

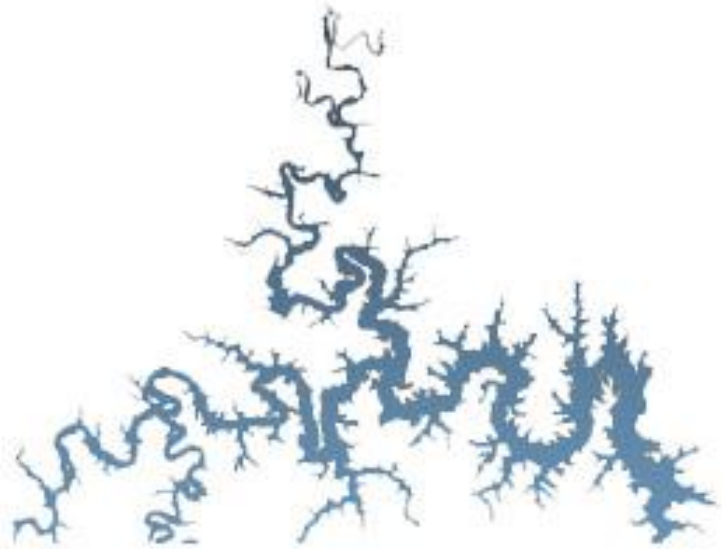
EZERI



**Ezeri ir dabiskas ūdenstilpes reljefa
padziļinājumos sauszemē.**

**Ezeri ir no visām pusēm slēgta, zemes
padziļinājumā esoša ūdens masa (Georg
Jung, 1990)**

- Ezers ir ar ūdeni piepildīts padziļinājums kādā ģeoloģiskā slānī, kurš bieži ir pakļauts dēdēšanai, satur bioloģiskas izcelsmes daļas: baktērijas, sēnes, augsnes dzīvniekus, humusu;
- Ūdens masas un reljefa pazeminājuma veids – ezerdobe nosaka ezera kā dzīves telpas īpašības.



The World's Largest Lakes

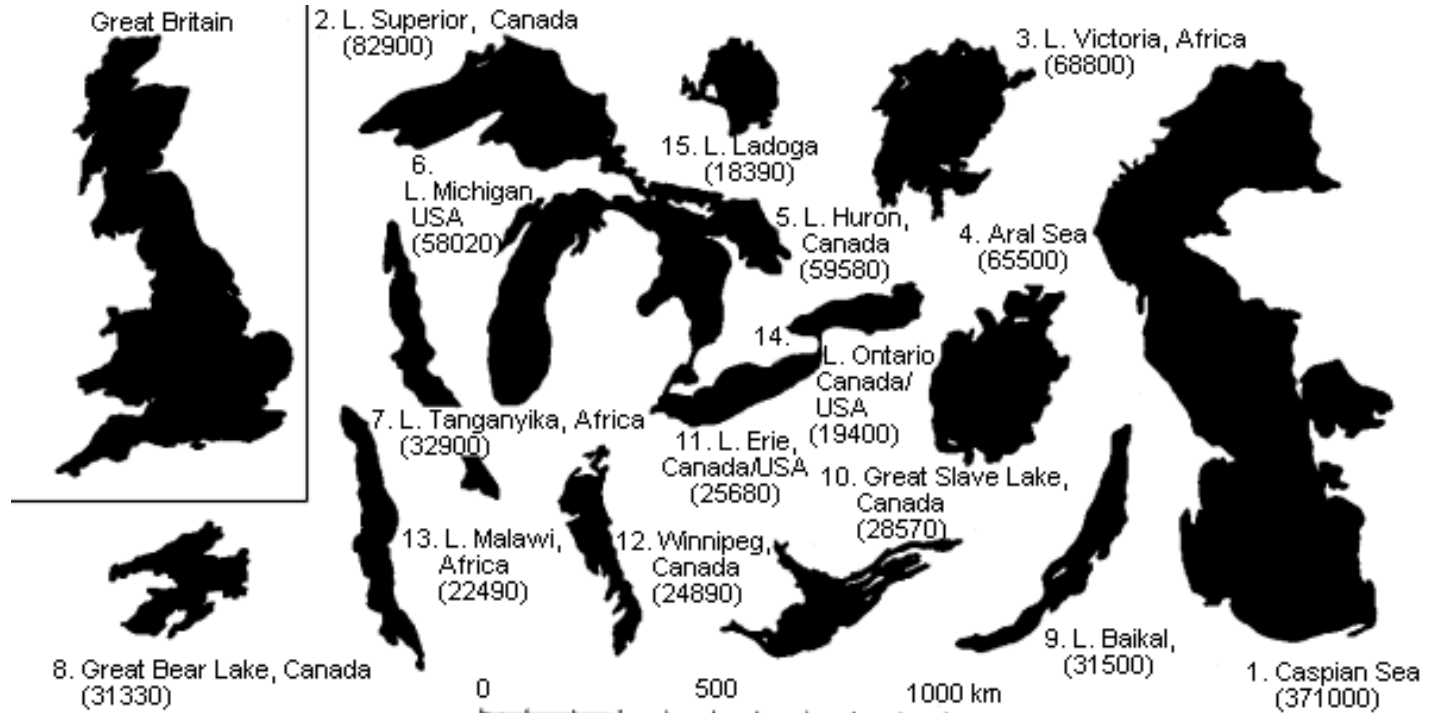


Estimated Areas in Square Kilometers

| | |
|------------------|---------|
| Caspian Sea | 371,000 |
| Michigan & Huron | 117,610 |
| Superior | 82,100 |
| Victoria | 69,500 |
| Aral Sea | 33,640 |
| Tanganyika | 32,900 |
| Baikal | 31,128 |
| Great Bear | 31,128 |
| Malawi | 28,880 |
| Great Slave | 28,570 |

Source: www.watchtopo.com
Photo: © bilderbox.com

© grafikaartist.com



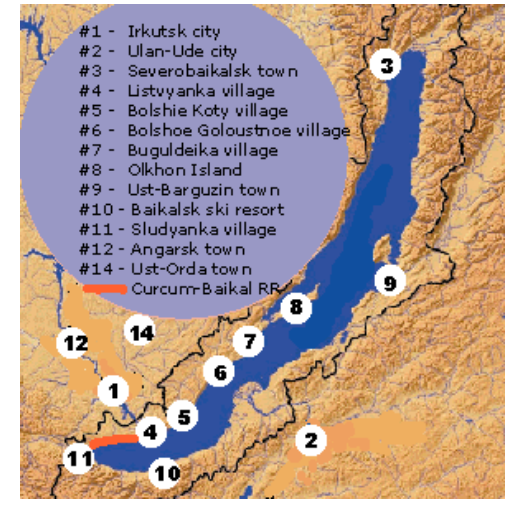
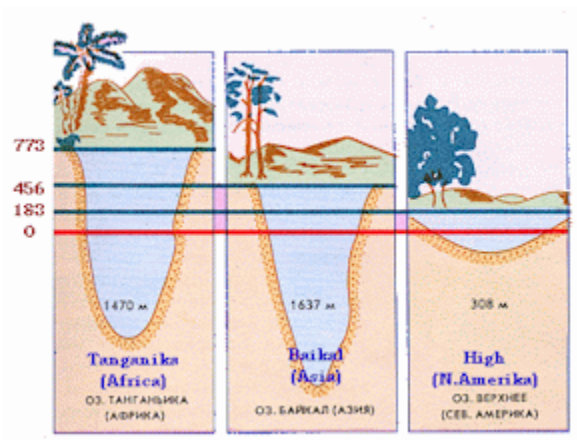
Atkarībā no ezeru ūdens īpašībām ezerus iedala:

- Dzidrūdens (oligotrofie, mezotrofie, eitrofie)

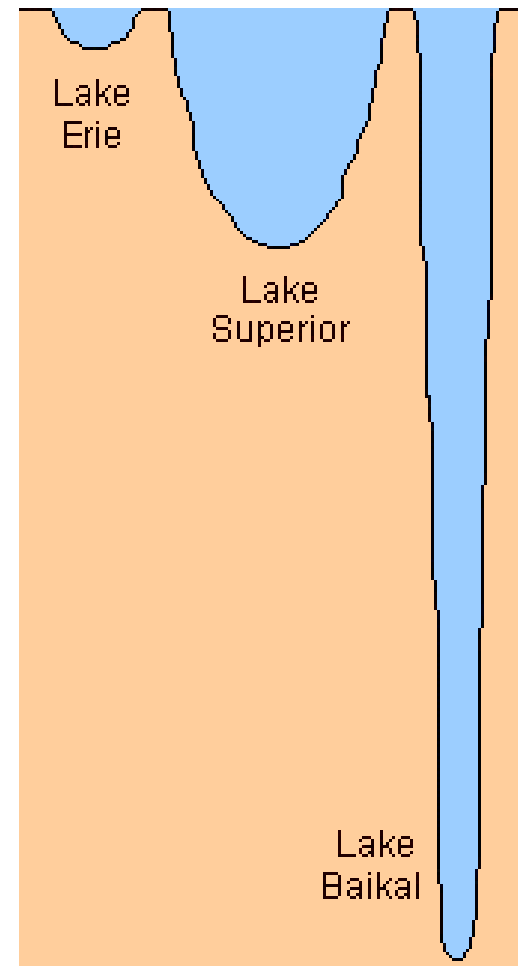
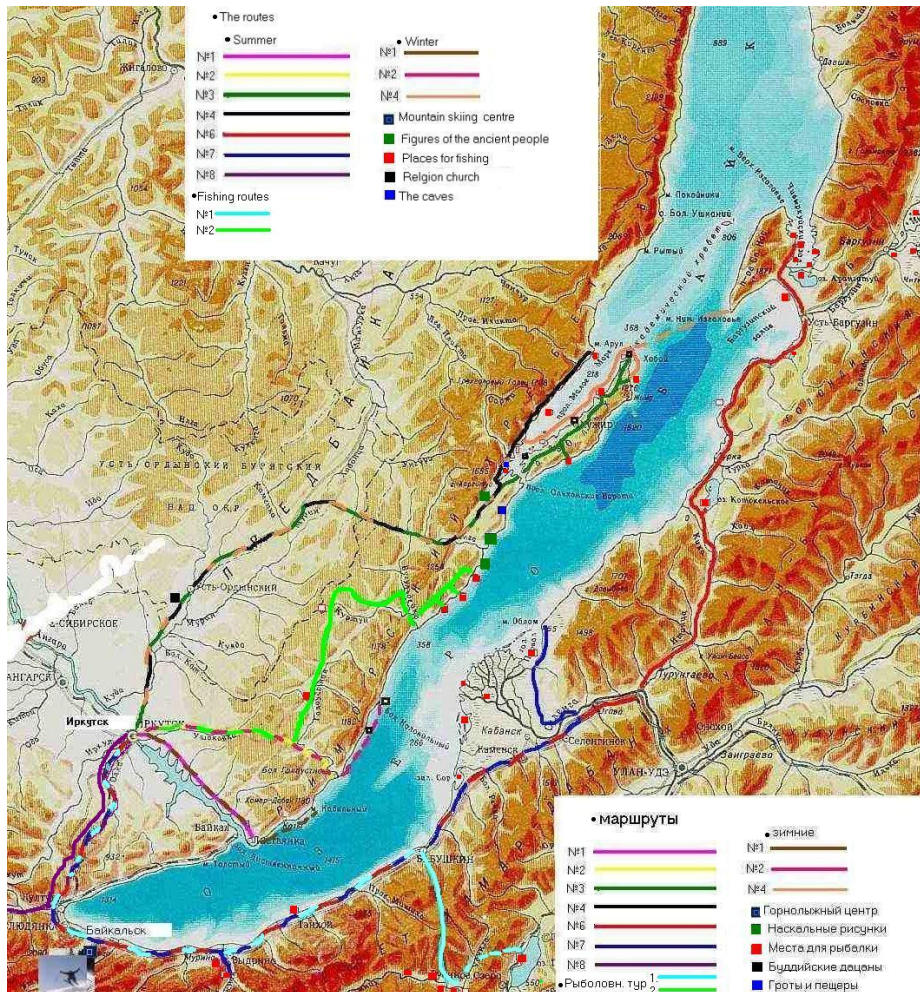


- Brūnūdens (distrofie, diseitrofie)

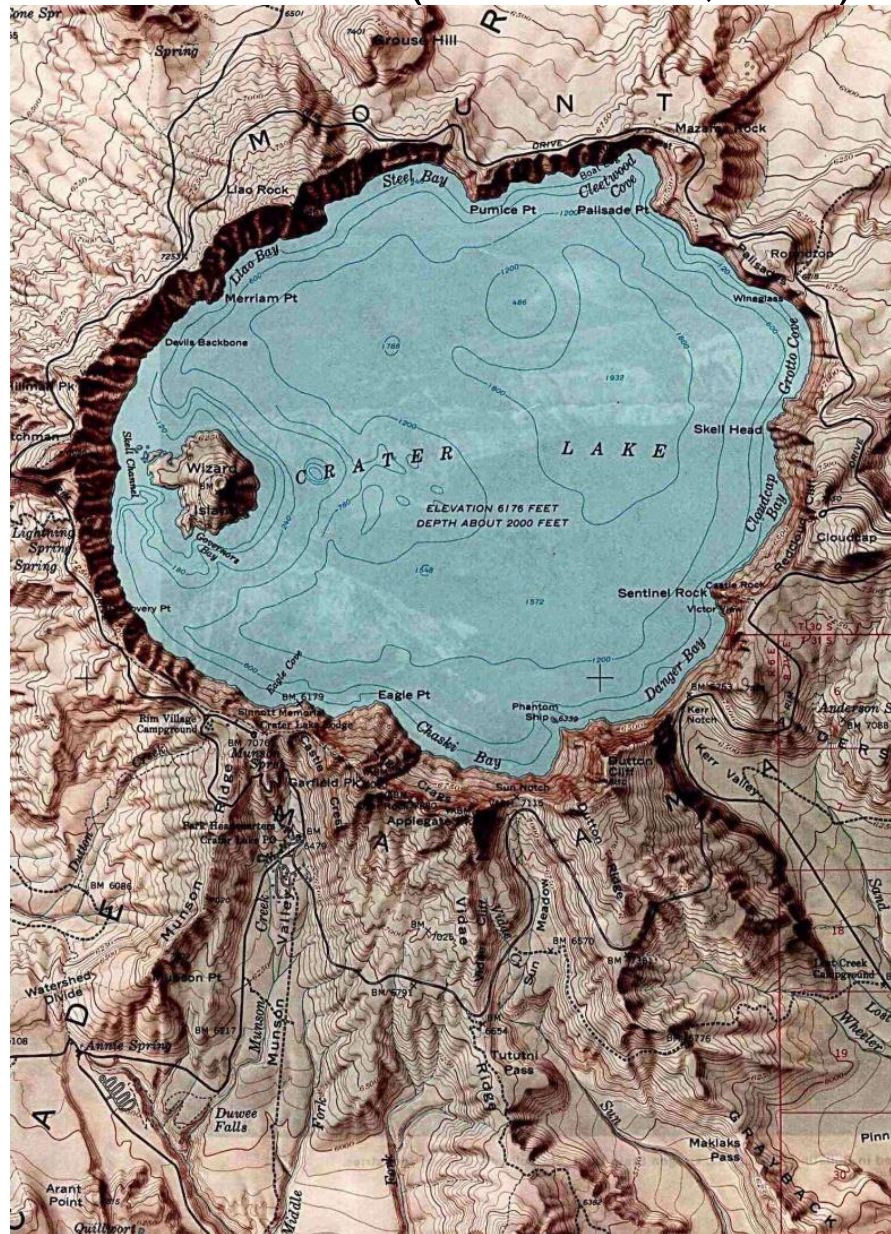




1642 metri
(5387 ft)



Krātera ezers (Crater Lake, ASV)



LAKE VOSTOK

Vostok Station

Ice flow

Cored 3623 m

O₂ & CO₂
Hydrates?

Liquid water depth
650-800m

Accretion ice
~200 m thick

melt water

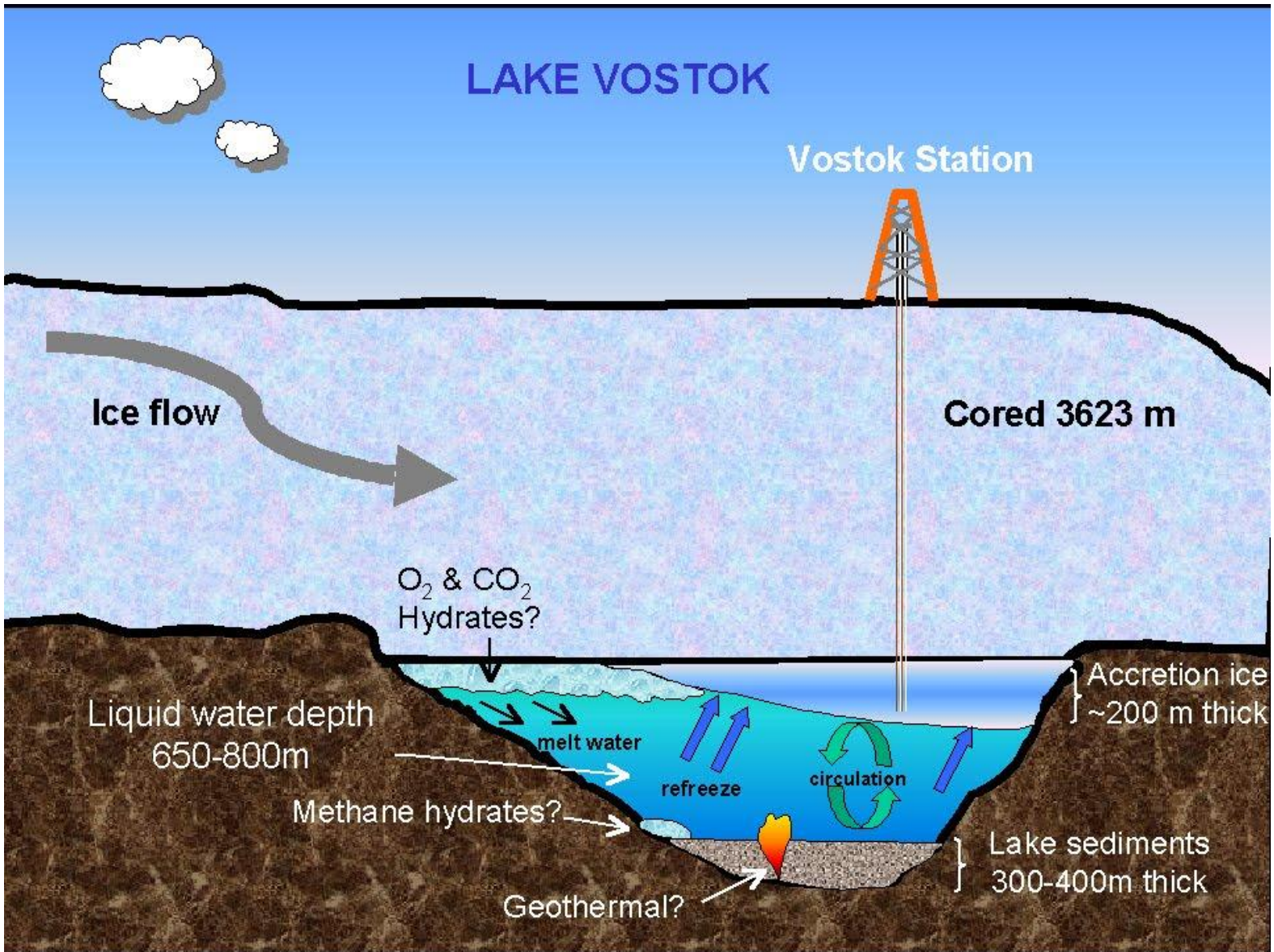
refreeze

circulation

Methane hydrates?

Lake sediments
300-400m thick

Geothermal?

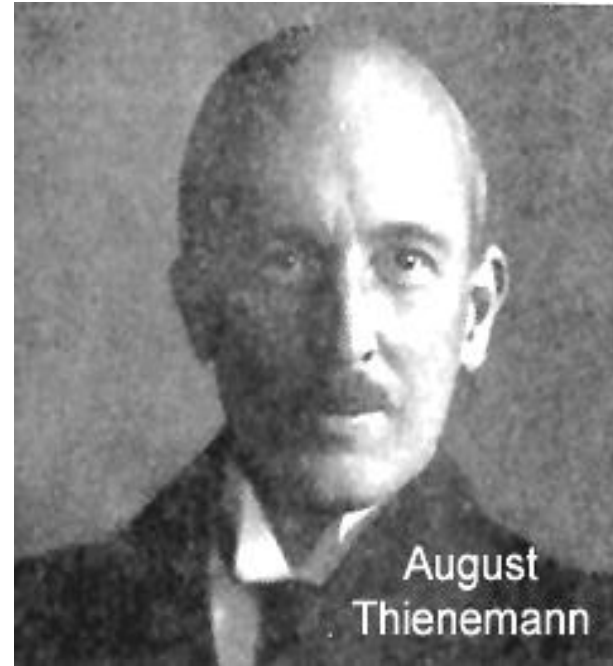
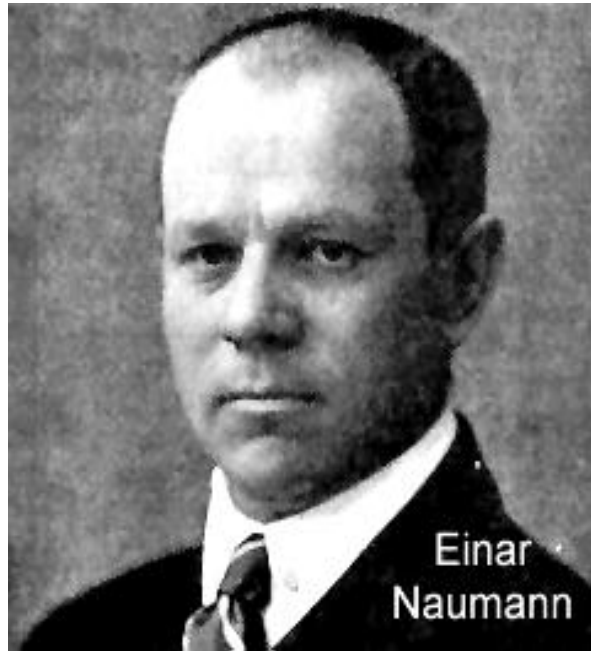


Europa on Earth - The Lost World of Lake Vostok

It is perhaps the only unspoiled and unexplored isolated ecosystem left on Earth. Deep beneath the great Antarctic ice sheet Russian scientists made an astonishing discovery. They have found one of the largest lakes in the world. Its very existence defies belief. Scientists are desperate to get into the lake because its extreme environment may be home to unique flora and fauna, never seen before, and NASA are excited by what it could teach us about extraterrestrial life. But, four kilometres of ice stand between the lake and the surface, and breaking this seal without contaminating the most pristine body of water on the planet is possibly one of the greatest challenges science faces in the 21st century.

This isolated ecosystem is known as Lake Vostok and this frigid “lost world” may indeed be one of the closest analogues to the Jovian moon Europa we have on Earth.

Ezeru tipoloģijas pamatlicēji



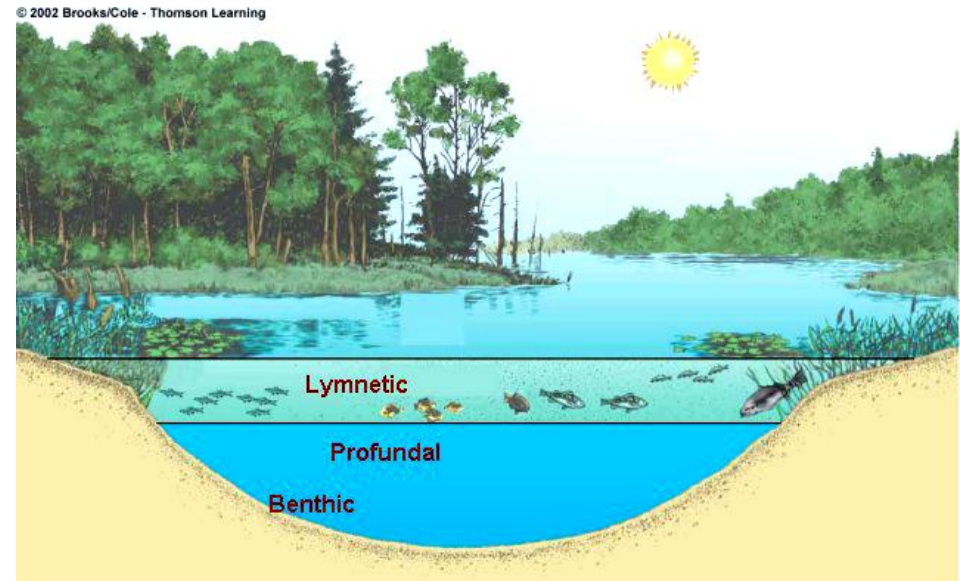
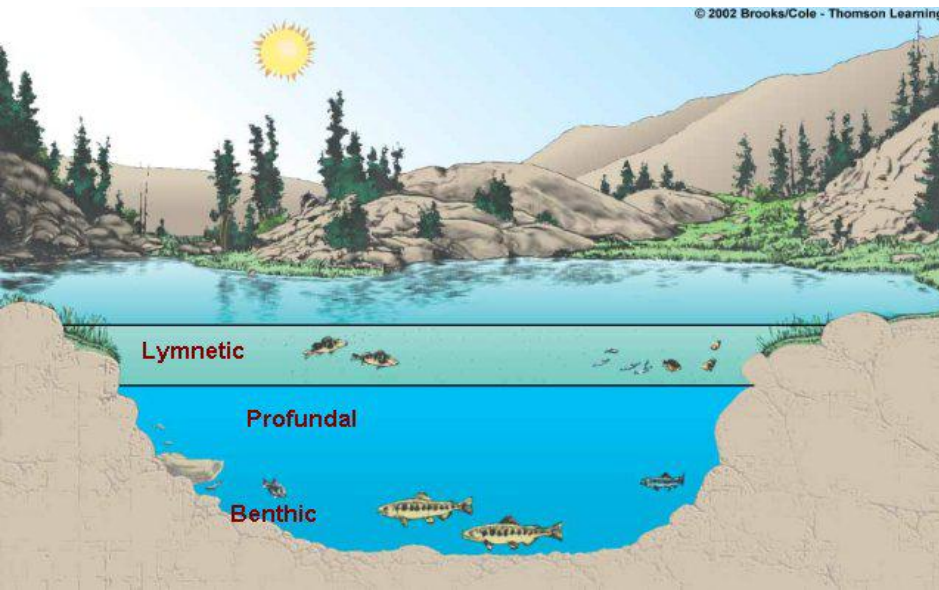
Kritēriji kas ir pamatā klasiskajai ezeru tipoloģijai: (autors Tīnemanis – Thienemann, 1925):

Ezeru tipi pēc Tīnemaņa

Harmoniskie – dzidrūdēns ezeri (neviens no barības vielām nav pārsvarā), kuri iedalās:

- Eitrofi – barības vielām, īpaši ar slāpekli un fosforu bagātie ezeri, kas producē daudz organiskās vielas, skābekļa daudzuma vertikālais sadalījums ir nevienmērīgs – tas samazinās virzienā uz ezera dibenu.
- Oligotrofi ezeri – ar barības vielām nabadzīgie ezeri, kuri producē maz organisko vielu. Skābekļa daudzuma sadalījums visā dziļumā ir vienmērīgs, piesātinājuma līmenis ir augsts. Skandināvijā oligotrofi ezeri ar laiku var kļūt distrofi.

Oligotrofs un Eitrofs



Distrofie ezeri – sugu un organismu skaita ziņā nabadzīgi ezeri gan kūdrājos, gan klintīs.

Pilnīgu skābekļa zudumu ezeru apakšējos slāņos izraisa humusvielu un humusdetrīta oksidēšana, nevis pūšana, jo baktēriju darbība ir niecīga.

Ezeru gultni klāj tam tipiskas kūdrainas izcelsmes un sastāva dūņas – *Dy*.

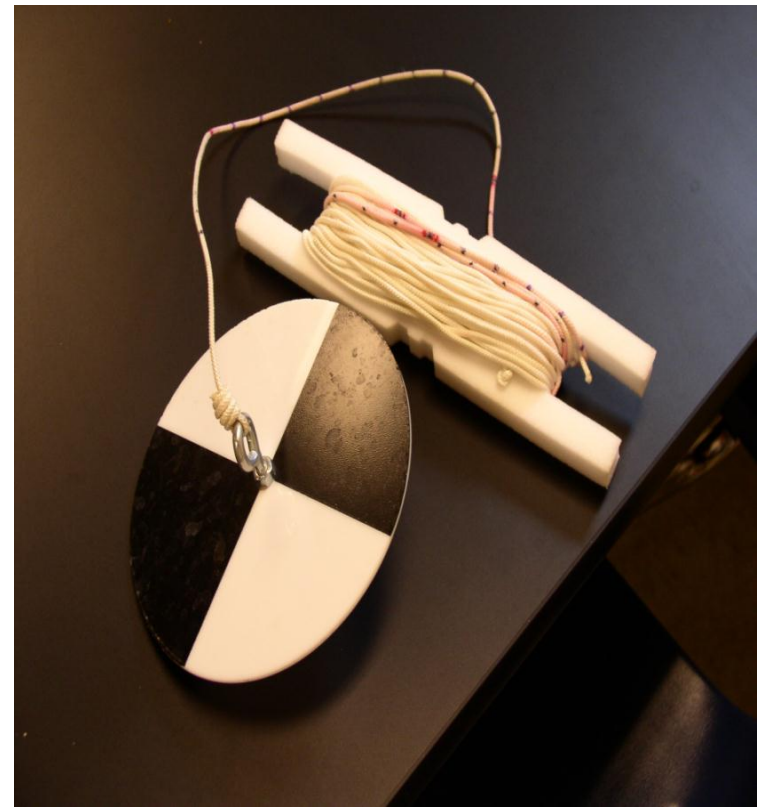


Īpašu faktoru nosacītie un retāk sastopamie ezeri:

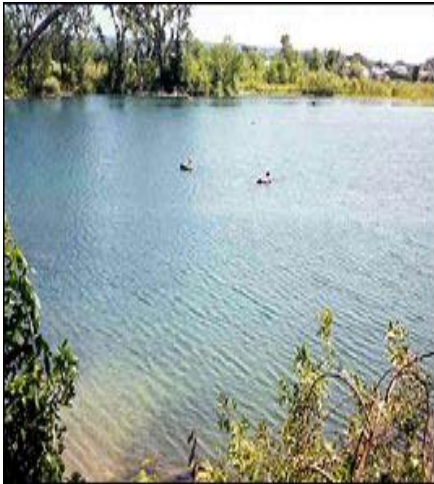
- **alkalitrofie ezeri – ar augstu kaļķa saturu;**
- **agrilotrofie ezeri – ar augstu māla saturu;**
- **siderotrofie ezeri – ar augstu dzelzs saturu;**
- **acidotrofie ezeri – ar ekstrēmi zemu skābumu.**

Vienkāršākais kritērijs ezeru trofisko tipu noteikšanai ir ūdens caurredzamība (ar Sekki disku):

- **Oligotrofie ezeri > 6 m;**
- **Mezotrofie ezeri > 1,5 – 3 m;**
- **Eitrofie ezeri 1,0 – 1,5 m;**
- **Politrofie ezeri 0,5 – 1,0 m,**
- **Stipri politrofie ezeri (hipereitrofie) > 0,2 m**



Ezera trofijas noteikšana sekki diska un hlorofila «a» daudzuma





Oligotrofie ezeri – dziļi, ar šauru litorāli (pakrasti), daļēji noslāņojušies, dziļi (>50m), ar stāvām nogāzēm (bentāli), hipolimnijs ir bagāts ar skābekli (> 50% piesātinājums virs ezera gultnes). Fosfors ir aizaugšanu limitējošais elements. Caurredzamība pēc Sekki diska ir 6-8m.

- Tipiskās sugas – *Tanytarsus*, *Coregonus albula* (līdzenumu ezeros);
- *Coregonus lavaretus* (kalnu ezeros).

Augstkalnu ezers Šveicē



Mezotrofi ezeri – dziļi un noslānojušies, skābekļa piesātinājums hipolimnijā ir pietiekams , tomēr <50%. Caurredzamība pēc Sekki diska < 5m, fosfors ir aizaugšanu limitējošais elements, ezers ir sugām bagāts, bet indivīdu skaits ir neliels, planktons ir nabadzīgs.

Drīdzis

Eitrofi noslāņojušies ezeri – dziļums > 10 – 12 m,, hipolimnijā stagnācijas periodā skābeklis ir pilnībā iztērēts, caurmērā ūdens masā skābeklis $O_2 < 50\%$, pie gultnes ir anaerobs stāvoklis, jo $O_2 = 0$ mg/l.

- Ir raksturīga fosfora remobilizācija no sedimentiem, liels fito- un zoo- planktona blīvums, caurredzamība pēc Seki diska < 5m.
- Planktonam atmirstot veidojas bagātīgs līķu lietus, kas grimstot uz leju noārdās un patērē skābekli. Uz gultnes veidojās daļēji pūstoša dūņa - Gyttia, kas aerobos apstākļos ir gaišāka, anaerobos apstākļos gittija ir melna, bagāta ar H_2S un FeS . Te sākas sapropeļa veidošanās- pamatformas : *Chironomus plumosus/thumi*, zandarts, plaudis.

- Eitrofi nenoslāņojušies ezeri - max. dziļums nepārsniedz 10m, sekla pakraste, vējš nodrošina nenoslāņošanos un sajaukšanos, caurredzamība pēc Seki diska < 2m, bagātīgs planktons, kurš padara ūdeni duļķainu. Augšanu limitē fosfors.**
- **Sedimentu makrofauna ir bagāta ar kukaiņu kāpuriem – *Chironomus*, sedimentos krājas *Gyttia*.**
 - **Raksturīgākās zivis – plauži.**



Īpašas ekosistēmas

1. Seklūdēns dzidrie ezeri – max. dziļums nedaudz pārsniedz 2m, bagātīgi attīstīta zemūdens veģetācija (līdaku-līņu-zušu zivsaimnieciskais tips) – ja ir savienojums ar jūru.
- Pamatā šos ezeru pieskaita eitrofajam tipam, kurā humusvielas eliminē zemūdens augi. Šos ezerus ieskaita limnoornitoloģisko ezeru kategorijā un tiem uzrāda raksturīgās putnu sugas.



Seklie ezeri – vidējais dziļums nepārsniedz 2m ,
krasas diennakts temperatūras svārstības:

- 2.1. Barības vielām nabadzīgi ezeri kalnos, kur no distrofiem ezeriem var veidoties dzidrūdēns eitrofi ezeri.
- 2.2. **Dzidrūdēns ezeri** līdzenumos, kuros zemūdens augi attīstās tik intensīvi, ka nepietiek barības vielu fitoplanktona attīstībai un ūdens paliek dzidrs.
- 2.3. **Stipri eitrofi ezeri** – fitoplanktons attīstās tik intensīvi, (“**zirņu zupa**”), ka nomāc (aizēno) augstāko augu attīstību.



Politrofie ezeri – ir fosfora un slāpekļa limitēti ezeri, kur tikpat kā visas barības vielas tiek iekļautas pakrastes augstākajos ūdensaugos, pastāv augsta primārā produkcija, liels planktona blīvums .

- Caurredzamība pēc Sekki diska $< 1\text{m}$, sugu daudzveidība zema, zemūdens augu nav, skābekļa daudzums ir pietiekams līdz pat apakšai.
- Fosfors paliek imobilizēts sedimentos. Tie ir zandartu – plaužu ezeri.



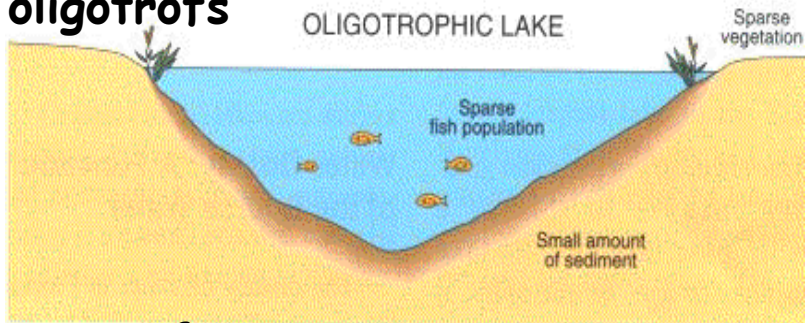
4. **Hipertrofi (hipereitrofi) ezeri** – ir bagātīgi ar barības vielām, nav fosfora un slāpekļa limitēti, gaisma limitē attīstīt produkciju (fitoplanktona masveida attīstības uzturētā pašaiizēnošanās). Notiek **“internā mēslošana”**- fosfora atbrīvošanās aprītei (remobilizācija). **Masveidā attīstās zīlaļģes, izdalās toksiskais mikrocistīns, sastopams putnu botulisms. (*Clostridium botulinum*).**



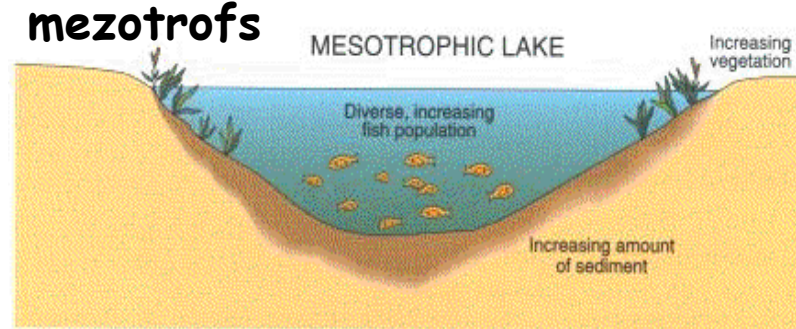
- Distrofie ezeri** – humozi oligotrofi brūnūdeņi, kas tiek ietekmēti no apkārtnes humusvielām un humusdetrīta., kas varētu veidot bagātu barības bāzi zooplanktonam, tomēr skābekļa trūkums gan ziemā, gan vasarā limitē zooplanktona attīstību.
- Fitoplanktons ir attīstīts vāji, izšķīdušo organisko vielu ir maz, gultni sedz kūdraina dūņa – *Dy*.



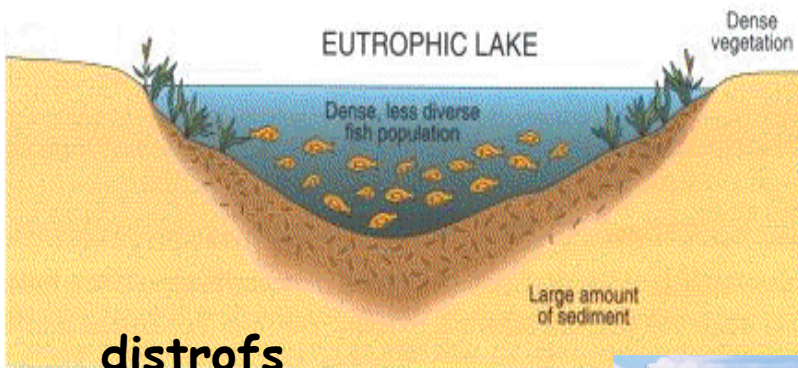
oligotrofs



mezotrofs



eitrofs



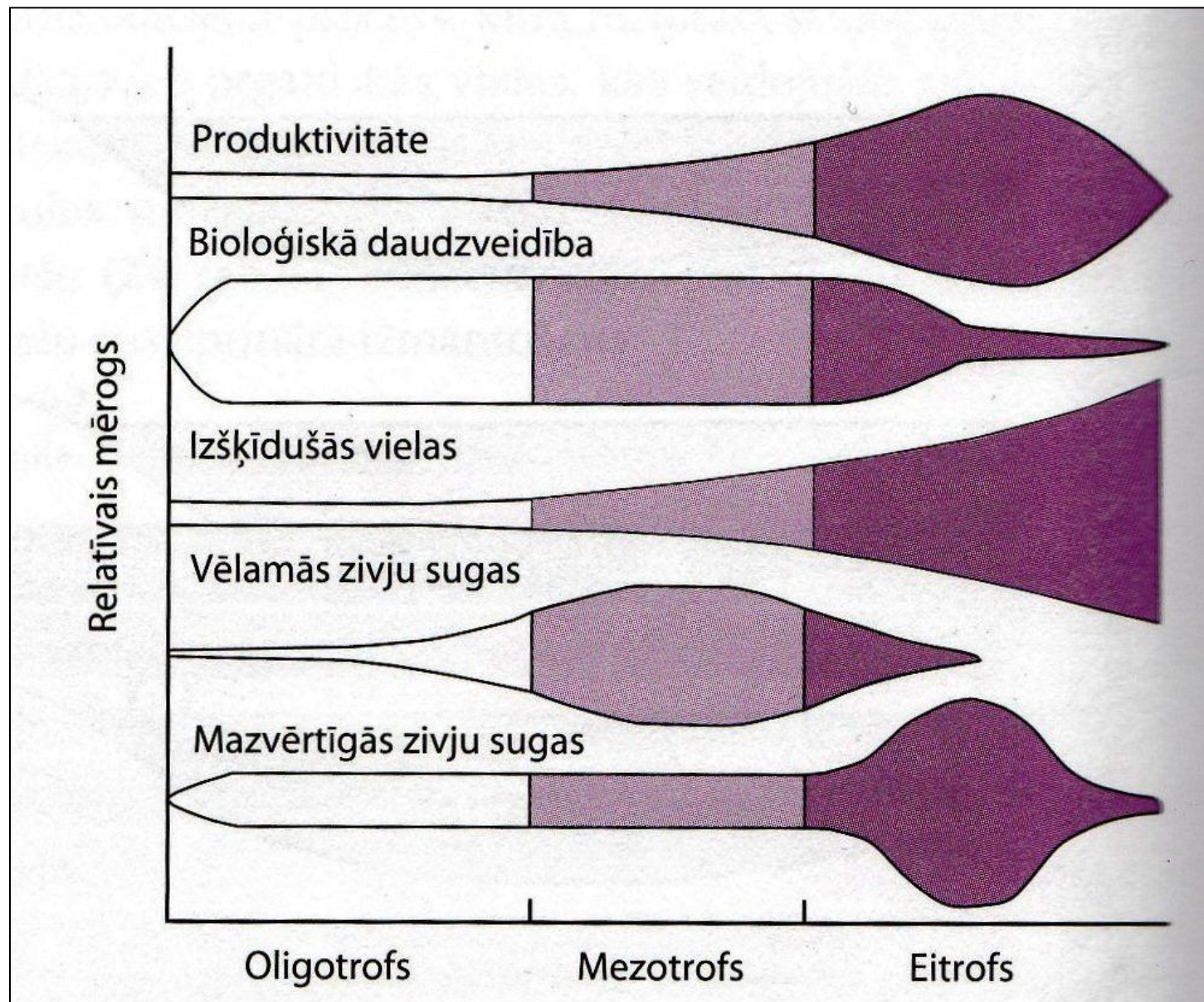
diseitrofs



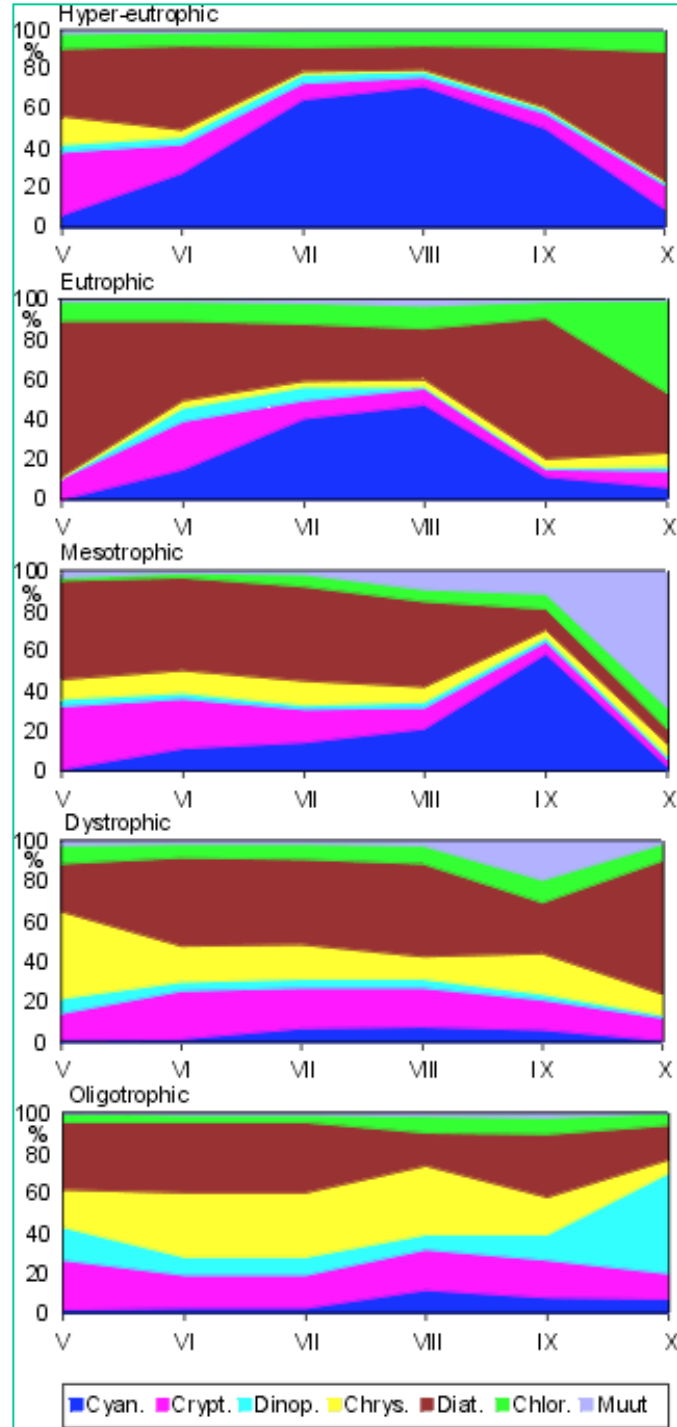
distrofs



“EZERU TIPOLOĢIJA” pēc to barošanās tipa



Fitoplanktona grupējumu attīstība dažādas trofijas pakāpes ezeros Somijā

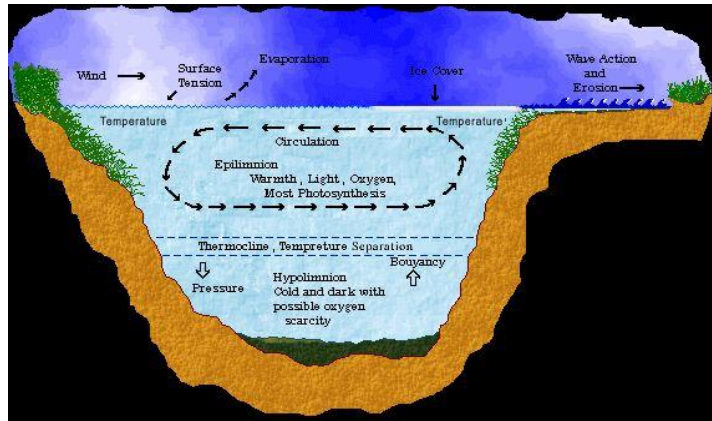


Latvijas ezeru ekoloģiskie tipi un tiem raksturīgās fitoplanktona biomasas

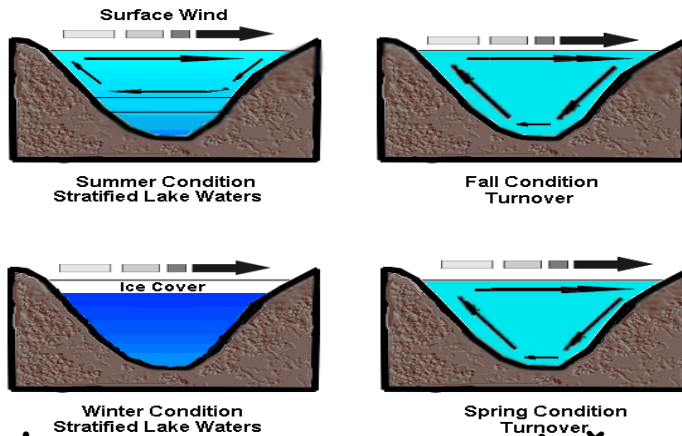
| Ezeru tips | Augsta | Laba | Vidēja | Slikta | Ļoti slikta |
|---|--------|-----------|----------|----------|-------------|
| 1. tips Ļoti sekls dzidrūdens ezers ar augstu ūdens cietību | <0,5 | 0,5-2,5 | 2,5-5,0 | 5,0-10,0 | >10 |
| 2. tips Ļoti sekls brūnūdens ezers ar augstu ūdens cietību | <0,5 | 0,5-2,5 | 2,5-5,0 | 5,0-10,0 | >10 |
| 3. tips Ļoti sekls dzidrūdens ezers ar zemu ūdens cietību | <0,5 | 0,5-2,5 | 2,5-5,0 | 5,0-10,0 | >10 |
| 4. tips Ļoti sekls brūnūdens ezers ar zemu ūdens cietību | <0,5 | 0,5-2,5 | 2,5-5,0 | 5,0-10,0 | >10 |
| 5. tips Sekls dzidrūdens ezers ar augstu ūdens cietību | <0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5 | 5,0-10,0 | >10 |
| 6. tips Sekls brūnūdens ezers ar augstu ūdens cietību | <1 | 1-2,5 | 2,5-5,0 | 5,0-10,0 | >10 |
| 7. tips Sekls dzidrūdens ezers ar zemu ūdens cietību | <0,3 | 0,3-1 | 1,0-3,0 | 3,0-5,0 | >5 |
| 8. tips Sekls brūnūdens ezers ar zemu ūdens cietību | <0,64 | 0,64-1,75 | 1,75-4,0 | 4,0-7,5 | >7,5 |
| 9. tips Dziļš dzidrūdens ezers ar augstu ūdens cietību | <0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5 | 5-7,5 | >7,5 |

Ezeros notiekošie procesi

Fizikāli-ķīmiskie procesi

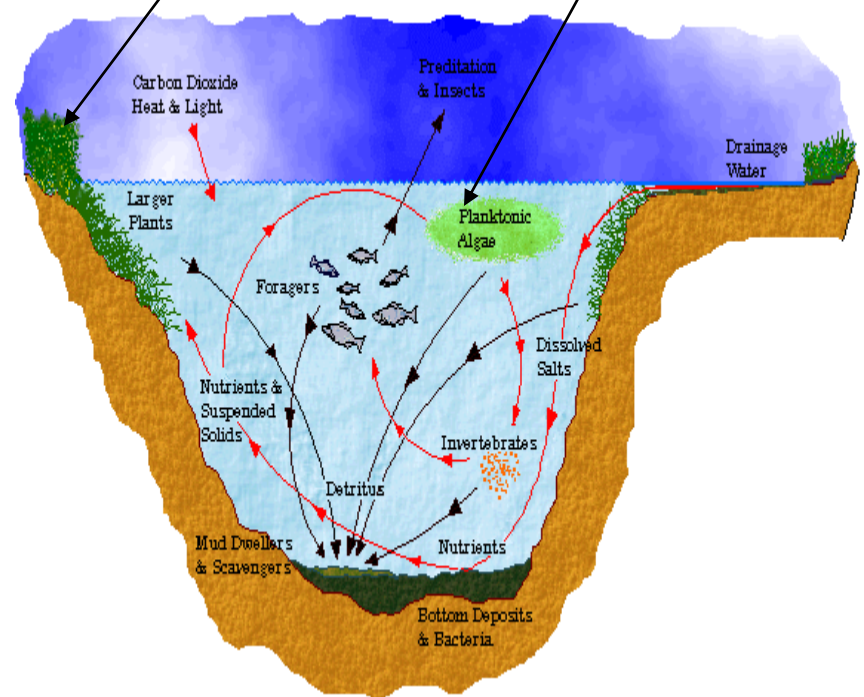


Annual Lake Cycle



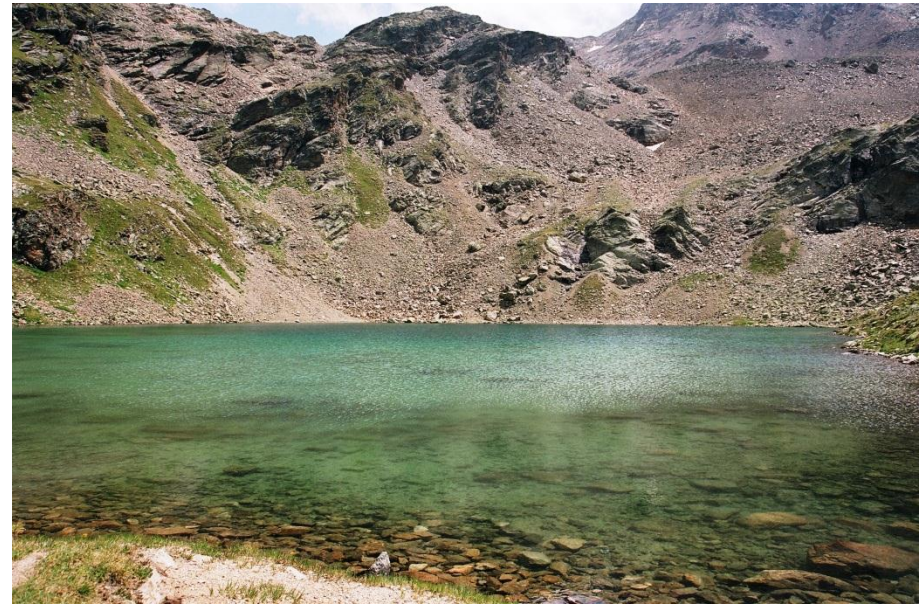
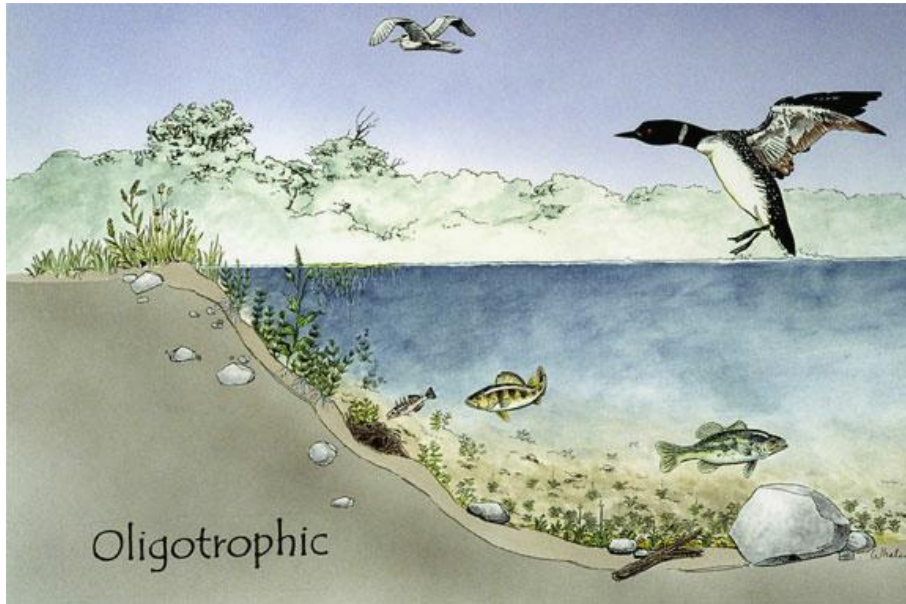
Rudens un pavasara samaisīšanās
dimiktiskos ezeros

Barošanās (pelāgiskās, bentiskās ķēdes)



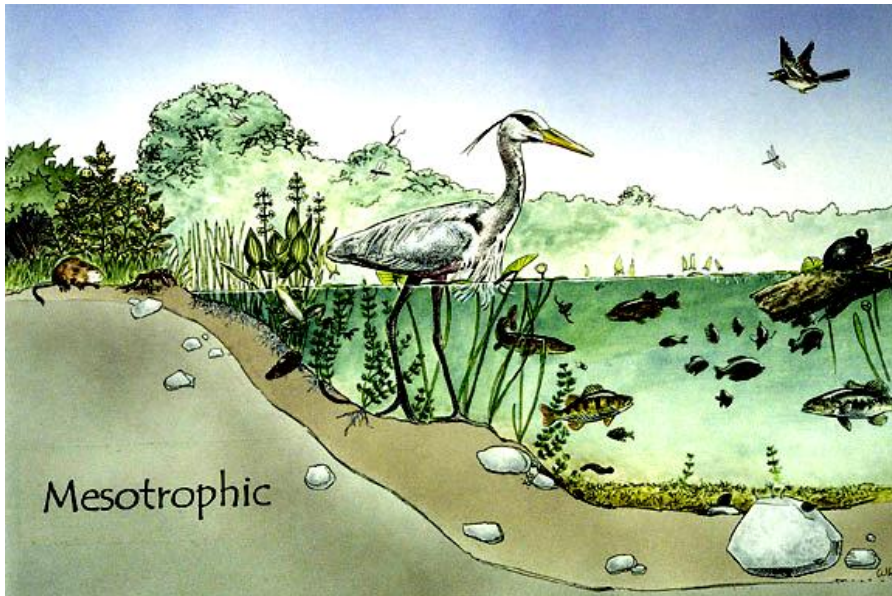
- **Ezerus apraksta ar vienu formulu, katram kritērijam pielietojot atbilstošus burtu simbolus (Lielie burti – tips; mazie burti – apakštips).**
- **Ja nepieciešams sīkāks apraksts, tad aiz burtiem lieto romiešu ciparus.**
- **Lielie burti norāda, kādam sākotnējam tipam atbilst ezers: ja tālākā dalījumā apakštipos var konstatēt atbilstību diviem apakštipiem, tad lieto abu apakštipu kombinēto apzīmējumu no 2 lielajiem burtiem un attiecīgos apzīmējumus ar mazajiem burtiem atdala ar komatu.**
- **Tabulu un kritērijus simbolu izvēlei Jungs dod savā darbā *Seen werden, Seen vergehen*(G. Jung, 1990).**

Oligotrofs ezers



Kalnu ezers Šveicē

Mezotrofs ezers



Drīdzis Latvijā

Eitrofs ezers

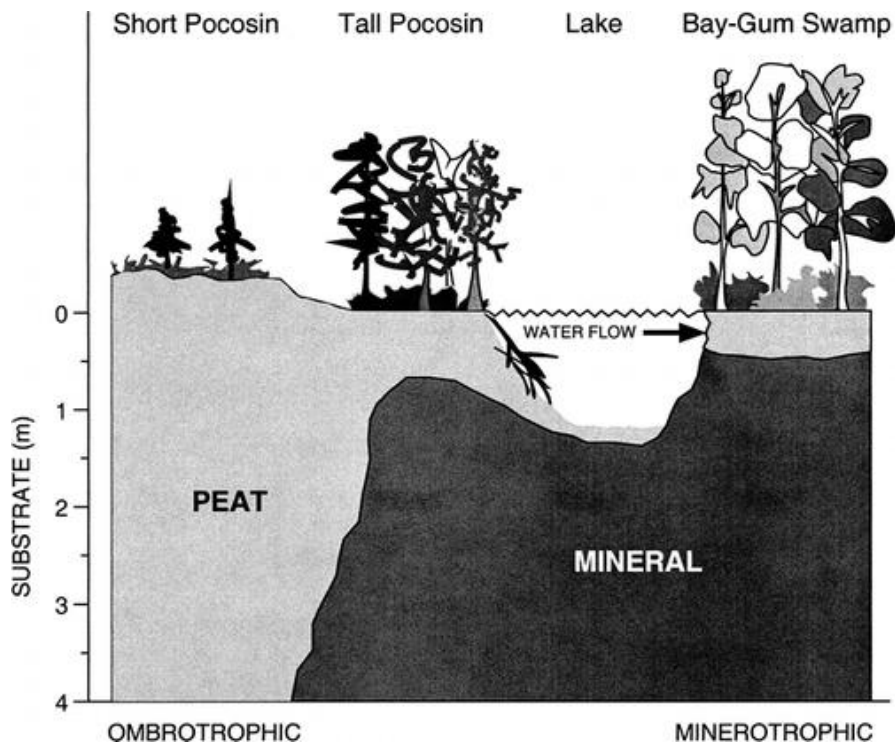


Juglas ezers – pavisam netālu
Rīgas pievārtē

Distrofs ezers



Lielezers – pie Latvijas-Igaunijas robežas Ziemeļvidzemē

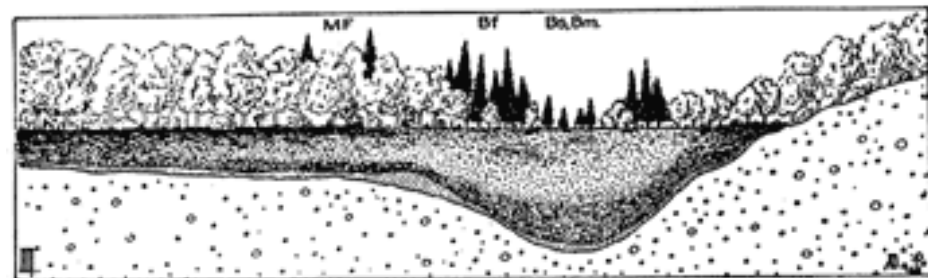
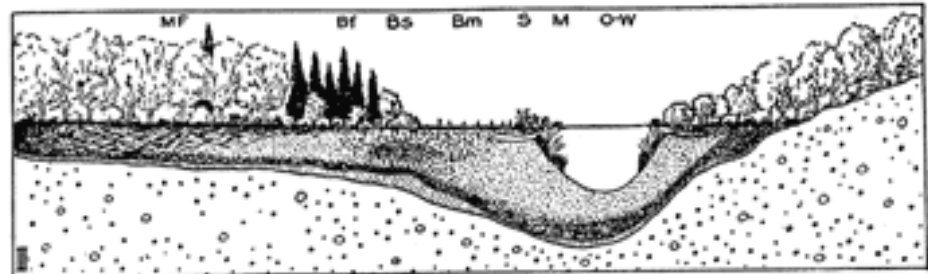
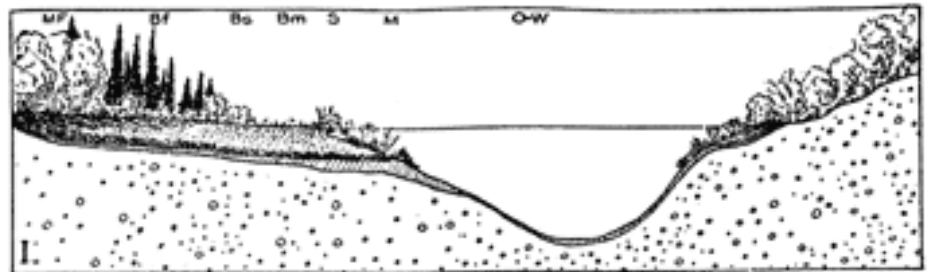


Daļa diseitrofo ezeru daļēji ir no vienas puses ieskauti ar minerālaugsnēm, no otras puses ar purvu (kūdru)

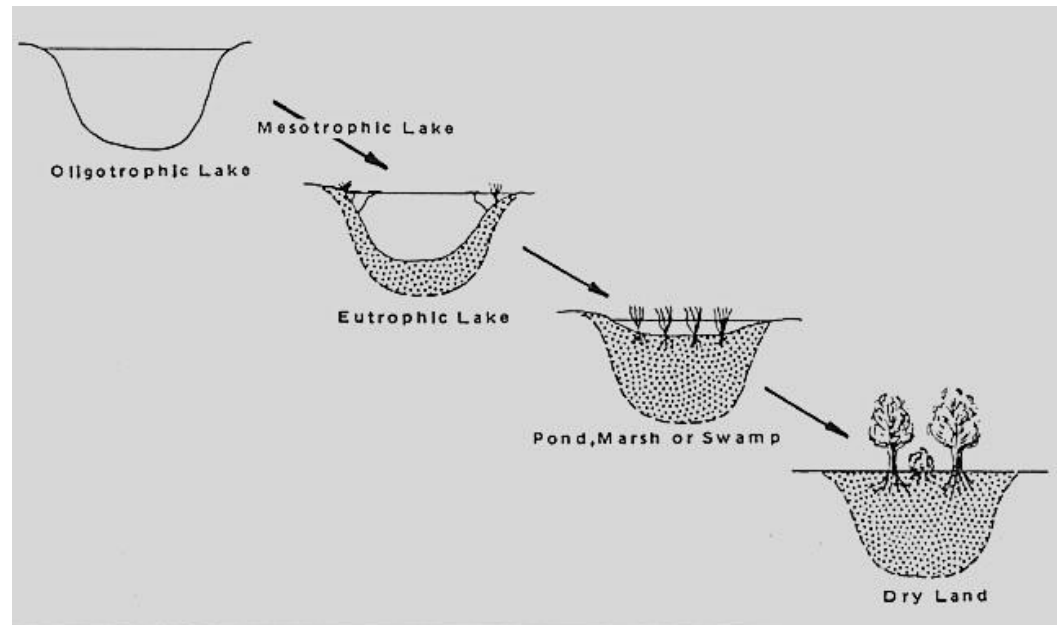
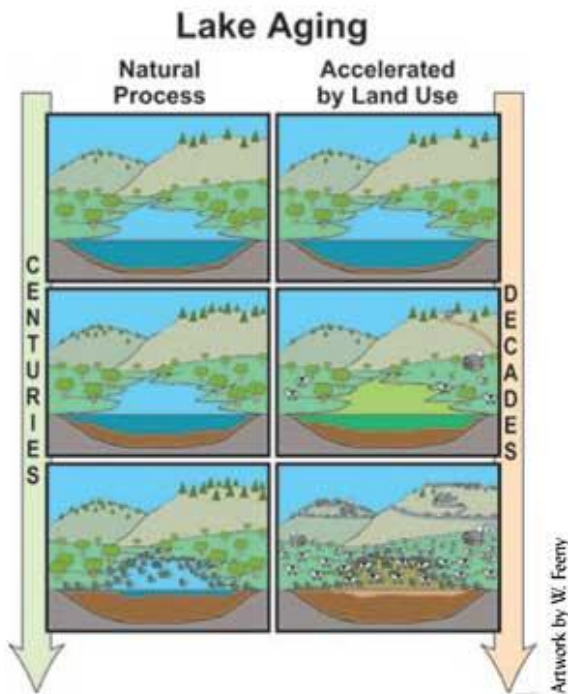
Ezeru attīstību dabiskā gaita tiek uzskatīta par sukcesiju rindu, kurā iespējama šāds secība:

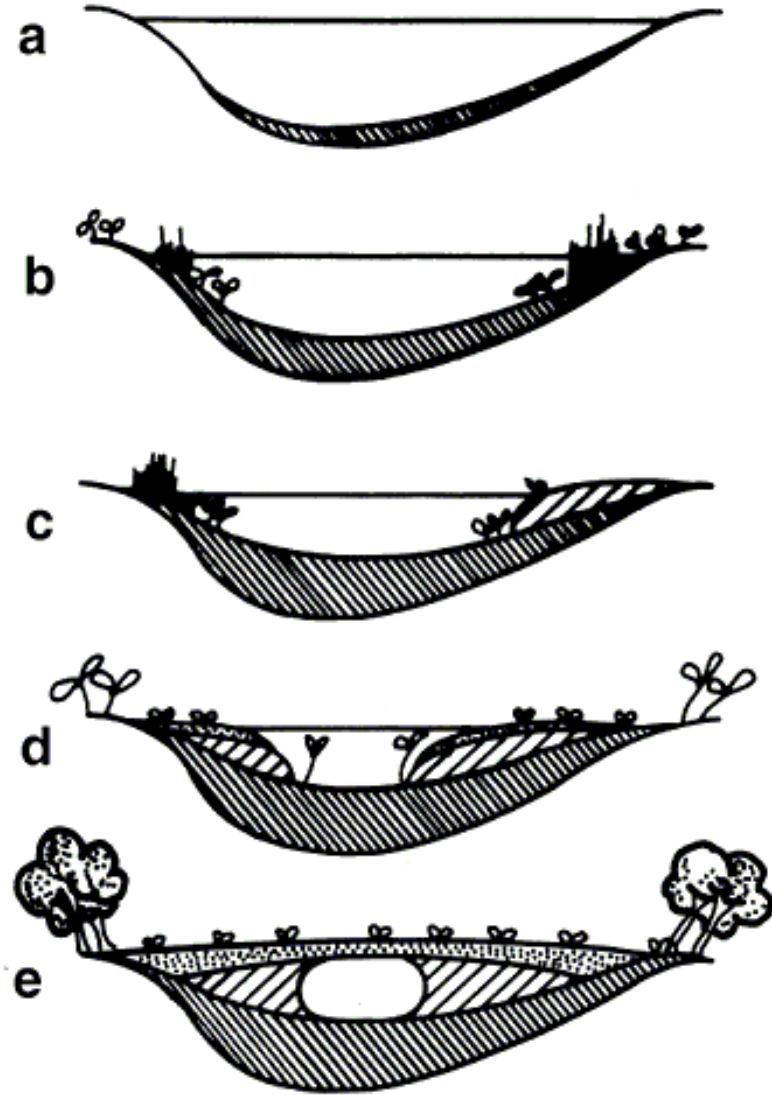
- O – oligotrofs; M – mezotrofs; E – eitrofs;
- P – politrofs; D – distrofs

-
- D-O-M-E-P
- O-D-M-E-P
- O-M-E-P
- M-E-P
- E-P



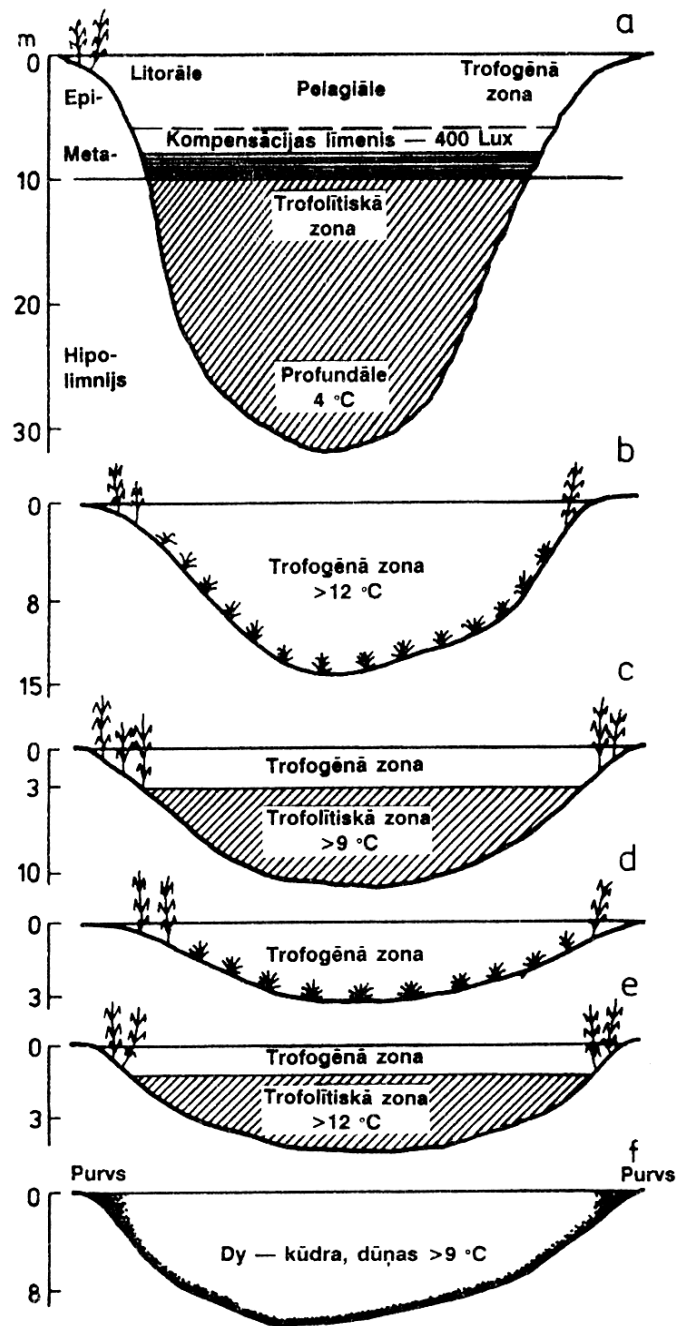
Aplūkojot ezerus to attīstībā – (dabiska ezeru novecošanās) izšķir tā sākuma stadiju un beigu stadiju – politrofs ezers un beidzot purvs.





Ezera pāraugšanas shēma

Pēc prof. P. Cimdiņa



10. 3. att. Ezeru limnoloģiskie tipi Latvijā.

Ezeru tipu izdalīšanai lietotie kritēriji (Migel, 1981)

- **1. Ģeogrāfiskie**
- **Glaciālas izcelsmes ezeri**
- **tektoniskie ezeri**
-
- **2. Termiskie, ķīmiskie un bioloģiskie:**
- **eitrofie, ar pūstošu dūņu bagāti ezeri, barības vielām bagāti ezeri, *Chironomus plumosus* ezeri;**
- **oligotrofie ezeri, ar kaļķi bagāti ezeri, ezeri ar nabadzīgu barības vielu saturu, , *Tanitarsus* ezeri;**
- **distrofie ezeri, Dy tipa dūņu ezeri,**
- **ar kaļķi nabadzīgie ezeri.**

Piesārņojuma pakāpe:

- polisaprobie ezeri – stipri piesārņotie IV ūdeņu kvalitātes klase;
- α -mezosaprobie ezeri – mēreni piesārņoti ezeri, III ūdeņu kvalitātes klase;
- β -mezosaprobie ezeri – vāji piesārņotie ezeri, II ūdeņu kvalitātes klase;
- oligosaprobie ezeri – nepiesārņoti ezeri,
- - I ūdeņu kvalitātes klase

**Zivsaimnieciskā nozīme un zivju sugu
sastāvs** (pēc P. Cimdiņš "LIMNOEKOLOĢIJA)

**Līņu ezeri: Līdaka, Zandarts, Rauda, Plicis, Karpa,
Līnis**

**Zandartu ezeri: Līdaka, Zandarts, Rauda, Ausleja,
Sniedze, Zutis**

**Līdaku-Līņu ezeri: Līdaka, Asaris, Rauda, Līnis,
Karpa, Zutis**

Sīgu ezeri: Līdaka, Asaris, Rauda, Līnis, Sīgas, Zutis

**Foreļu ezeri: Ezeru forele, Sīgas, Palijas, Mailītes,
Platgalves, Akmeņgrauži.**

Ezernogulumi



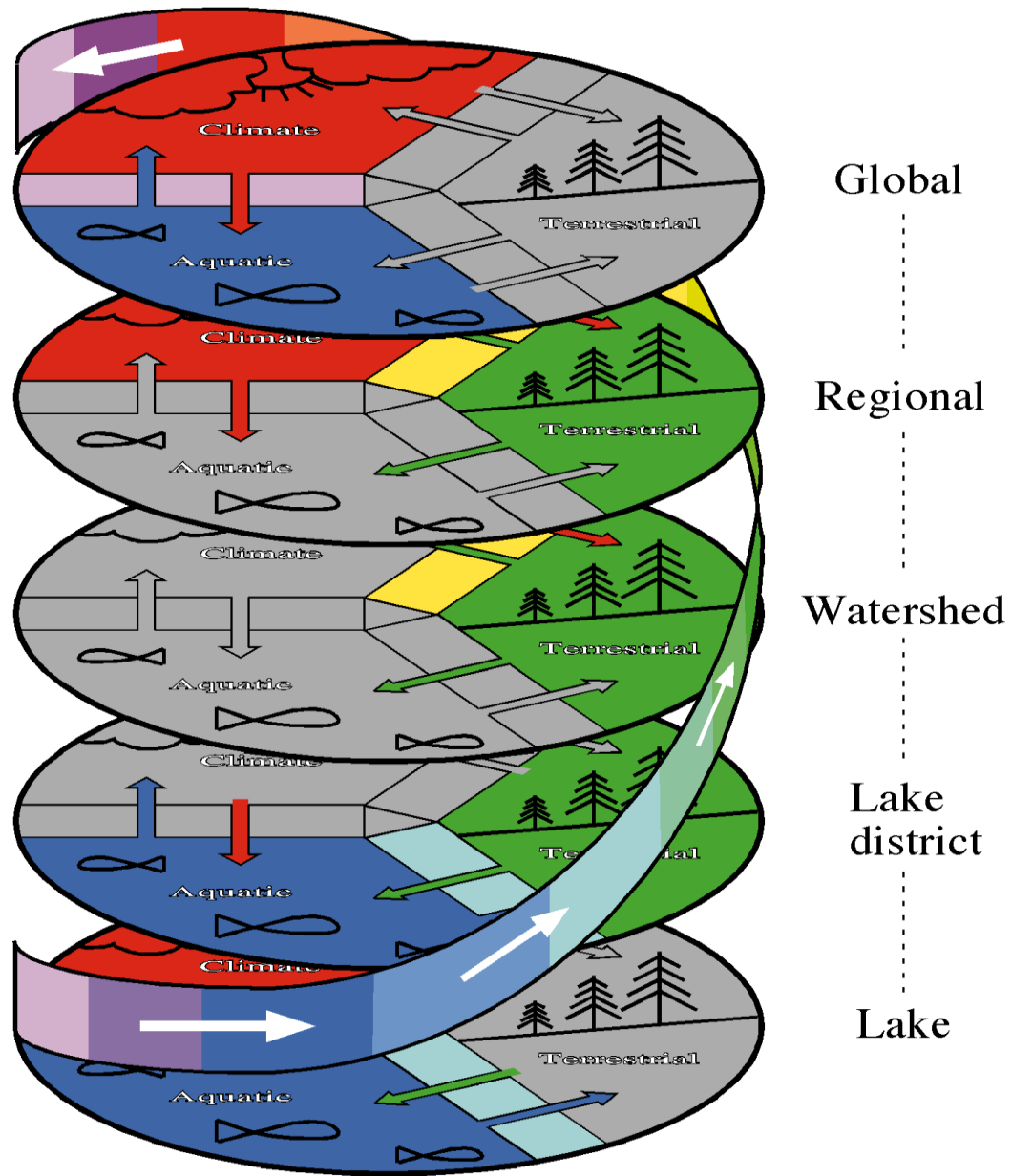
Sapropēja iegūšana

Ezernogulumi rodas rodas, uzkrājoties atmirušiem organismiem un upēm un vējam ienesot ezerā smalkgraudainu sanešu materiālu.

Organiskie ezernogulumi ir dūņas, ezerkūdra, sapropelis;

Minerālie –ezermāls, smalkgraudaina smiltis, putekļi, limonīti, ezerkaļķis;

Latvijā- galvenokārt ezerkūdra, dūņas, sapropelis (>10m), ezermāls.



Ezeru aizsardzības un menedžmenta shēma