

## Ezers <> Upe

Galvenā atšķirība starp upi un ezeru ir tā, ka upe organiskās vielas noārda (to sauc arī par pašattīrīšanos) un aiztransportē, ezers biogēnus akumulē.

Sevišķi aktīvi pašattīrīšanās procesi notiek upju straujtecēs (ritrāļa posmos), jo organikas noārdīšanai nepieciešams skābeklis, ar kuru bagāti ir krācainie posmi. Lēni tekošajās (potamāla upēs) pašattīrīšanās notiek daudz lēnāk, tajās notiek dūņu uzkrāšanās. Vienai un tai pašai upei ritrāļa posmi var mīties ar potamāla posmiem.

Ezers un upe kā ekosistēmas ir atšķirīgas, atšķiras to klasificēšanas principi, tāpēc arī novērtēšanas kritēriji ir atšķirīgi.

Ezeriem raksturīga eitroficēšanās dabiskā ceļā, taču cilvēka ietekme šo gaitu var ievērojami paātrināt.

Eksistē vairāki veidi, kā ezeri tiek piesārņoti, taču galvenais piesārņotājs praktiski ir viens – biogēni.

Biogēni ir barības vielas, no kurām lielākā nozīme ir P un N saturošām organiskajiem un neorganiskajiem savienojumiem.

## Svarīgāko terminu skaidrojumi:

- eitroficēšanās – ezera bagātināšanās ar barības vielām,

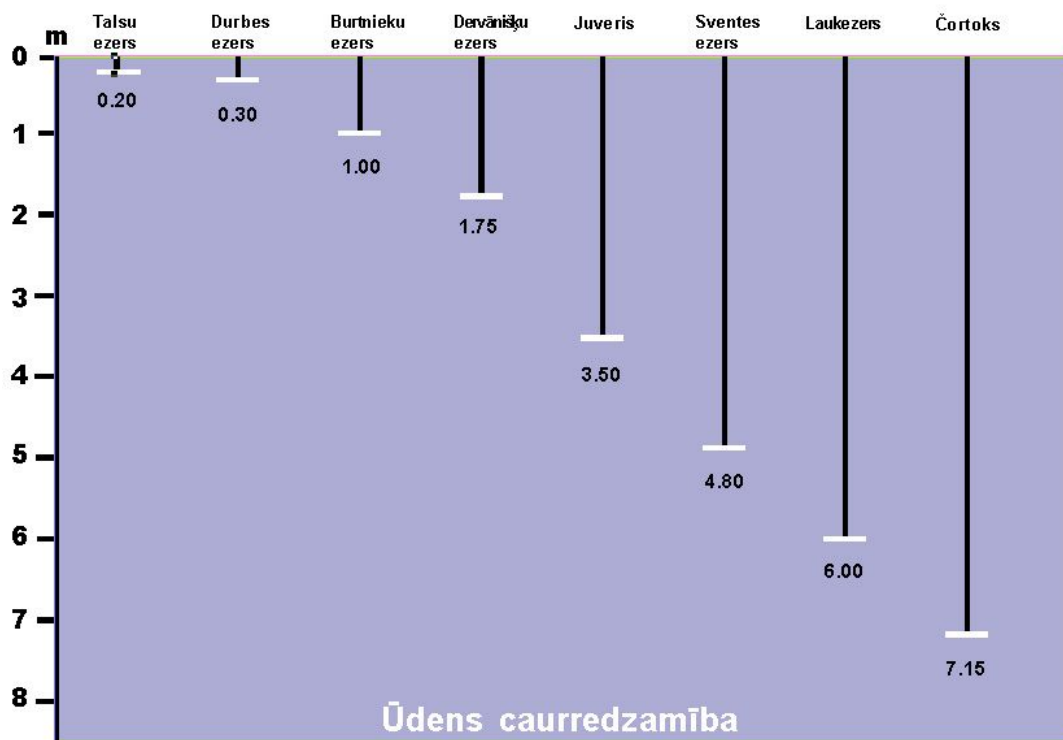
Eitrofikācija ir dabisks process, kuru cilvēka darbība paātrina. Latvijā nav neviena neietekmēta ezera.

- stratifikācija – ūdens noslāņošanās T atšķirību dēļ,

Latvijas dziļajos ezeros ūdens noslāņošanās notiek 2 reizes gadā – vasarā un ziemā. Noslāņošanās pamatā ir svarīga ūdens īpašība – lielākais blīvums pie 4 °C.

- eifotiskā zona – gaismas zona,

Tas ir ūdens slānis, kurā ir iespējama fotosintēzei. Dziļāk par šo zonu piegrunts veģetācijas nav. Precīzi šī slāņa dziļumu aprēķina pēc formulas – kvadrātsakni no Seki reizinot ar 5, taču aptuveni nosaka, Seki pareizinot ar 2.

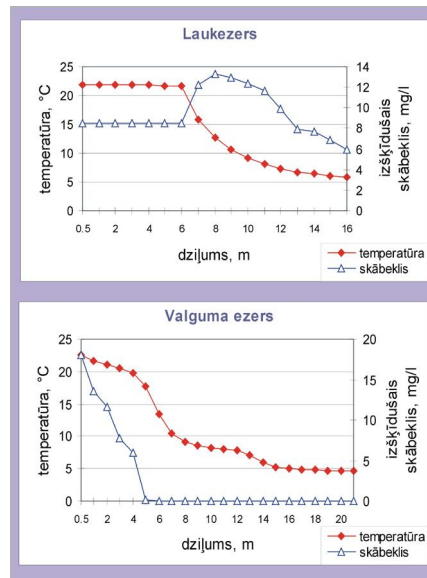


- epilimnijs – augšējais, “siltais”, biogēniem nabadzīgais slānis,

Epilimnijs veidojas dziļiem ezeriem vasaras stratifikācijas laikā. Tā dziļums atkarīgs no vairākiem faktoriem – jo lielāka ezera virsmas platība, jo lielāks ir apmaišanās dziļums, līdz ar to arī dziļāk sniedzas epilimnijs. Epilimnija dziļums ir saistīts arī ar ūdens krāsu – brūnūdens ezeriem tas ir stipri mazāks. Pat diezgan sekli brūnūdens ezeri mēdz būt stratificēti, piemēram, Sēres ezeram (pie Garkalnes) dziļums ir 3.5 m, taču ezers ir stratificēts, un epilimnijs sniedzas tikai līdz 1.5 m dziļumam. Tas ir raksturīgi arī nelieliem purva ezeriem.

- metalimnijs – t.s. T lēcienislānis (starp epilimniju un hipolimniju), kam raksturīga strauja T krišanās, Vasarā ūdens T vienmēr pazeminās virzienā no virsmas uz leju, taču metalimniju nosaka pēc tā, ka T krītas vairāk kā par 1 °C uz 1 m. Parasti metalimnijs ir dažus metrus biezs.

- hipolimnijs – apakšējais, “auksts”, biogēniem bagātais slānis, Jo dziļāks ezers, jo lielāku tilpumu aizņem hipolimnijs. Tā kā hipolimnijā ir zema ūdens T (4 – 10 °C) un nav gaismas, fotosintēze nenotiek, un aļģu attīstība nav iespējama. Hipolimnijā notiek organisko vielu, atmirušo šūnu mineralizācija. Intensīvi tiek patērēts skābeklis, visbiežāk tas tiek iztērēts viss, un veidojas bezskābekļa apstākļi. Hipolimnijā uzkrājas lielas biogēnu koncentrācijas. Īpaši piesārņotos ezeros izveidojas H<sub>2</sub>S zona. Piemēram, Melnezerā (Daugavpils raj.).



- beznoteces ezers – bez pieteces un noteces, Beznoteces ezeru nav pārāk daudz, visbiežāk tie ir nelieli ezeriņi. Tieši starp beznoteces ezeriem atrodami tīrākie Latvijas ezeri, kā arī ezeri ar lielākajām aizsargājamo ūdensaugu atradnēm. Jāņem vērā, ka beznoteces ezeri ir visvieglāk degradējami. Piem., Velnezers un Linezers Rīgā, Ninieris, Pulksteņezers, Kadagas, Mazuikas. Beznoteces ezeri ir arī sūnu purvos, piem., Liepsalas, Pieslaista, Vērtēzis Teiču purvā, Akacis Slokas purvā.

- caurteces ezers – ar pieteci un noteci, Lielākā daļa Latvijas ezeru ir caurteces. Dažos ūdens apmaiņa notiek ļoti strauji, piem., Burtnieku ezeram – 5 reizes gada laikā.

- mīkstūdens ezers – ar mazu kopējo jonu koncentrāciju, Mazmineralizēts ūdens raksturīgs galvenokārt beznoteces ezeriem, arī ezeriem ar nelielu caurteci, piem., M.Baltiņš, Pinku ezers, un tipiskiem sūnu purvu ezeriem.

- cietūdens ezers – ar lielu kopējo jonu koncentrāciju, Lielākā daļa Latvijas ezeru ir cietūdens. Par robežvērtību starp mīkstūdens un cietūdens ezeriem uzskata EVS 200 μS/cm.

- dzidrūdens ezers – humusvielu ietekme nebūtiska,

- brūnūdens ezers – humusvielu ietekme būtiska.

To, vai ezers pieskaitāms pie dzidrūdens vai brūnūdens var novērtēt arī vizuāli, taču precīzu atbildi dod ūdens krāsas mērījums. Vērtība, sākot no kuras ezers ir tipiski brūns - 100 mg Pt/l. Liela daļa ezeru ir mezohumozi.



## **Faktori, kas ietekmē ezeru ekoloģisko kvalitāti:**

### **1. biogēni**

Veidi, kā biogēni ezeros nonāk:

- bioloģiski attīrīti notekūdeņi (neorganiskie savienojumi)

Tas, ka ūdens izplūdes vietā ir dzerams, nebūt nenozīmē, ka tas derīgs arī ezeram. Bioloģiski attīrīts ūdens varētu nesaturēt organiku, metālus u.c. cilvēkam kaitīgas vielas, taču satur biogēnus mineralizētā veidā, ko viegli uzņem aļģes. Tas rada produktivitātes pieaugumu, palielina ezeru trofisko pakāpi. Piem., Limbažu Dūņezers.

Piemēri.

- neattīrīti notekūdeņi (organika)

Šeit pieskaitāmi komunālie un rūpnieciskie notekūdeņi, no kūtim, fermām, linu mērcēšana. Piemēram, Alūksnes ezers (komunālie notekūdeņi), Bečeru ezers (liellopu ferma), Ilzes Gruženieku ezers (linu mērcēšana).

Protams, arī nesankcionētās ieplūdes. Piemēram, L. un M. Baltezers.

Gala efekts no attīrītiem un neattīrītiem notekūdeņiem ir līdzīgs, taču atšķiras sākotnējā reakcija un veids, kā barības vielas tiek iekļautas apritē. Bioloģiski attīrītie notekūdeņi satur mineralizētus biogēnus, t.i.,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ , ko uzreiz uzņem aļģes, palielinot savu biomasu ezerā. Tikai pēc aļģu savairošanās veidojas situācijas, kad ir skābekļa bads.

Ievadot ezerā organiku,  $\text{O}_2$  trūkums var rasties uzreiz, kā rezultātā ieplūdes vietā iet bojā zivis, jo viss skābeklis ticis pēkšņi patērēts. Tālākais efekts ir līdzīgs kā iepriekšējā gadījumā – pieaug aļģu biomasa, parādās periodi, kad izpaužas skābekļa trūkums.

- Ietekošās piesārņotās upes

Kaut arī upēm ir raksturīga pašattīrīšanās spēja, tā nav neierobežoti liela. Ezerā ietekošai vai cauri tekošai piesārņotai upei ir ļoti liela negatīva ietekme uz ezera ekosistēmu.

Ļoti raksturīgs piemērs ir Valgumā ietekošā Slocene.

- Difūzais piesārņojums no lauksaimniecības zemēm

Par difūzo sauc piesārņojumu, kas ieplūst nevis kādā konkrētā punktā, bet izkļiedētā veidā visā krasta garumā, vai kādā krasta posmā. Ezeros nonāk arī upju atnestais piesārņojums no lauksaimniecības zemēm. Latvijas ezeriem pašlaik šī problēma nav aktuāla, jo intensīvie lauksaimniecības rajoni ir tikai dažās vietās, piemēram, Dobeles rajonā. Šāda piesārņojuma ieplūšanu veicina klaji krasti – bez krūmu joslas, piemēram, Apguldes ezeram.

- Difūzais piesārņojums no apbūvētām teritorijām

Viena no metodēm, kā notiek notekūdeņu apstrāde, ir to iesūcināšana gruntī. Atkarībā no grunts struktūras, šī metode var ietekmēt gruntsūdeņu kvalitāti un ezeru kvalitāti.

- Atpūtnieku radītais piesārņojums

Ļoti nopietni šis piesārņošanas veids ietekmē tieši beznoteces ezerus. Krastu piedrazošana šajā gadījumā vairāk samazina ezera estētisko vērtību, bet ezeru degradē peldētāju biokīmiskais piesārņojums, kā arī krasta zemsedzes izbradāšana. Protams, arī aizsargājamo augu izbradāšana, kas aug piekrastē, taču tā šai gadījumā ir sekundāra problēma. Piemēram, Ummis.

- Krastu apbūvēšana

Īpaši pēdējos gados ir nākusi modē ezeru krastu apbūvēšana, bieži vien arī krastu betonēšana.

Iespējams, dažiem liekas, ka tas ir skaisti un mūsdienīgi, tomēr ezeram šādas būves nenāk par labu.

Līdzīgi, kā iepriekšējā gadījumā, samazinās krasta kā buferzonas īpašības, jo trūkst veģetācijas, kas šīs buferīpašības uzturētu. Piemērs, L. Baltezers.

Pierīgas ezeros būvējas arī purvainos krastu posmos, pirms tam tos nosusinot. Šāda darbība izjauc hidroloģisko režīmu, izposta biotopu, līdz ar to izzūd šim biotopam raksturīgās sugas. Tiek noplicināta bioloģiskā daudzveidība un ainaviskā vērtība. Vairs netiek aizturēti virszemes noteces biogēni. Piem., Langstiņu ezers.

#### - Bebru darbība

Kopš 20. gs. pirmās puses bebru skaits Latvijā ir strauji audzis. Šobrīd to ir katastrofāli daudz, arī ezeru ekoloģisko kvalitāti tie sāk ietekmēt arvien vairāk. Sagāž ūdenī gar krastu augušos kokus, līdz ar to ūdenī nonāk papildus barības vielas, tiek patērēts skābeklis to noārdīšanai. Piem., Silezers.

Vai arī tiek uzbūvēts dambis uz iztekošās upes. Rezultātā ezerā paaugstinās ūdens līmenis, kas veicina ezera eutroficēšanos. Pārplūst un pārpurvojas krasti, nokalst koki, palielinās humusvielu daudzums ūdenī. Biogēni ieplūst no plašākas teritorijas nekā sākotnēji. Piemēram, Vītuma ezers.



#### - Zivju ielaišana, audzēšana

Zināmā mērā arī zivju krājumu regulāra papildināšana ietekmē ezeru, pirmkārt jau izmaiņot sākotnējo ihtiofaunas sugu sastāvu, kas varētu ietekmēt ekosistēmas īpašības (izmaiņas barības ķēdēs). Piemēram, karpas 50.-to gadu Latvijas ezeru pētījumu datos vēl neparādās, tās masveidā sāka ielaist vēlāk, šobrīd tā ir tipiska suga daudzos ezeros (Engures, Valguma ezerā). Pastāv arī viedoklis, ka zivju krājumu papildināšana neietekmē ezera ekoloģisko kvalitāti.

Zivju audzēšana dīķos un speciālos baseinos uz upēm pārāk lielu ietekmi neatstāj. Uz dīķu notecēm mēdz būt ierīkoti kolektori vai nosēddīķi, kas aiztur biogēnu nonākšanu no dīķiem upēs.

Tomēr viens no zivju audzēšanas veidiem ievērojami piesārņo ezerus – tā ir foreļu audzēšana nelielos aplokos, kas izvietoti ezeros. Protams, notiek šo zivju barošana, piesārņojot ezeru arī tiešā veidā. Šāda veida zivju audzēšana tika praktizēta 70-80.-tos gados. Tādā veidā tika piesārņots Dziļezers (pie Limbažiem), Sasmakas ezers, Dzirnezers, arī Usmas ezers.

#### - makšķerēšana

Gandrīz neviena makšķerēšana nenotiek bez zivju piebarošanas. Tādā veidā ienesto fosfora daudzumu neviens nav izrēķinājis, taču šis daudzums ir ievērojams. Pavisam vienkāršs aprēķins – 1 makšķernieks piebarošanai dienā izlieto apmēram 0.5 kg barības, tādā Lilastes ezerā, kuru diena apmeklē ap 200 makšķernieku, nonāk 100 kg barības. Gada laikā ezerā nonāk pāris desmiti tonnu barības vielu – cipars iznāk liels. It īpaši kaitīga zivju piebarošana ir beznoteces ezeros.

#### - ūdens līmeņa izmaiņas

Kaitīga ir gan līmeņa paaugstināšana, gan pazemināšana. Līmeni parasti pazemināja, vai nu nosusinot tuvāko apkārtni, vai izbagarējot iztekošo upi. Mērķis bija iegūt papildus lauksaimniecības zemi. Tas ir Lubāna gadījums, kurš pamazām pārvēršas par dīķi. Lauksaimniecības zemju iegūšana šādā veidā bija izplatīta 20. gs. 30.-tajos gados, Kaņierim vien vairākas reizes būtiski mainīts ūdens līmenis, arī Engures ezeram. 20. gs. 60.-tos gados pazemināts līmenis un spoguļa laukums samazināts 2 reizes Silabebru ezeram. Tādu ezeru ir daudz. Vispārākā pakāpe ir ezera nosusināšana, ko var raksturot ar vispārāko salīdzināmo pakāpi vārdam "slims". Nosusināts ir Vēja ezers Balvu rajonā, Čakšu ezers Rēzeknes rajonā, daudzi Lubāna apkārtnes ezeri – Eiņa, Itenis, Zvidzes ezers.

Līmeņa paaugstināšanas mērķis parasti ir saimnieciskās aktivitātes. Piemēram, Rušonā uz iztekošās upes uzbūvēti 2 HES, arī citiem ezeriem paaugstināts līmenis, piemēram, Sārcenes, Brīgenes ezeriem. Ap 20. gs. sākumu Rāznes ezers no neliela ezera kļuvis par vienu no lielākajiem un zivsaimnieciski nozīmīgākajiem Latvijā, jo uz iztekošās Rēzeknes upes izbūvēts aizsprosts. Šis ir viens no retajiem gadījumiem, kad līmeņa paaugstināšana nākusi ezeram par labu.

## 2. "pašpiesārņošanās"

Tā varētu apzīmēt uz kādu laiku no aprites izslēgto (sedimentēto) biogēnu atgriešanos atpakaļ ūdenī asimilējamā formā, resp., no dūņām tiek izskalots fosfors. Šāds process notiek apstākļos, kad piegruntī ir skābekļa trūkums. Bezskābekļa apstākļi piegruntī parasti vērojami dziļiem ezeriem vasarā, kā arī sekliem piesārņotiem ezeriem, kuriem virskārtā ir skābekļa pārsātinājums, bet piegruntī – trūkums. Sekliem, eitrofiem ezeriem skābekļa trūkums nav tāpēc, ka notiek ūdens apmaišanās vēja ietekmē. Lielos ezeros apmaišanās notiek līdz pat 10 m dziļumam. Piem., Rīču ezers.

Ziemā zemledus apstākļos nereti skābekļa trūkums vērojams arī eitrofos ezeros.

## 3. ķīmija

Ezeru piesārņošana ar ķīmiskiem savienojumiem Latvijā nav īpaši aktuāla. Galvenā problēma tomēr ir eitrofikācija. Daži veidi, kā ķīmiskais piesārņojums nonāk ezerā:

- skābo lietu ietekme

Skābie lieti ir arī Latvijā, taču problēma ir aktuāla valstīs, kurās pamatieži un augsnes nosaka mazmineralizētu ūdeni ezeros, piemēram, Skandināvijas valstīs, kurās pamatiezis ir granīts. Latvijā ļoti neliela daļa ezeru ir mazmineralizēti. Skābo lietu ietekmei visvairāk pakļauti ir ezeri ar vāji skābu pH un mazu kopējo jonu koncentrāciju, tas nosaka zemu pretošanās spēju pret paskābināšanos un pH novirzīšanos uz skābo pusi. Līdzīgs process ar pH izmaiņām notiek augsnē, tas sekmē smago metālu izskalošanos un iekļūšanu ezerā. Smagie metāli skābā ūdenī neveido nešķīstošus savienojumus, kļūst viegli pieejami, un ir toksiski dzīvajiem organismiem.

- difūzais piesārņojums no lauksaimniecības zemēm (augu aizsardzības līdzekļi)

- piesārņoti gruntsūdeņi

- naftas produktu noskalojumi, sāļi no ceļiem u.c.

## Ezeru atšķirības – īpašību nozīme jutībā pret biogēniem:

- Caurteces un beznoteces ezeri

Ja ezeri netiek tieši piesārņoti, tad lielāka piesārņojuma slodze ir caurteces ezeriem. Jo lielāks ezera sateces baseins, jo ātrāk ezers eitroficējas (neņemot vērā tiešu notekūdeņu ieplūdi). Lieli sateces baseini ir visiem uzpludinājumiem uz upēm, piemēram, Daugavas ūdenskrātuvēm. Uzpludinājumiem daļēji piemīt arī upju īpašības. Vislielākais sateces baseins ir Liepājas ezeram (2515 km<sup>2</sup>), lieli sateces baseini ir Burtnieku ezeram, Ķīšezera, Juglas ezeram, Lubānam. Caurteces ezeru kvalitāti lielā mērā nosaka ietekošo upju kvalitāte.

Beznoteces ezeriem sateces baseini ir niecīgi, to veido virszemes noteces. Tāpēc beznoteces ezeri ilgāk saglabājas tīri, taču tie ir daudz jutīgāki pret darbībām, kas caurteces ezerus īpaši neietekmē – peldēšanās, makšķerēšana, krasta zemsedzes iznīcināšana.

- dzidrūdēns un brūnūdēns ezeri

Brūnūdēns ezeri ir brūni nevis tāpēc, ka piesārņoti, bet tāpēc, ka bagāti ar humusvielām. Brūnūdēns ezeros kopējā fosfora daudzums ir liels, taču fosfors atrodas alģēm nepieejamā formā – kompleksajos savienojumos ar humusvielām. Tāpēc antropogēni mazietekmētu ezeru trofija ir zema. Piemēram, sūnu purvu ezeri – Tolkovas ezers Teiču purvā, Sokas ezers, Ramašas Lielezers.

Humusvielām zināmā mērā ir konservējošas īpašības. Ezerā ieplūdušie biogēni tiek iesaistīti kompleksajos savienojumos un izslēgti no aprites.

- sekli un dziļi (stratificēti) ezeri

Seklajos ezeros veģetācijas periodā biogēni atrodas aprītē nepārtraukti, taču dziļajos ezeros biogēnu aprīte notiek tikai epilimnijā, tiklīdz biogēni nonāk hipolimnijā, tie dotajā sezonā aprītē vairs nepiedalās, tikai pēc ūdens apmaišanās nākamajā sezonā. Tādēļ dziļos ezeros piesārņojuma efekts izpaužas vēlāk. Piemēram, Juverim platība ir 78 ha, Feimaņu ezeram – 626 ha, taču ūdens tilpums abos ezeros ir vienāds – 6.5 milj.m<sup>3</sup>. Feimaņu ezers ir sekls, bet Juveris – dziļš.

- mīkstūdēns un cietūdēns ezeri

Piemēram, Igaunijas ezeru tipoloģijā mīkstūdēns ezeros nodala no cietūdēns ezeriem (eitrofs mīkstūdēns ezers, eitrofs cietūdēns ezers), jo raksturīgās parametru vērtības ir atšķirīgas. Vēl lielākas atšķirības ir cenožēm – fitoplanktonam iespējams pavisam cits sugu sastāvs, līdzīgi zooplanktonam un ūdensaugiem,

jo mazā jonu koncentrācija ūdenī daudzām sugām ir limitējošs faktors. Mazs kopējais jonu daudzums nosaka mazāku pretošanās spēju pret piesārņojumu. Mīkstūdens ezeru piemēri – Garezers (Ances pag.), Aijažu ezers, Lieluikas ezers, Ninieris, Čortoks, Ratnieku ezers.

#### **Ezeru tipi – retākie un visbiežāk sastopamie Latvijā:**

- mezotrofs - biogēniem vidēji bagāts,

Dziļiem ezeriem svarīgākā pazīme ir optimāls  $O_2$  daudzums piegruntī, kā arī liela ūdens caurredzamība.

Latvijā ir viens tipiski mezotrofs ezers – Laukezers. Pēc visiem citiem rādītājiem, izņemot  $O_2$ , arī Drīdzi var pieskaitīt pie mezotrofiem ezeriem. Pārējie ir eitroficējušies vismaz līdz vāji eitrofai pakāpei.

Seklu tipiski mezotrofu ezeru Latvijā nav.

- oligodistrofs – no mezotrofa distroficējies, apejot eitrofo stadiju,

Rets ezeru tips, saukts arī par semidistrofu. Distroficēšanās parasti notiek, ieplūstot humusvielām bagātiem purvu ūdeņiem. Dūņu slānis ir niecīgs. Latvijā par oligodistrofu uzskata Unguru.

- eitrofs – bagāts ar barības vielām,

Viens no visvairāk pārstāvētajiem tipiemi Latvijā.



- hipereitrofs – pārbagāts ar barības vielām pārmērīgas antropogēnās ietekmes dēļ,

Tie ir ar notekūdeņiem piesārņoti ezeri. Piemēram, Valguma, Trikātas, Vilkmuižas, Langstiņu ezers. Ūdens virskārtā raksturīgs  $O_2$  pārsātinājums, dažus metrus dziļāk –  $O_2$  trūkums, piegruntī  $H_2S$ .



- distrofs – humusvielām bagāts, ar zemu trofiju,

Distrofi ir neietekmēti sūnu purvu ezeri. Raksturīga pazīme ir aizauguma neesamība. Šie ir vienīgie ezeri, kuru rašanās notiek arī mūsdienās.

- diseitrofs – humusvielām bagāts, ar augstu trofiju,

Izšķir divu veidu diseitrofiju - distrofam eitroficējoties vai eitrofam distroficējoties t.i. bagātinoties ar humusvielām.

Distrofie purvu ezeri, bagātinoties ar biogēniem, kļūst par diseitrofiem. Diseitrofi ezeri mēdz būt arī tie sūnu purvu ezeri, kuriem kādā no krastiem atrodas minerālzemes, piemēram, Siksalas ezers.



Diseitrofie ezeri, kuri veidojušies no eitrofijām, pamazām uzkrājoties humusvielām no sateces baseina, Latvijā ir ļoti daudz. Piemēram, Sila ezers (Skrudalienas pag.), Aģes, Aijažu, Slokas ezers.

### Tipa noteikšana un kvalitātes novērtēšana:

Aptuveni ezeru kvalitāti un tipu pieredzējis speciālists var novērtēt arī vizuāli. Taču, lai to pierādītu citiem, bez mērījumiem un pētījumiem iztikt nevar.

Vieglākā, bet ne labākā metode, ir tikai ķīmisko parametru noteikšana.

- rādītāji:

Fizikāli – ķīmiskie ( $O_2$  vertikālais sadalījums, pH, EVS, caurredzamība pēc Seki diska, krāsainība),

ķīmiskie – biogēni ( $P_{kop}$ ,  $N_{kop}$ ,  $PO_4$ ,  $NH_4$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ ).

Šis ir ķīmisko rādītāju minimums ezera novērtēšanai.

Nopietnākai un precīzākai ezera novērtēšanai nepieciešama cenožu analīze.

Bioloģiskie rādītāji (fitoplanktons, zooplanktons, makrofīti).

Bentoss (uz grunts mītošie dzīvnieciņi), kas ir labs rādītājs upju ekoloģiskās kvalitātes novērtēšanai, ne visai der ezeriem, jo Latvijā nav izstrādāta vienkārša sistēma, kas ļauj novērtēt ezeru kvalitāti pēc bentosa indikatorsugām. Kā arī problēmas ir ar dziļajiem ezeriem, jo tur mītošās sugas ir ļoti sarežģīti identificēt, un trūkst speciālistu, kas to darītu.

Fitoplanktonam svarīgs parametrs ir biomasa, sugu komplekss, indikatorsugas; zooplanktonam – sugu komplekss, oligotrofijas un eitrofijas indikatorsugas, kopējais organismu skaits; makrofītiem – sugu sastāvs, sugu sastopamības biežums, ezera aizauguma pakāpe.

Karlsona TSI – viena no ezera novērtēšanas sistēmām, kur no dažu ķīmisko rādītāju vērtībām iegūst skaitli – trofiskā stāvokļa indeksu. Šis TSI atbilst noteiktai ezera trofijas pakāpei (oligotrofs, mezotrofs, eitrofs, hipereitrofs). Šī metode ir paredzēta dzidrūdus ezeru novērtēšanai, taču Latvijā ir ļoti daudz brūnūdus ezeru. Šī iemesla dēļ Latvijas ezeru novērtēšanā liela nozīme ir bioloģiskajiem rādītājiem.

### Karlsona trofiskā stāvokļa indekss (TSI)

	TSI	Caurredzamība pēc Seki diska (m)	Kopējais fosfors ūdens virskārtā ( $mg/m^3$ )	Hlorofil-a ūdens virskārtā ( $mg/m^3$ )
	0	64	0.75	0.04
< 40 (oligotrofs)	10	32	1.5	0.12
	20	16	3	0.34
	30	8	6	0.94
≥ 40 - < 50 (mezotrofs)	40	4	12	2.6
	50	2	24	6.4
≥ 50 - < 70 (eitrofs)	60	1	48	20
	70	0.5	96	56
≥ 70 (hipereitrofs)	80	0.25	192	154
	90	0.12	384	427
	100	0.062	768	1.183

TSI aprēķināšana kopējam fosforam (TP), hlorofilam-a (Chl) un caurredzamībai (SD):

$$TSI(TP) = 10 \cdot \left( 6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right) \quad TSI(Chl) = 10 \cdot \left( 6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right) \quad TSI(SD) = 10 \cdot \left( 6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

- sezona

Ezeru novērtēšanā ļoti svarīgi ir izvēlēties pareizo sezonu mērījumiem un analīzēm. Latvijas ezerus vērtē no jūlija vidus līdz augusta vidum – vasaras stratifikācijas periodā. Biogēnu analīzes var veikt arī citās sezonās – vēlams pavasarī (marts – aprīlis), rudenī (oktobris - novembris), ziemā (janvāris). Ziemā ļoti nozīmīgi ir  $O_2$  vertikālā sadalījuma mērījumi zemledus apstākļos.

- fona stāvoklis

Ar terminu „fona stāvoklis” apzīmē ezera sākotnējo kvalitāti, attiecībā pret kuru ir jāvērtē ezera pašreizējā kvalitāte. Piemēram, diseitrofa ezeram, kurš izveidojies no distrofa ezera, par fona stāvokli nevar uzskatīt oligotrofu ezeru, jo tāds tas ezers nekad nav bijis – fona stāvoklis būs distrofs ezers.

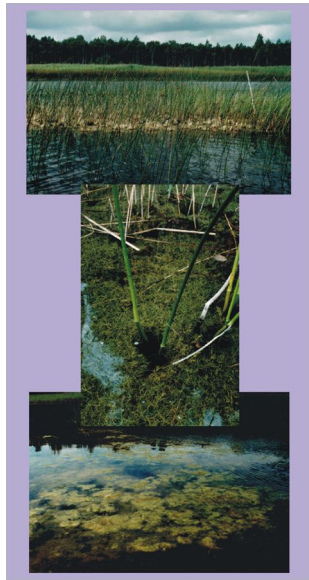
- brūnūdus ezeru īpatnības

Brūnūdens ezerus nevar vērtēt pēc Karlsona TSI, jo caurredzamību (neatkarīgi no ezera kvalitātes) ietekmē humusvielas, hlorofilu-a ietekmē humusvielas un skābs pH (nomāc fitoplanktona attīstību), kopējo fosforu ietekmē humusvielas (daļa no fosfora atrodas fitoplanktonam nepieejamā formā). Lielākā zināmā ūdens krāsainības vērtība ir Aklajam ezeram (Slokas purvā) - 900 mg Pt/l ( $^{\circ}\text{Pt-Co}$ ), otrajā vietā ir Melnezers (Jūrmalā) – 750 mg Pt/l.

- makrofītu ezeru īpatnības

Makrofītu ezeri ir tie, kuros lielākie pirmproducenti ir makrofīti. Tos sauc arī par hāru ezeriem. Tas nav ezera trofiskais stāvoklis, jo atšķirīga ir tikai biogēnu uzkrājuma forma (aļģēs vai ūdensaugos).

Aļģu ezeri ir t.s. turbīdā stāvokļa ezeri, makrofītu ezeri - dzidrūdens ezeri (nejaukt ar dzidrūdens ezeriem pēc ūdens krāsas!) jeb ezeri dzidrūdens fāzē.



Makrofītu ezeri ir sekli, lielāko daļu to grunts sedz piegrunts veģetācija (hāras, glīvenes u.c.), caurredzamība ir ievērojami lielāka kā turbīdā stāvokļa ezeriem. Visvienkāršāk makrofītu ezeru ir identificēt pēc cenožēm, savukārt pēc caurredzamības un kopējā fosfora vasarā vērtēt nevar. Piemēri, Kaņieris, Silabebru, Engures, Būšnieku ezers.

Referāts Bērnu vides skolas rīkotajā seminārā (projekts "Dabas vērotāji")  
22.11.2002. Rīgā