplūde, un pievadot ezeram tīru (nepiesārņotu un bez biogēniem) ūdeni no virszemes ūdenstilpēm. Šo paņēmienu iespējams kombinēt ar dūņu virskārtas noņemšanu. Metodes lietošanu ierobežo atšķaidīšanai nepieciešamais tīrā ūdens daudzums.

Ūdens līmeņa pazemināšana. Lieto, lai iznīcinātu iesakņojušos ūdensaugus, atkailinot un apžāvējot ezeru gruntis.

Šī metode nav ieteicama, jo atkailinātās gruntis ātri mineralizējas un atbrīvojušies biogēni atgriežas ūdenī.

Aerācija. Gaisa ievadīšana dzilūdens slāņos, lai likvidētu tur skābekļa trūkumu, kalpo visas ūdenstilpes stāvokļa regulēšanai. Viens no galvenajiem aerācijas uzdevumiem - nodrošināt pēc iespējas ciešāku fosfora piesaisti ezera nogulumos, lai kavētu tā apkārtni.

Ūdens organismu izņemšana. Metodi lieto, lai atbrīvotu ezerus no biogēniem ar ūdens organismu starpniecību. Ir praktizēts ar mehāniskiem līdzekļiem savākt gan aļģes, gan

sestonu, gan makroskopiskos augus, gan izzvejojot nevērtīgās (no cilvēka viedokļa) zivis. Diemžēl šī metode, ja to lieto vienu pašu, ir mazefektīva, jo ūdens organismi uzkrāj samērā maz biogēno elementu.

Bioloģiskās metodes. Ar šīm metodēm saistās lielas cerības samērā viegli atbrīvoties no biogēnu pārbagātības. Viens no paņēmieniem ir augēdāju zivju skaita palielināšana, to introdukcija vai aklimatizācija. Bet ir ļoti svarīgi saglabāt pareizas attiecības starp augēdājiem un plēsīgajām zivīm. Praksē ir pierādījies, ka tikai augēdāju zivju skaita palielināšana sekmē ezeru eitroficēšanos. Turpretim, savairojot arī plēsīgās zivis, kuras regulē augēdāju skaitu, konstatēta ievērojama ūdens tīrību uzlabošanās.

Viegla, lēta un universāla metode, kura simtprocentīgi garantētu ezeru atveseļošanos un atjaunināšanos, vēl nav radīta. Nosauktās metodes domātas biogēnu samazināšanai ūdenī. Bet, ja ezerdobe ir gandrīz piepildījies ar dūņām un ezera lielākais dziļums vairs ir tikai 1,5 - 2 m, tad ezera atjaunošanas vienīgais līdzeklis ir dūņu izvākšana. Jo vairāk, jo labāk.

Kā rāda pieredze, efekts, ko iegūst, lietojot uzskaitītās metodes, ir ievērojami mazāks par to, kas rodas, ilgstoši ierobežojot barības vielu pieplūdumu no ārienes, t.i., kontrolējot punktveida un izkļedētos biogēnu avotus. Izvēlēta paņēmiena iedarbīgums pieaug, ja tas ir lietots vides kontroles sistēmas ietvaros.

Jāuzsver, ka vides kontroles sistēmas radīšana nav vienīgais veids, kā aizsargāt un saglabāt ezerus. Tas ir viens no pilnīgākajiem, drošākajiem un lētākajiem paņēmieniem.

Lai kādiem paņēmieniem arī necenstos ezerus saglabāt, šis darbs jāuzsāk nevilcinoties. Katra nokavēta diena sadārdzina ne tikai tiešās izmaksas, bet padziļina ekonomiskās, sociālās un ekoloģiskās sekas, kuru likvidēšana izmaksās dārgāk nekā ezeru aizsardzība viena pati. Šis ir gadījums, kad neko nedarīšana maksā sevišķi dārgi.

Bet runa jau nav tikai par naudu vien. Runa ir par ezeriem Latvijas ainavā.

Literatūra

1. Fleischer S., Hamrin S., Kindt T., Rydberg L., Stibe L. Coastal eutrophication in Sweden: reducing nitrogen in land runoff // AMBIO, 1987, 16, 5.
2. Fleischer S., Hamrin S. F. Land use and nitrogen losses – a study within the Laholm Bay drainage area of Southwestern Sweden // Verh. Internat. Verein. Limnol., 1988, 23.
3. Frere M. H., Woolhiser D. A., Caro J. H., Stewart B. A., Wischmeier W. H. Control of nonpoint water pollution from agriculture: some concepts // J. Soil and Water Conserv., 1977, 32, 6.

4. Latvijas PSR Augstākās Padomes un Valdības ziņotājs, 22 (2839). – 1979. – 31. maijs – 765. – 767. lpp.
5. Leinerte M. Ezeri deg! – R.: Zinātne, 1988.
6. Mäemets A. On Estonian lake types and main trends of their evolution // Estonian wetlands and their life. – Tallin, 1974. – P. 29 – 62.
7. Maldavs Z., Melluma A., Seile A. Ģeomorfoloģijas pamati. – R.: Zvaigzne, 1981.
8. Nilsson S. I. Why is lake Gardsjön acid? – An evaluation of processes contributing to soil and water acidification // Ecological Bulletins. – Stockholm, 1985. – 37.
9. Pera F., Ramane H. Hidroķīmiskie pētījumi sakarā ar Latvijas PSR Ezeru tipoloģiju // Latv. PSR ZA Vēstis. – 1959. – 6.
10. Rast W., Holland M. Eutrophication of lakes and reservoirs: a framework for making management decisions // AMBIO, 1988, 17, 1.
11. la Rivere J. W. M. Water quality: present status, future trends // Resources and world development. – Berlin, 1987.
12. Seppänen P. Limnological principles and possibilities within lake restoration. – Helsinki, 1973.
13. Sonzogno W. C., G. Chesters, D. R. Coote et al. Pollution from land runoff // Environmental Sci. Technol. – 1980, 14, 2.
14. Батч А. Ф., Мельюг К. В., Пауэрс С. Ф., Малони Т. Е. Эвтрофикация в США: прошлое, настоящее, будущее // Влияние загрязняющих веществ на гидробионтов и экосистемы водоемов. – Л.: Наука, 1979.
15. Классификация водных объектов. ГОСТ 17.1.1.02-77. – М., 1977. – 19 с.
16. Линдпере А. В., Милиус А. Ю., Стараст Х. А. Растворенный в воде кислород в ряду параметров трофии малых озер // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Вып. VII. – Иркутск: Гидрохимия, 1985.
17. Линдпере А., Стараст Х. Определение индекса трофии термически стратифицированных озер по кислороду – Изд. АН Эст. ССР. Биология. 1983, 32, 4.
18. Милиус А. Связь между прозрачностью воды и содержанием хлорофилла в малых озерах Эстонии. – Изд. АН Эст. ССР. Биология. 1980, 29, 2.
19. Милиус А. Показатели эвтрофирования и индексы трофности малых озер Эстонии. – Изд. АН Эст. ССР. Биология. 1982, 31, 4.
20. Пэр Ф. Л. Гидрохимическая характеристика небольших озер Латвийской возвышенности в связи с их типологией // Сообщение II. – Изд. АН Латв. ССР 1961, 1.

21. Пэр Ф. Л. Гидрохимические исследования озер Латвийской ССР в связи с их типологией // Сообщение III. – Изд. АН Латв. ССР 1962, 8; Сообщение IV. – Изд. АН Латв. ССР 1963, 8.
22. Пэр Ф. Л., Школьников К. Л. Гидрохимическая характеристика промысловых озер Латв. ССР // Труды института биологии АН Латв. ССР. Рыбное хозяйство I, 1955.
23. Специализация сельского хозяйства в относительно сходных по природным условиям районах США и СССР. – М., 1966
24. Трейс Б. А. Сельское хозяйство // Проблемы развития народного хозяйства Латвийской ССР. – Рига: Зинатне, 1970.
25. Фокина В. Д. Охрана окружающей среды от загрязнения отходами животноводства (Обзорная информация). – М., 1980. – 51 с.

A.Melluma, **M.Leinerte** "Ainava un cilvēks", Rīga, 1992