

ZAJEDNICA NEKTON



Nekton

- Zajednica aktivno pokretnih organizama koja naseljava slobodnu vodu
- Najznačajnija komponenta nektona u jezerima je **ihtiofauna**
- U mnogim jezerima su **završna karika** u lancu ishrane
- Nezamjenjiv **izvor hrane** za narastajuću ljudsku populaciju u mnogim predjelima svijeta

Nekton

Načini ishrane riba

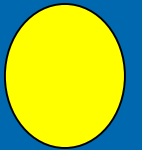
U zavisnosti od načina života, ribe su prilagođene i načinom ishrane. U tom smislu, ribe se svrstavaju u nekoliko generalnih ekoloških kategorija (tipova) od kojih su obično svi prisutni u jezerima:

- **Polifagi** (*omnivor*) - u ishrani koriste više različitih komponenti (biljna, animalna, detritus)
- **Detritofagi** - vrste kod kojih je procenat detritusa u ishrani veći od ostalih komponenti
- **Bentofagi** - hrane se organizmima dna (uglavnom bentoske invertebrate) – npr. šaran
- **Planktofagi** - hrane se planktonskim organizmima (zooplankton) – npr. ukljeva
- **Fitofagi** - hrane se biljnom komponentom i to makrofitskom vegetacijom – npr. bijeli amur
- **Piscivori** - hrane drugim ribljim vrstama (predatori) – npr. pastrmka

Nekton

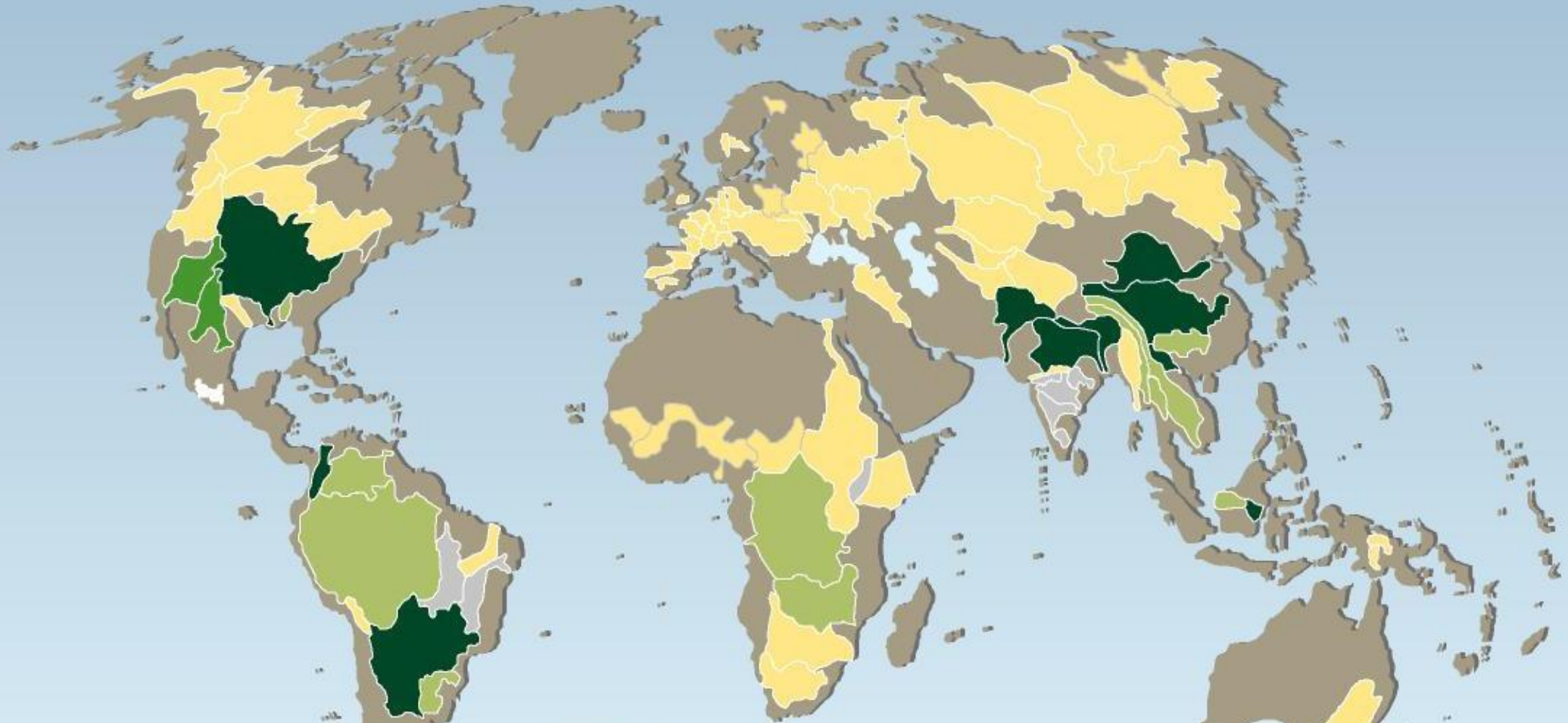
Adaptacije na strujanje vode (morfološke):

- Rječne ribe imaju izduženo i **oblo tijelo**, npr. *Salmo* sp. (na presjeku krug ili elipsa)
- Jezerske ribe (npr. *Cyprinus* sp.) imaju **bočno spljošteno** tijelo
- Bentoske ribe imaju **dorzo-ventralno spljošteno** tijelo (*Cottus* sp.)



Faktori koji utiču na strukturu zajednice nektona

- 1. Lokalni faktori** – temperatura vode, količina kiseonika i predatorstvo
- 2. Morfometrijski faktori** – veličina i dubina jezera
- 3. Geografski faktori** – geografska širina i nadmorska visina
- 4. Evolucionarni faktori** – starost jezera (dužina evolucije)



- High number of fish species
- High number of endemic fish
- High number of fish species and endemics
- Low number of fish species and endemics
- No data

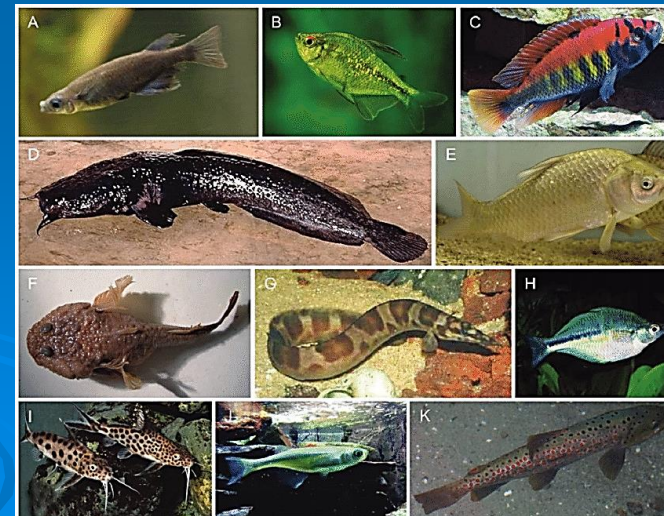
Source: Revenga et al., World Resources Institute (WRI), Washington DC, 1998.

PHILIPPE REKACEWICZ
MARCH 2002

Faktori koji utiču na strukturu zajednice

1. Veličina i starost jezera

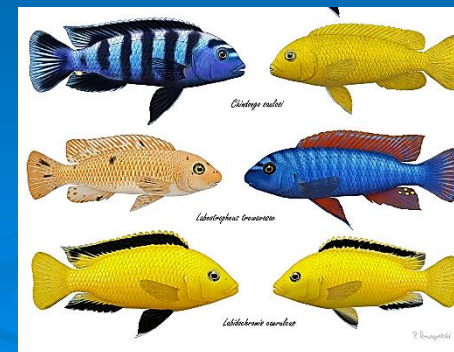
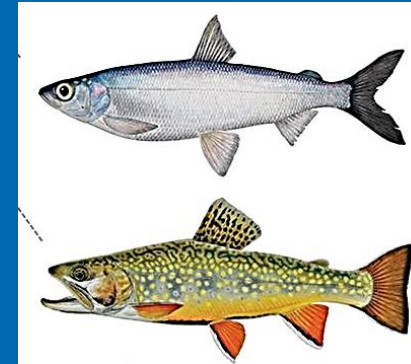
- Što je jezero veće i starije (veliki broj raznovrsnih ekoloških niša i duža evolucija) – ima veći diverzitet ribljih vrsta i veći broj endema
- Stara tektonska jezera imaju veliki broj endema, pogotovo velika jezera
- Npr. tropsko jezero **Viktorija** (68.000 km², staro 20 miliona godina) – ima preko 500 vrsta riba od kojih su više od 300 vrsta endemične
- Mala glacijalna jezera – jedna ili svega nekoliko endemičnih vrsta



Faktori koji utiču na strukturu zajednice

2. Geografska širina i nadmorska visina

- Jezera na većim geografskim širinama (Paleoarktik, Neoarktik) i većim nadmorskim visinama imaju dominaciju riba porodica *Salmonidae* ili *Coregonidae* (Evropa)
- Jezera umjerene zone imaju pretežno **ciprinidnu** faunu (Evropa)
- Tropska jezera – dominira fam. *Cichilidae*
Velika jezera u tropima imaju najveći diverzitet ihtiofaune



NEKTON - struktura zajednica u Crnoj Gori

- Većina **visokoplaninskih** jezera u Crnoj Gori nemaju autohtonu ihtiofaunu – niska T, slaba produkcija (nedostatak hrane), led – nedostatak kiseonika
- Vrste su introdukovane (**Salmonidae**): Šezdesetih i sedamdesetih godina XX vijeka izvršena je uspješna introdukcija *Salmo labrax m. fario* u durmitorska i neka druga jezera
- Kasnije su jezera poribljena jezerskom zlatovčicom (*Salvelinus umbla*) i kalifornijskom pastrmkom (*Oncorhynchus mykiss*)
- Samo Plavsko i Biogradsko imaju autohtonu ihtiofaunu - dominiraju **Salmonidae** - veza sa rijekama je usloвила da su u njima prisutne ribe koje su dominantne u rijekama

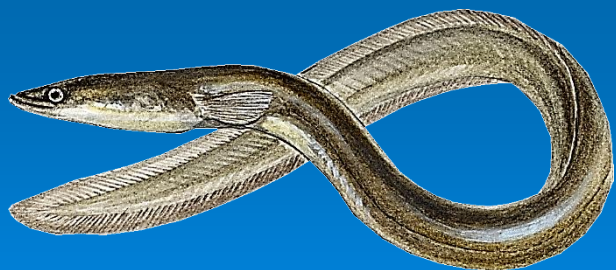


NEKTON - struktura zajednica u Crnoj Gori

- Ihtiofaunu Skadarskog jezera uglavnom čine vrste porodice **Cyprinidae**: *Alburnus scoranza*, *Chondrostoma ohridanum*, *Cyprinus carpio*, *Gobio scadrensis*, *Rutilus ohridanus*, *Rutilus albus*, *Scardinius kneževici*, kao i neke introdukovane ciprinide: *Carassius auratus gibelio*, *Perca fluviatilis* itd.
- Najveću biomasu (i brojnost) u Skadarskom jezeru imaju **planktofagi** (*Alburnus scoranza* - ukljeva) i **bentofagi** (*Cyprinus carpio* - šaran)



- **Sistem Ohrid - Drim – Skadar** predstavlja veoma značajanu vezu između riječnih, jezerskih i morskih ekosistema
- **Drim** je glavna veza između jezera, dok je rijeka **Bojana** glavni migracioni put između jezera i mora
- **Katadromne** vrste - život do zrelog doba provode u slatkoj vodi, a na mrijest odlaze u more, što je slučaj sa jeguljom (*Anguilla anguilla*)
- **Anadromne** vrste - migratorne riblje vrste, koje migriraju u slatke vode da bi se mrijestile, ali se vraćaju u more gdje rastu do zrelog doba. U ovu kategoriju, od naših vrsta, spadaju jesetre (*Acipenser* sp.), kubla - *Alosa fallax* i zmijuljica *Petromizon marinus*, a najpoznatije anadromne vrste su lososi - *Salmo salar* (Atlanski okean)



Jegulja (*Anguilla anguilla*)



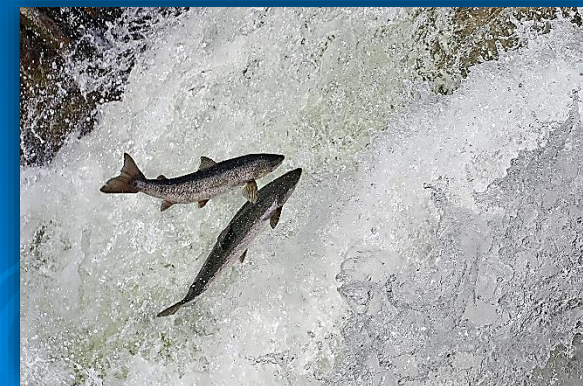
jesetra - *Acipenser*



kubla - *Alosa fallax*



zmijuljica -
Petromizon marinus



Losos - *Salmo salar*

TROFIČNI STATUS JEZERA

Trophic State Index

Chapra and Dobson (1981)

Scale

Oligotrophic

Mesotrophic

Eutrophic

0-5

5-10

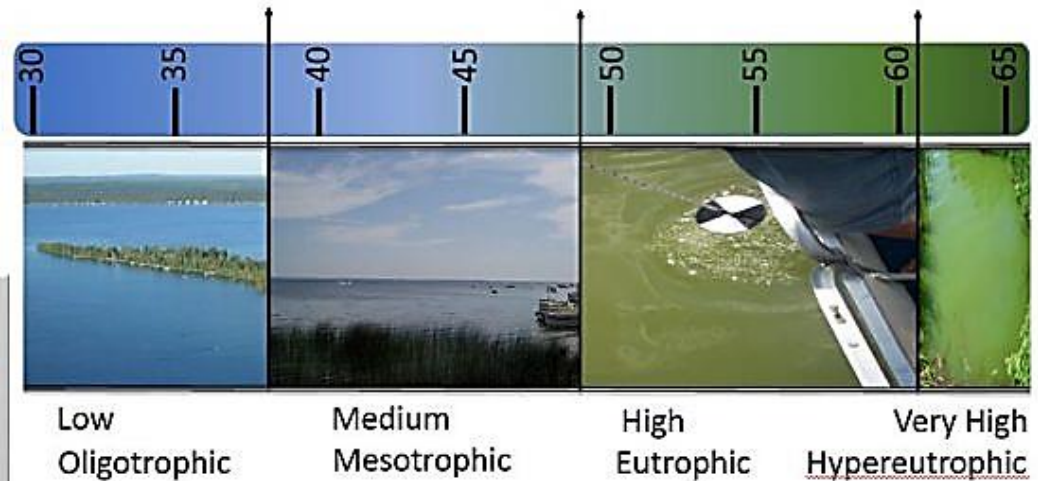
10-15

Low Nutrients
Decreased Algal Growth
Increased Water Clarity

High Nutrients
Increased Algal Growth
Decreased Water Clarity

Trophic Status

Secchi	15 feet	7.5 feet	3 feet
Total Phos.	11 ppb	21 ppb	50 ppb
Chl-a	2.5 ppb	6 ppb	22 ppb



Trofični status jezera

Primarna produkcija je osnovni proces kojim se organska materija unosi u jezero i ovaj proces je uslovljen prvenstveno količinom mineralnih soli tj. **nutrijenata (P i N)** – baza svih lanaca ishrane

Količina nutrijenata u nekom jezeru, a time i produkcija, zavise od:

- **Pedološke podloge** - ovaj edafski faktor je primarni
- **Dubine jezera** (morfometrijski faktor), tj. odnosa između zapremine trofogenog i trofolitičkog sloja u jezeru
- **Temperature** - na višim temperaturama proces kruženja materije odvija se većom brzinom



Trofični status jezera



TROFIČNI STATUS jezera pokazuje kakav je nivo produkcije u njemu
PARAMETRI na osnovu kojih se u praksi određuje trofični status jezera su:

- **Koncentracija nutrijenata** - srednja godišnja koncentracija **ukupnog fosfora**, jer je on obično limitirajući nutrijent u jezerima ($\mu\text{g/l}$)
- **Providnost vode** - mjerena **Seki diskom** (m)
- **Biomasa fitoplanktona** - izražena preko koncentracije **hlorofila a** ($\mu\text{g/l}$)
- **Primarna produkcija** (dnevna) - preko asimilacije ugljenika ($\text{mg C/m}^2/\text{dan}$)

Trofičnost jezera je prije svega biološko stanje vode, pa se zato u praksi preporučuje **hlorofil a**, kao najpouzdaniji parametar za određivanje trofičnog indeksa u vodenim ekosistemima

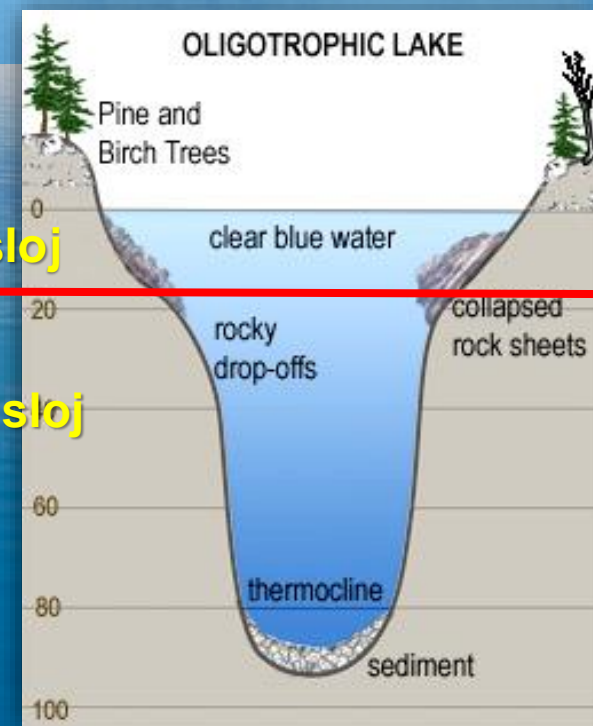
Na osnovu ova četiri parametra, jezera se dijele na **pet trofičnih kategorija**:
ultra-oligotrofna, oligotrofna, mezotrofna, eutrofna i hipertrofna

- **Ultraoligotrofna i oligotrofna jezera** - siromaštvo u pogledu nutrijenata, bistra, izuzetno providna voda, mala količina (gustina) fitoplanktona i **mala produktivnost**, mala biomasa, ali veliki diverzitet vrsta, zasićenost kiseonikom, dno kamenito
- Primjer su duboka i visokoplaninska jezera (lednička, većina naših visokoplaninskih jezera, Ohridsko, Tahoe, Kratersko itd)



trofogeni sloj

trofolitički sloj



Ultraoligotrofno jezero

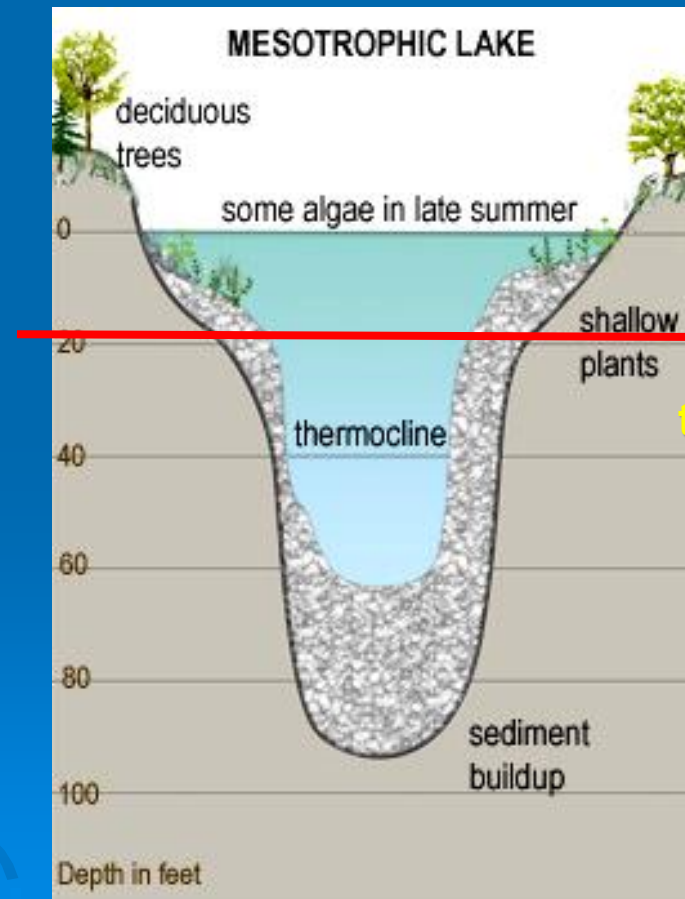
Melisani jezero (Grčka)



Ultraoligotrofno jezero Taho jezero (SAD)



- **Mezotrofna jezera** - među-stadijum, tj. prelaz između oligotrofnih i eutrofnih jezera, jer se karakterišu umjerenom količinom nutrijenata i fitoplanktona, tj. **osrednjom produktivnošću**, providnošću i količinom kiseonika (Komo, Skadarsko, Šasko)



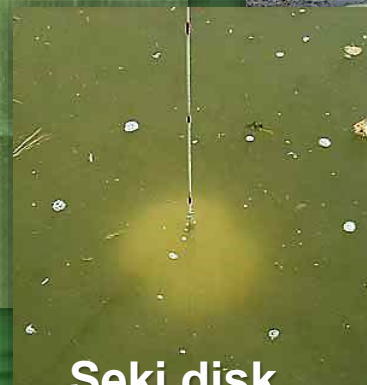
trofogeni sloj

trofolitički sloj

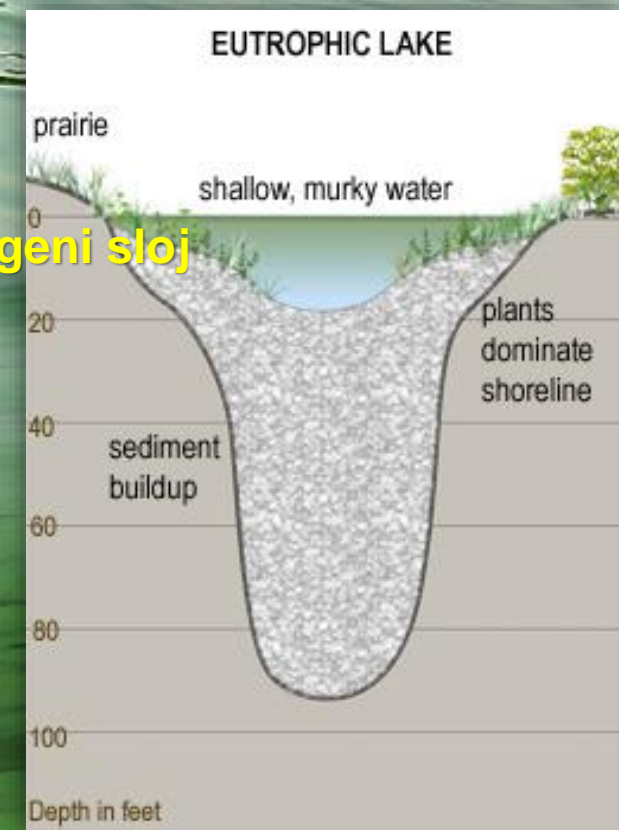
- **Eutrofna i hipertrofna jezera** - velika količina nutrijenata, bogato razvijen fitoplankton i **velika produktivnost**, mala providnost vode, mali diverzitet vrsta, ali velika ukupna biomasa (cvjetanje vode), malo kiseonika, dno muljevito
- Primjer su ravničarska jezera, plitka jezera (Dojransko)



trofogeni sloj



Seki disk



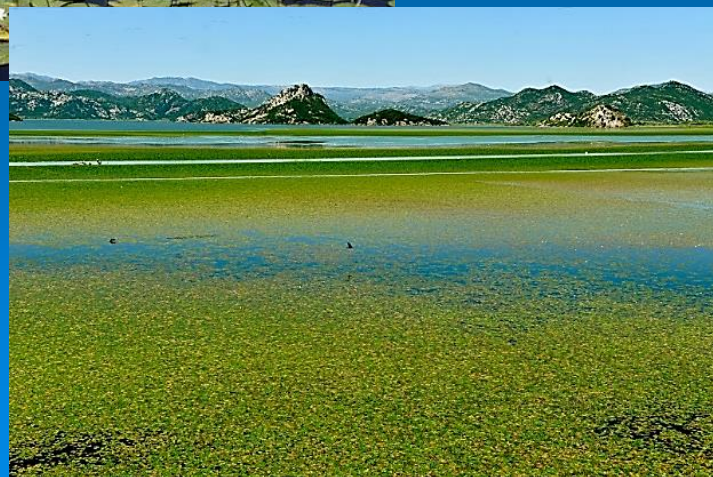
- Tokom godine, u zavisnosti od sezone, neka mezotrofna jezera se **pomjeraju** sa jednog trofičnog nivoa na drugi (npr. Skadarsko jezero):



Ljeto - **eutrofija**



Zima - **oligotrofija**





Eksperiment: oligotrofno jezero je pregrađeno i u jedan dio je godinama dodavan **fosfor** – prelaz sa oligotrofnog na eutrofno stanje



- **Distrofna jezera** - odlikuju se velikom količinom organskih materija velike molekulske težine i to humusnih materija koje vodi daju mrku boju. Ova jezera imaju malu količinu kreča i niske pH vrijednosti. Naročito su karakteristična za hladna i vlažna područja sjevernog dijela Evrope. Prelaz ka močvarama.



Eutrofikacija

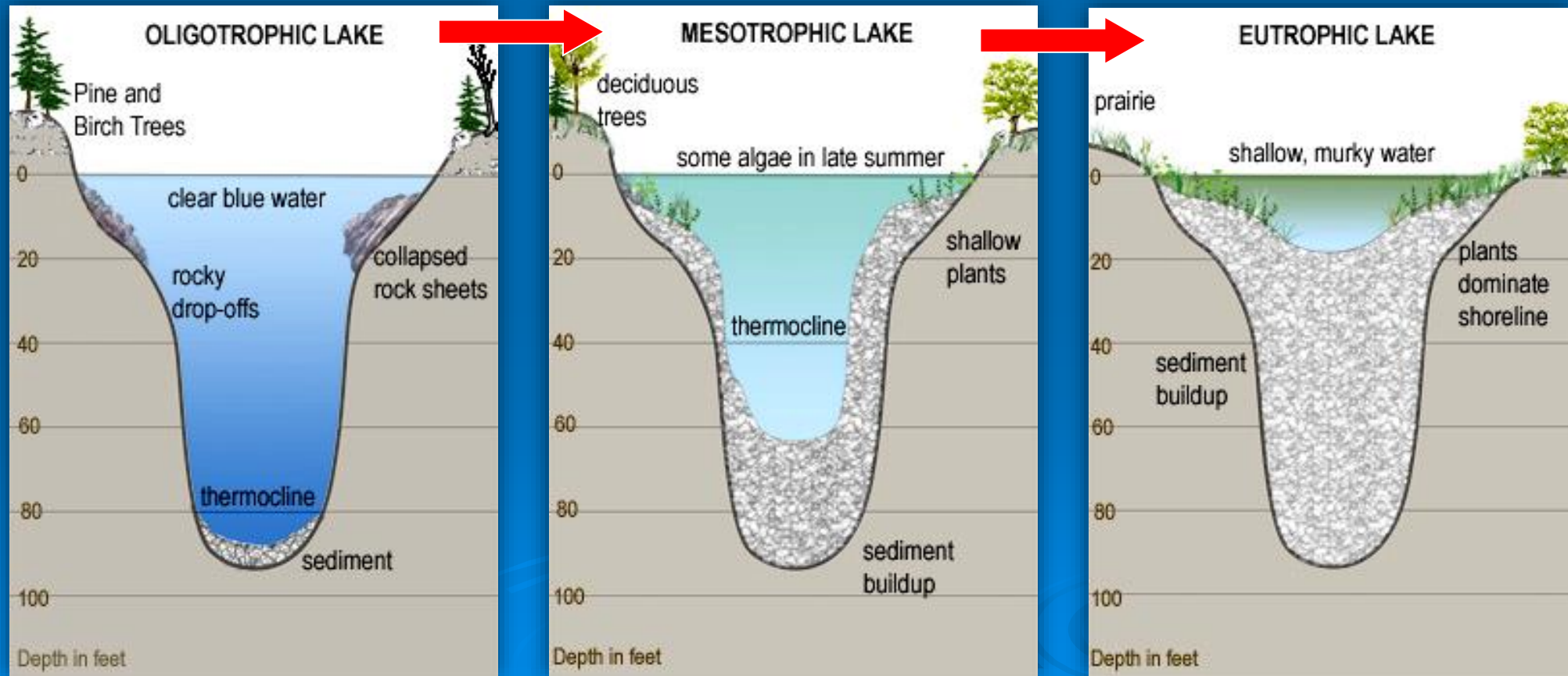
Eutrofikacija - proces povećavanja količine mineralnih soli u jezeru, a time i povećanje njegove produktivnosti

- Eutrofikacija je prirodan proces - rezultat starenja jezera - **prirodna eutrofikacija** (traje hiljadama godina)
- Može biti i ubrzana, kao posledica antropogenog uticaja, najčešće zagađenja - **kulturna eutrofikacija** (mjeri se decenijama)

Eutrofikacija dovodi do porasta trofičnog statusa jezera – oligotrofno jezero vremenom prelazi u mezotrofno, pa potom u eutrofno jezero



- **Tok eutrofikacije:** porast nutrijenata, porast produkcije (fitoplankton, cvjetanje), povećano taloženje nerazgrađenih materija, oplicavanje (porast epilimniona, smanjenje hipolimniona), dominacija makrofita nad fitoplanktonom, močvara.
- Hipoksija – salmonide nestaju, ciprinide počinju da dominiraju





Ekstremni tipovi jezera



Slana i soda jezera

- Ukoliko jezero nema otoku, već vodu gubi samo evaporacijom, takvo jezero se označava kao **zatvoreno** ili **endoreično jezero**
- Ova jezera imaju **sporu razmjenu vode** i **ako leže u sušnom području**, soli se u njima vremenom akumuliraju, pa na kraju sadrže izuzetno visoku koncentraciju rastvorenih soli:
- **Slana jezera** – dominiraju hloridi: NaCl i MgCl (npr. Mrtvo more, Veliko slano jezero – SAD, Pink-jezera)
- **Soda jezera (alkalna)** – dominiraju bikarbonati HCO_3^- (npr. Nakuru jezero – Kenija)
- Obično se javljaju u sušnim oblastima

Slana jezera

- **Mrtvo more** - vodeni ekosistem sa najvećom koncentracijom soli na svijetu (350 g/l = 350‰) i leži na najnižoj nadmorskoj visini na svijetu - 392 m ispod nivoa svjetskog mora
- Količina padavina je veoma mala (manje od 100 mm na godišnjem nivou), a evaporacija intezivna (isparavanjem se gubi oko 2000 mm vode godišnje)
- Glavna pritoka - rijeka Jordan donosi znatnu količinu soli, a smanjenu količinu vode, usled njenog intezivnog iskorišćavanja za navodnjavanje
- Dominantna so u vodi Mrtvog mora je **MgCl**, zbog čega voda, za razliku od morske, ima neprijatan gorak ukus
- U ovako ekstremnim uslovima gotovo da i nema života (otuda i naziv Mrtvo more), izuzev rijetkih bakterija poput *Halobacterium halobium* za koju je optimalan salinitet vode između 200 i 300‰





kristalizacija
nakon 2 god.



Opadanje nivoa Mrtvog mora



1931



1984



2010



2070

Slana jezera

Pink Lakes – ružičasta slana jezera (npr. Hilier jezero u Australiji) – dominira jednoćelijska zelena alga *Dunaliella salina* i bakterija *Halobacterium halobium* – sadrže veliku količinu beta-karotena koji ih štiti od prevelike insolacije koju reflektuju čestice soli (odatle potiče i boja vode)



Ovom algom se hrani račić *Artemia salina* – nema mehanizme za odbranu od predatora, pa ga nema u morima; može da živi i u slatkoj vodi - ima dobro razvijene mehanizme za osmoregulaciju, koža gotovo nepropusna, zbog hipoksije sadrži hemoglobin, kiseonik iz vode apsorbuje i preko površine svojih nožica - obično plivaju na leđima i pokretima nožica stvaraju vodenu struju iz koje usvajaju kiseonik

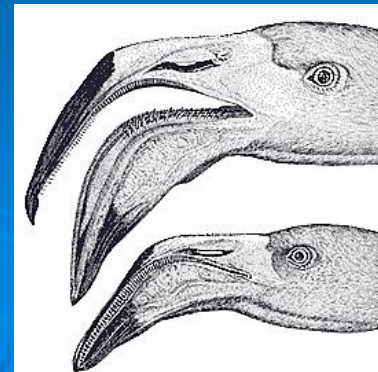
Soda jezera



Visoka koncentracija **karbonata** ili **bikarbonata** u vodi, pa zato i **visok alkalitet** (česta u istočnoj Africi)

- **Jezero Nakuru** u Keniji – nacionalni park

- Jezero je plitko (do 2,8 m) i nema otoku, a vodom ga hrane dvije pritoke i okolni **alkalni izvori**
- U jezeru nema makrofitske vegetacije, već se kao jedini producent javlja fitoplankton - dominira modro-zelena alga ***Spirulina platensis*** (bogata karotenoidima). Njome počinje lanac ishrane, jer je ova alga osnovna hrana za kopepode, ribe i malog **flamingosa** (*Phoeniconaias minor*)
- Flamingosi su herbivori čiji kljun ima posebne adaptacije (niz lamela pokrivenih dlačicama za filtriranje vode) koje im omogućavaju da se hrane sitnim algama kao što je *Spirulina*
- Zato su flamingosi, u odsustvu kompeticije za hranu, razvili jako brojnu populaciju



Građa kljuna flamingosa



Phoeniconaias minor



Flamingosi, u odsustvu kompeticije za hranu, razvili su jako brojnu populaciju (1,5 milion jedinki)



Boja flamingosa potiče od *Spirulline* (**karotenoidi**)



Soda jezera

- **Jezero Natron** (Tanzanija) – plitko jezero (< 3m), prima vodu od vrućih izvora bogatih **Na-karbonatom** (ekstremno alkalna voda - pH>12), koji često kristalizuje; mala količina padavina, velika evaporacija, temperatura vode povremeno dostiže i do 50°C
- Organizmi – bakterije, *Spirulina*, endemične ribe - tilapija (*Alcolapia latilabris*)
- Mali flamingos - u periodu septembar-april oko 2,5 miliona jedinki dolijeće i polaže jaja – odsustvo predatora zbog ekstremno alkalne sredine



Okamenjene ptice





Spotted lake (“Tačkasto jezero”) - Kanada

- Velika količina nataloženih soli sulfata Mg, Ca, i Na
- Ljeti kad nivo vode opadne, minerali kristalizuju i nastaju odvojeni basenčići vode obojeni različitom bojom, zavisno od dominantnog minerala u vodi

