



LEKCIJA

“ABIOTISKO VIDES FAKTORU LOMA FITOPLANKTONA ATTĪSTĪBĀ”

2. bakal. kurss EKOLOĢIJA I



Atkarībā no dzīvesvietas visi ūdensorganismi tiek iedalīti 2 lielās grupās:

(1) pelagiāla organismi - ūdens slānī mītošie organismi

(2) bentāla (bentosa) organismi - organismi, kas apdzīvo piegrunts slāni



PELAGIĀLA organismi



PELAGIĀLA organismi

➤ Neistons

➤ Planktons

- ❖ fitoplanktons
- ❖ bakterioplanktons
- ❖ zooplanktons

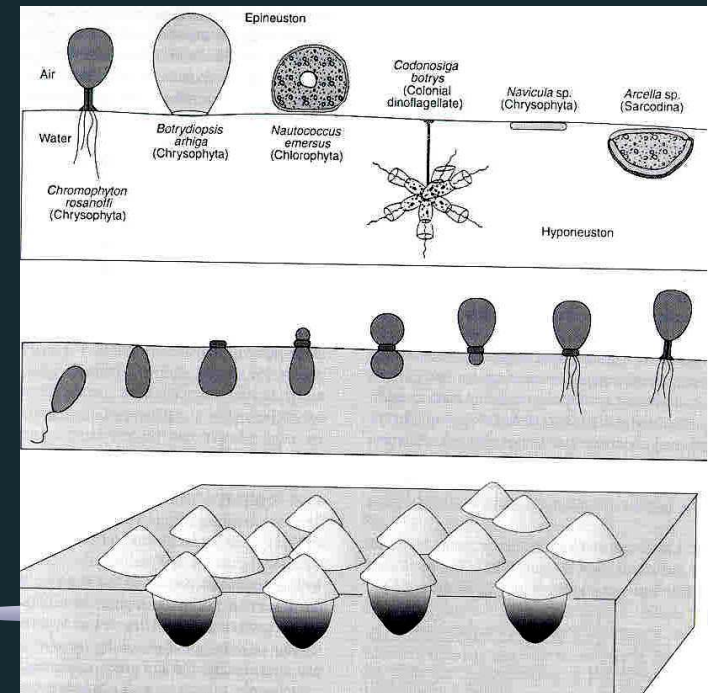
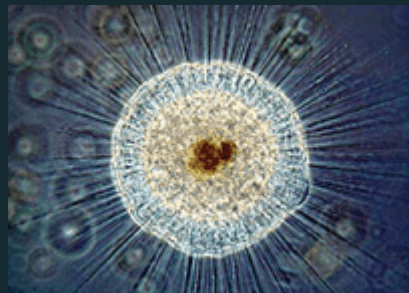
➤ Nektons

- ❖ bezmugurkaulnieki
- ❖ mugurkaulnieki

(I) NEISTONS

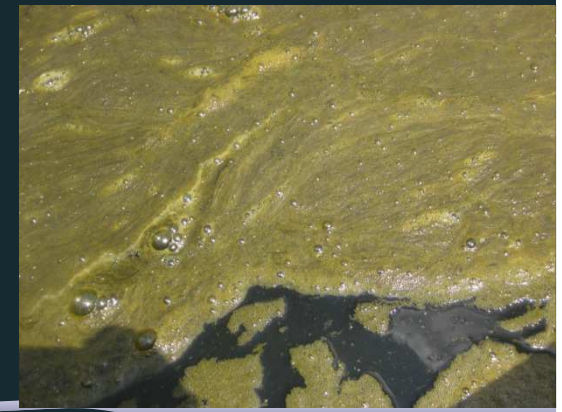
Neistons – organismu kopa, kas mīt ūdens virskārtas plēvētē

- Pieder - vicaiņi, baktērijas, kukaiņi un to kāpuri (ūdensmērītāji, odu kāpuri, atsev. vēžveidīgie)



(I) NEISTONS

- Neistons parasti veidojas tikai mierīgas ūdensvirsmas stāvoklī, tādēļ neistona organismi parasti iztrūkt lielās ūdenstilpēs, kur biežā viļņošanās izjauc virsējo plēves kārtiņu
- Neistonam savairojoties masveidā, tas var iekrāsot ūdens virskārtu dažādās krāsās (brūnu – savairojoties masveidā Fe baktērijām, dzeltenā jeb zaļā – savairojoties vicaiņiem un aļģēm)



(II) PLANKTONS

Planktonorganismi

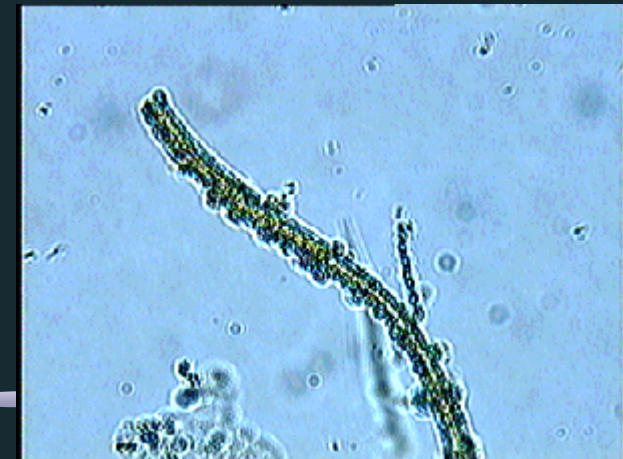
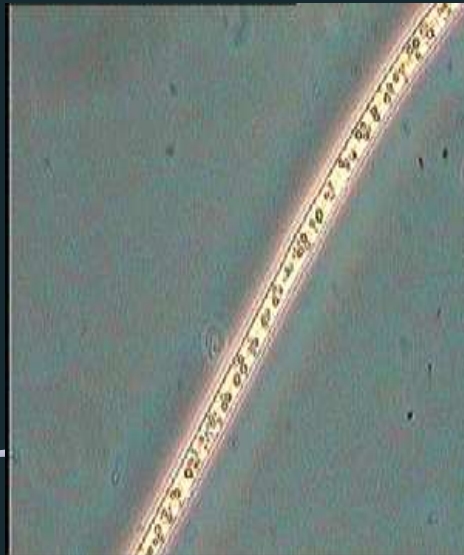
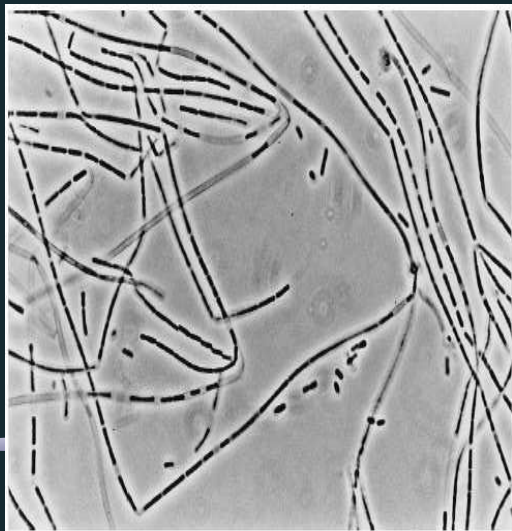
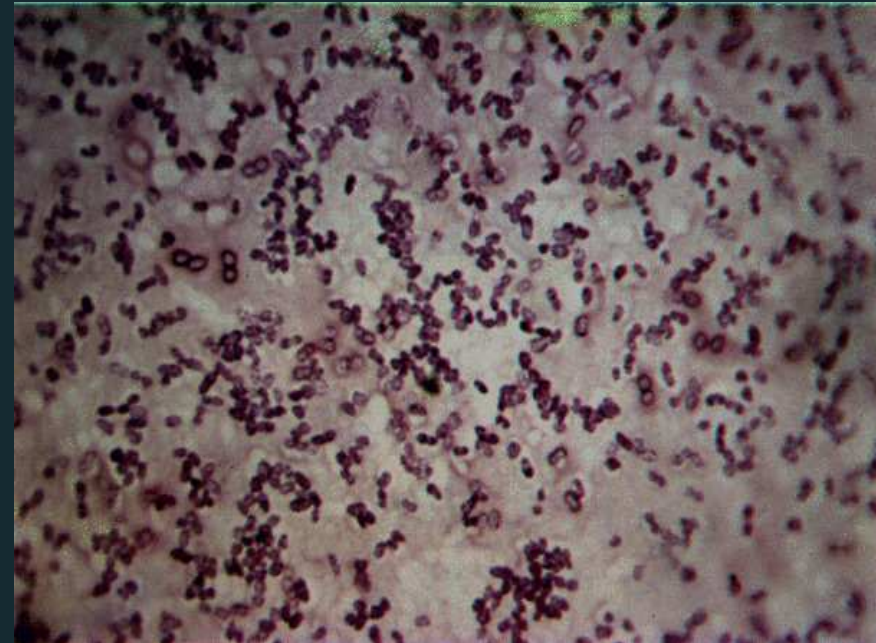
- pasīvi peldoši organismi
- nespēj aktīvi veikt tālākas migrācijas
- nespēj pretoties straumes pārnesei (galv. atšķirība no nektona).

No grieķu val. tulkoj. “ceļot”, “klejot”.

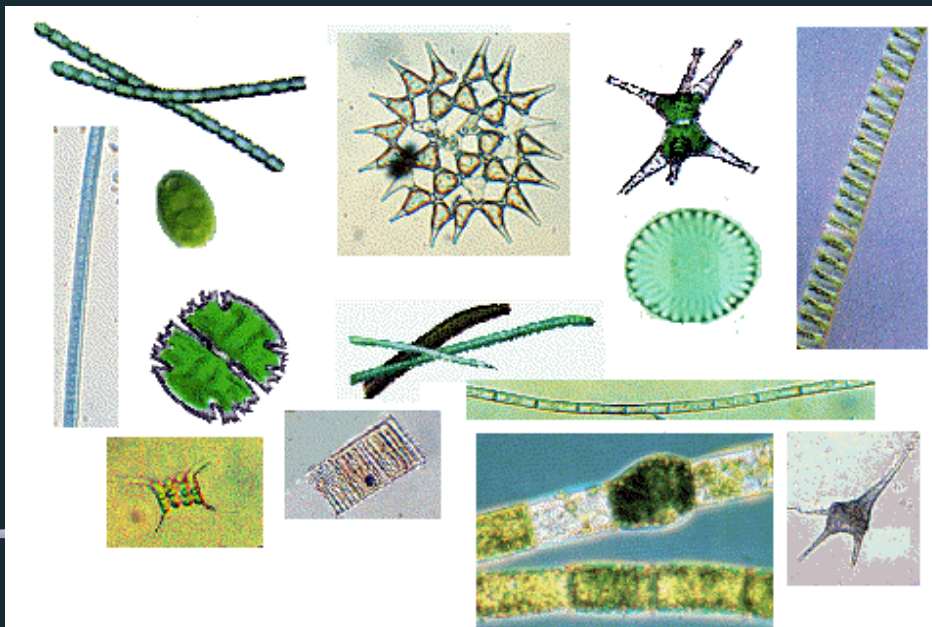
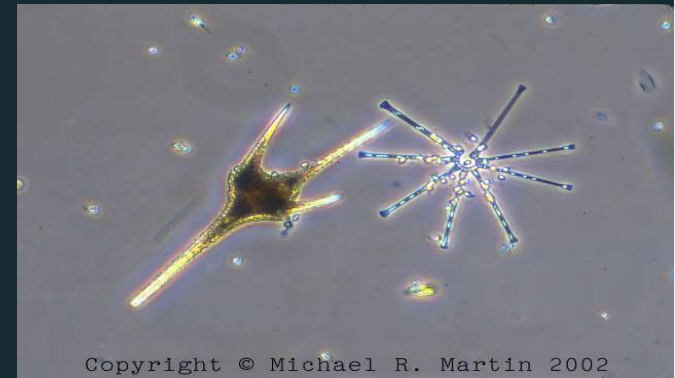
Raksturīgi vāji attīstīti pārvietošanās orgāni, pasīvi seko straumju un viļņu kustībām.

Vairumam mikroskopiski izmēri (pieder baktērijas, planktonaļģes, vēžveidīgie u. c.)

Bakterioplanktons

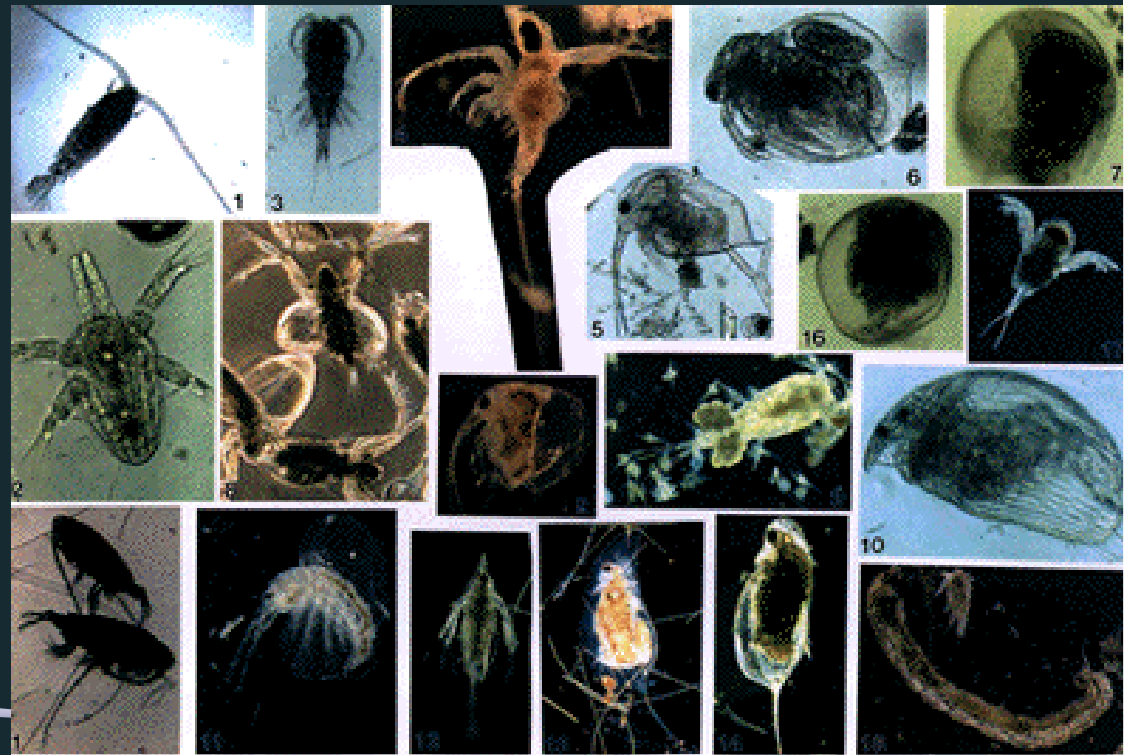
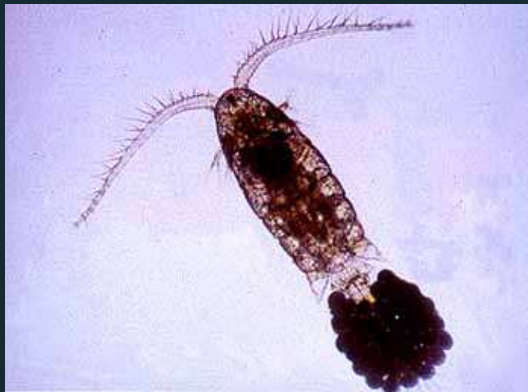


fitoplanktons - augu valsts planktons



zooplanktons - dzīvnieku planktons

Pico- Nano- Micro- Mezo- Macro-



© 1993 Gertrud Cronberg

(II) PLANKTONS

Evolūcijas gaitā izveidojušās dažādi piemērošanās orgāni:

- ķermeņa masas samazināšanai
- virsmas palielināšanai

Pēc organismu lieluma planktonu iedala:

- pikoplanktons: <2 mkm
- nanoplanktons: 2 – 20 mkm
- mikroplanktons: 20 - 200 mkm
- mezoplanktons: 200 mkm – 5 mm
- makroplanktons: > 5 mm

(III) NEKTONS

NEKTONS

pelagisku dzīvnieku kopa, kuri spēj aktīvi peldēt, un atšķirībā no planktona spēj pārvarēt ūdens straumes

Tulkojumā no grieķu val. – “peldošais”; salīdzin. lieli organismi



Nektonu pārstāv:

bezmugurkaulnieki (galvkāji *Cephalopods*)

mugurkaulnieki

galvkāju gliemji

zivis

ūdens zīdītāji; rāpuļi; ūdensputni u. c.





BENTĀLA **organismi**

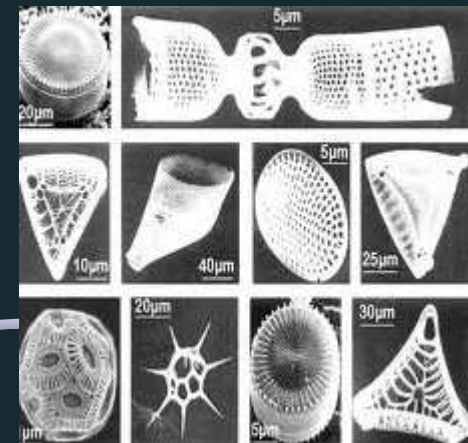
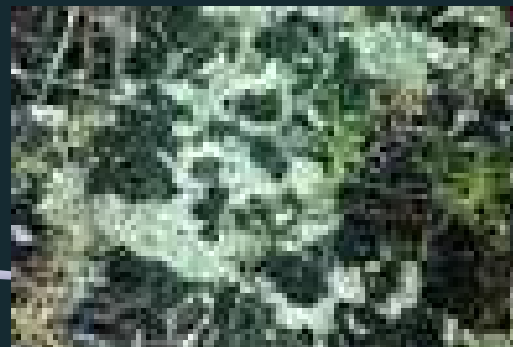
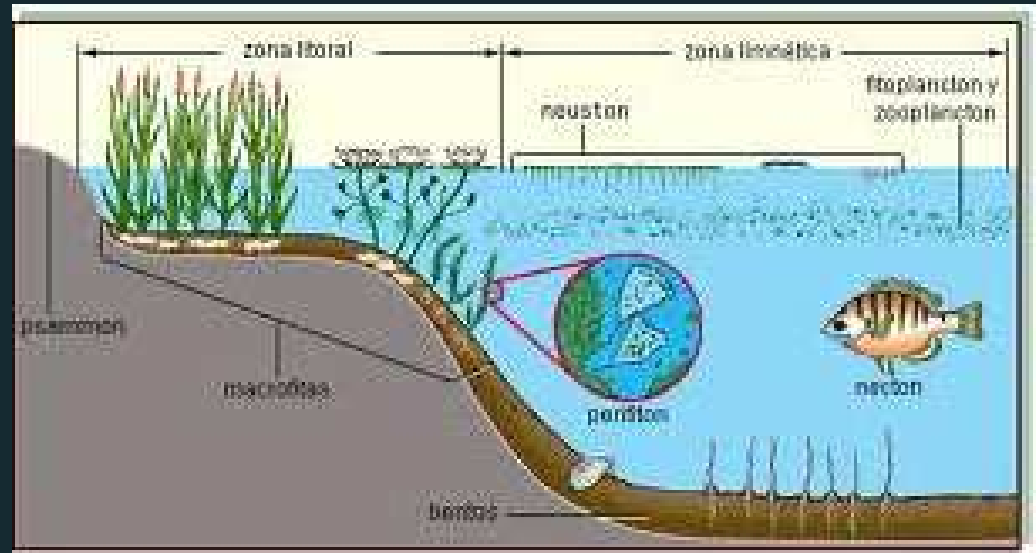


BENTĀLA organismi

- **Fitobentoss – augu bentoss**
- **Zoobentoss – dzīvnieku bentoss**
- **Bakteriobentoss – sedimentos mītošās baktērijas, sēnes, vienšūņi (piem. amēbas, protozoji) ir brīvi dzīvojoši vienšūņu organismi, kas var būt gan augi, gan dzīvnieki**

Fitobentosu veido:

- **perifitons**— bentiskās mikroaļģes (galvenokārt veido diatomas un zilaļģes jeb cianobaktērijas)



Fitobentosu veido:

➤ makrofītaļģes



Fitobentosu veido:

➤ jūras zāles



Zoobentoss

Zoobentosu veido plašs organismu spektrs:

- **2 vāku gliemji** (phylum *Mollusca*, class *Bivalvia*)
- **gliemeži** (phylum *Mollusca*, class *Gastropoda*)
- **astoņkāji** (phylum *Mollusca*)
- **jūras zvaigznes** (phylum *Echinodermata*, class *Asteroidea*)
- **jūras eži** (phylum *Erchinodermata*, class *Erchinoidea*)
- **tārpi** (phylum *Annelida* - apaļtārpi, phylum *Nematoda* – segmenttārpi: *Polichaeta*, *Oligochaeta*)
- **jūras pīles** (phylum *Anthropoda*, subphylum *Crustacea*)
- **korāļi, anemones, medūzas** (phylum *Cnidaria*)
- **krabji, vēžveidīgie, gastropodi, polihēti**
- **bentiskās zivis**

Zoobentoss



Zoobentoss

Pēc uzbūves vienkāršākie zoobentosa organismi ir sūkļi

Vairums zoobentosa organismu ir bezmugurkaulnieki

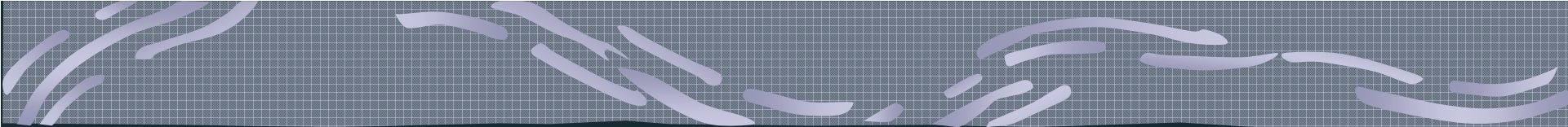
Bentiskie bezmugurkaulnieki un mugurkaulnieki raksturojas ar atšķirīgu ķermeņa uzbūvi:

- vairums bezmugurkaulnieki - ar radiāli simetrisku uzbūvi
- mugurkaulnieki - ar bilaterāli simetrisku uzbūvi

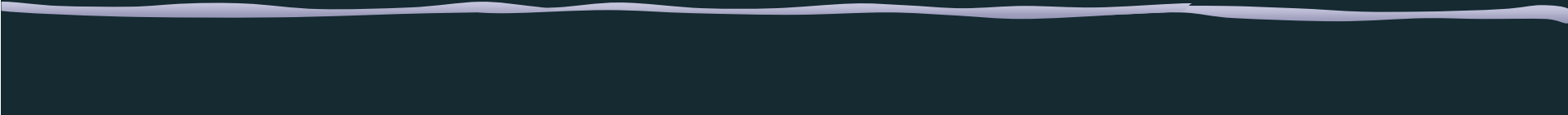
Bentāla organismi

Bentosa organismus iedala 3 lielās izmēru grupās:

- **Mikrobentoss** – organismi, kas < par 0,1mm
- **Meiobentoss** – organismi, kas mazāki par 0,5 mm un lielāki par 0,1 mm
- **Makrobentoss** – organismi, kas lielāki jeb vienādi ar 0,5 mm



**VIDES FAKTORU
IETEKME UZ
PLANKTON -
ORGANISMU
ATTĪSTĪBU**



Ekoloģiskie faktori

Visus ekoloģiskos faktoros iedala:

Abiotiskie faktori ir:

temperatūra, gaisma, mitrums, augsne, augsnes skābums (pH), sāļu daudzums, minerālvielu (barības vielu) daudzums, teritorija, vairošanās vietas u.c.

Biotiskie faktori ir:

mikroorganismi, augi un dzīvnieki (visi faktori tiek aplūkoti no to ietekmes veida uz pētāmo organismu).

Antropogēnie faktori ir:

izcirsti meži, lauksaimnieciski izmantoti biotopi, piesārņota vide, samazināts medījamo dzīvnieku un zivju skaits u. c.

ABIOTISKIE FAKTORI

 **Kosmiskie faktori**

 **Ģeogrāfiskie faktori**

 **Ģeoloģiskie faktori**

 **Klimatiskie faktori** (apgaisojums, temperatūra u.c.)

 **Hidroloģiskie faktori** (ūdens sāļums, apvelings u. c.)

 **Hidroķīmiskie faktori** (biogēno elementu saturs, piesārņojums)

Kosmiskie faktori

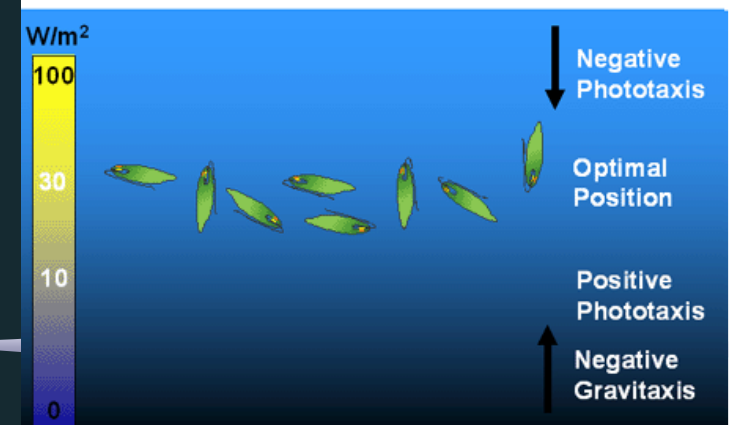
Gravitācijas lauks:

nodrošina Zemes pievilkšanās spēku, kas ūdenstilpēs veicina fitoplanktona sedimentāciju.

Cīņā pret gravitācijas lauka iedarbību fitoplanktonam ir attīstīti daudzi pielāgojumi, kas kavē grimšanu:

- fitoplanktona **blīvums gandrīz vienāds ar ūdens blīvumu**
- šūnas savienotas **garos pavedienos** vai veido sarežģītus izaugumus
- dažām fitoplanktona sugām attīstītas **gāzu vakuolas**, kas spēj regulēt peldspēju
- dažas sugas ir **relatīvi kustīgas**, spējot regulēt savu atrašanos ūdens slānī

Orientation of motile phytoplankton in the water column



Kosmiskie faktori

Saules starojums :

fitoplanktonu ietekmē netieši,
nosakot klimatisko joslu izvietojumu uz zemeslodes ar
attiecīgo klimatisko režīmu un tam atbilstošu sugu sastāvu

Paisums un bēgums:

arī ar kosmiskiem faktoriem saistīta dabas parādība

Paisums un bēgums ietekmē fitoplanktonu līdzīgi kā apvelings
(ūdens vertikālā migrācija):

- izraisa spēcīgu ūdens sajaukšanos
- paceļ virspusē aukstos piegrunts slāņus
- veicina virsējā ūdensslāņa bagātināšanos ar biogēniem
- veicina fitoplanktona attīstību

Kosmiskie faktori

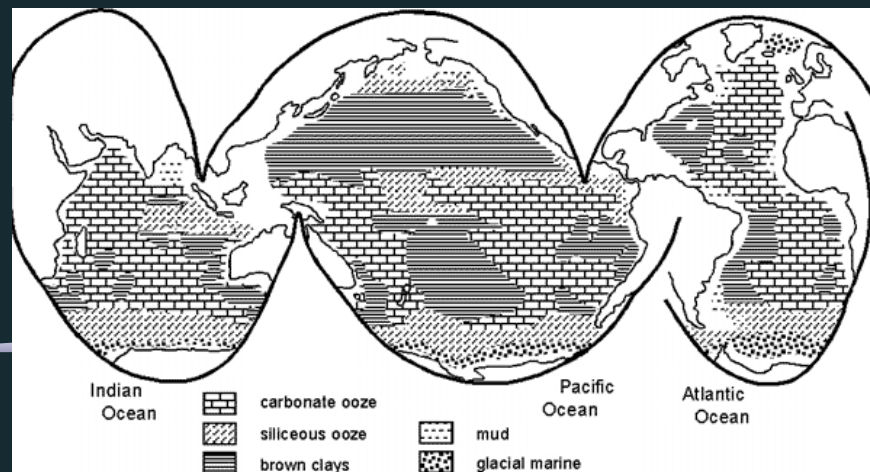


Ģeogrāfiskie faktori

Pie ģeogrāfiskiem faktoriem pieskaitāms -
Ģeogrāfiskais platums:

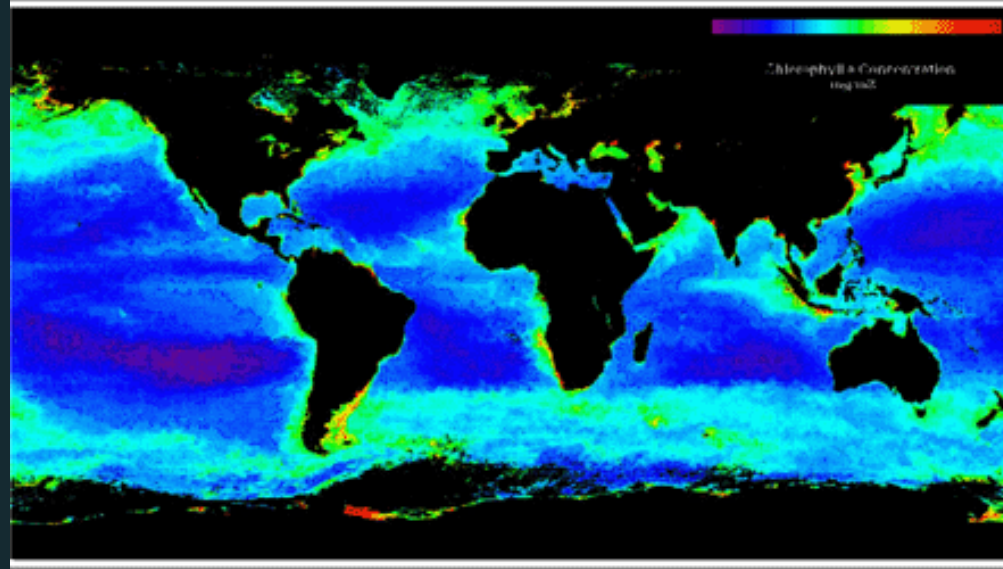
- būtiski ietekmē **sezonalitāti**
- ietekmē **gaismas-** un **temperatūras režīmu**
- fitoplanktona **sugu izplatību**
- fitoplanktona **gadskārtējās sukcesijas**

Fitoplanktona attīstību ietekmē arī - **okeāna
piegrunts slāņa reljefs.**



Geogrāfiskie faktori

**Phytoplankton production is
highest at high latitudes**



This false color image shows that the greatest phytoplankton densities are near the poles and along continental shelves. The scale in the upper right corner indicates that blue is low density; green and yellow are higher densities.

Ģeoloģiskie faktori

Ģeoloģiskie faktori, kas varētu ietekmēt fitoplanktona attīstību:

Vulkāniskā darbība un zemestrīces

Vairākas hipotēzes par to potenciālo iedarbību:

(1) **negatīva**, ja zemūdens vulkāna izvirdums vai zemestrīce notiktu **tuvu ūdens virskārtai** fitoplanktons varētu tikt iznīcināts **ūdens uzkaršanas** rezultātā; ūdens tiktu saduļķots un **bagātināts ar sēru saturošiem savienojumiem**, kas varētu nelabvēlīgi ietekmēt fitoplanktona turpmāko attīstību.

(2) **nebūtiska**, ja vulkāna izvirdums notiktu lielākā dziļumā, jo fitoplanktons attīstās vienīgi ūdenstilpes virsējos slāņos.

(3) ietekme varētu būt **pat pozitīva**, ja ūdens sasiltu tikai par dažiem grādiem, varētu novērot **fotosintēzes intensitātes un produktivitātes pieaugumu**

Geologiczne faktori



Japan Coast Guard/Reuters

Japan's armed forces stationed on Iwo Jima first reported seeing the smoke.



Klimatiskie faktori

Gaisma

no klimatiskiem faktoriem nozīmīgākā loma fitoplanktona attīstībā ir gaismai, jo dod enerģiju aļģu fotosintēzes procesam.

Lai notiktu fotosintēze, nepieciešami **fotosintētiskie pigmenti**.

Galvenais fotosintētiskais pigments – **hlorofils *a***, taču atkarībā no taksonomiskās piederības fotosintēzes procesā iesaistīti arī citi **papildpigmenti** – **hlorofili, karotinoīdi, ksantofili, fikobilīni u. c.**, kas absorbē gaismu galvenokārt tajās spektra daļās, kur hlorofila *a* absorbcija ir vāja.

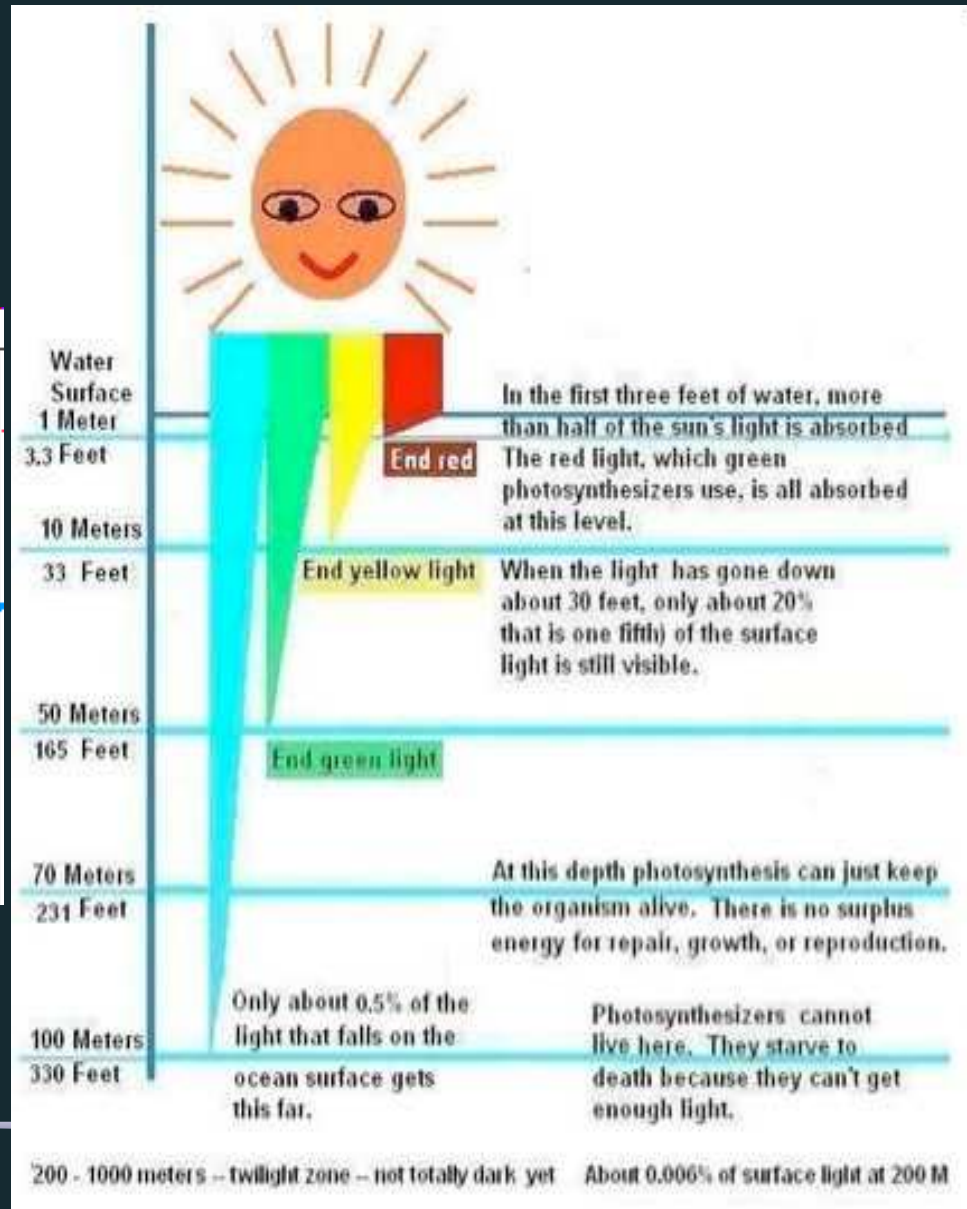
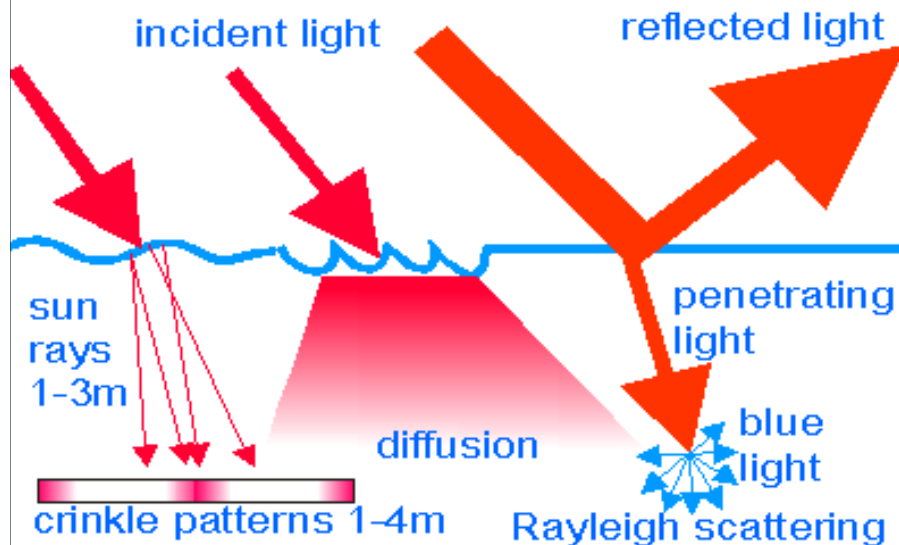
Izņemot zaļalģes, fitoplanktonam raksturīga liela pigmentu dažādība.

Fotosintēzes atkarību no apgaismojuma raksturo parabola -

- sākumā šī sakarība ir gandrīz lineāra, taču pārsniedzot noteiktu gaismas intensitāti, produkcija vairs nepieaug, jo fotosintēzes ātrumu limitē fotoķīmisko reakciju ātrums.

Klimatiskie faktori

Water surface effects



Klimatiskie faktori

Atkarībā no apgaismojuma intensitātes fitoplanktons var atrasties:

- **fotoinhibēšanas apstākļos**
- **gaismas piesātinājuma apstākļos**
- **gaismas limitēšanas apstākļos**

Apgaismojuma ietekme uzskatāmi parādās fitoplanktona vertikālajā sadalījumā:

- ūdens virskārtā, kas ir fotoinhibēšanas josla, fitoplanktona attīstība nav pārāk intensīva
- zemākos ūdensslāņos, kas ir piesātinājuma josla tiek producēta lielākā pirmprodukcijas daļa
- vēl zemāk ir gaismas limitēšanas josla (fitoplanktonas attīstība samazinās)

Ūdensslāni, kurā var notikt fotosintēze sauc par **eifotisko slāni.**

Gaismas intensitāte dažādos gadalaikos nosaka eifotiskā slāņa biezumu.

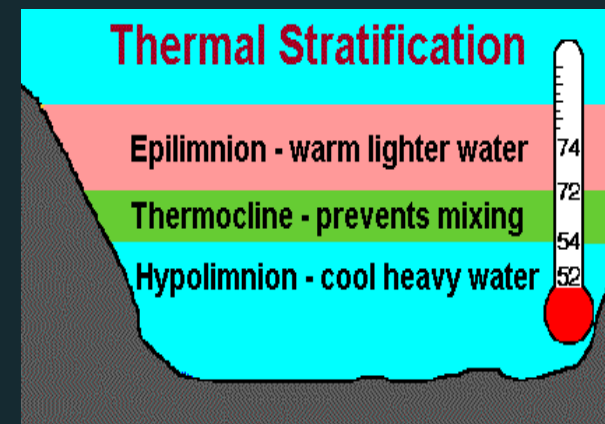
Klimatiskie faktori

Temperatūra

viens no svarīgākiem faktoriem ūdensorganismu dzīvē

Ūdens temperatūra nosaka:

- sugu sastāvu
- organismu horizontālo un vertikālo sadalījumu
- migrācijas
- dzīvesciklus
- izraisa fizioloģisko procesu, uzbūves un izmēru izmaiņas
- ietekmē ūdens masu stabilitāti , veicinot stratifikāciju (ūdens noslāņošanās).
- ietekmē aļģu fizioloģisko aktivitāti
- ietekmē pirmprodukcijas daudzumu



Klimatiskie faktori

Alģu augšana visintensīvāk notiek kādā noteiktā temperatūras intervālā.

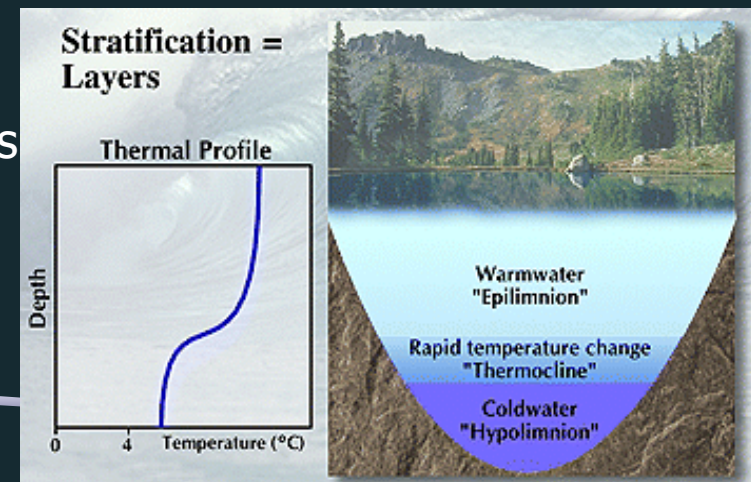
Temperatūras pazemin. jeb paaugstin. attiecībā pret šo optimumu samazina fotosintēzes ātrumu.

Lielākā daļā okeānu un jūru ūdeņu temperatūra ir zemāka par optimālo, tādēļ sezonālā ūdens sasilšana izraisa paaugstinātu fotosintētisko aktivitāti.

Lielākajā daļā Klusā okeāna augošajām sugām temp. optimums ir 20 °C; zilaļģu, sevišķi toksisko sugu attīstība parasti sākas pie temp. >16 °C, bet maksimumu tās sasniedz > 20 °C.

Sugas kas spēj izturēt ievērojamas temperatūras svārstības sauc par **euritermiskām**, bet sugas kas iztur šauru temp. diapozonu par **stenotermiskām**

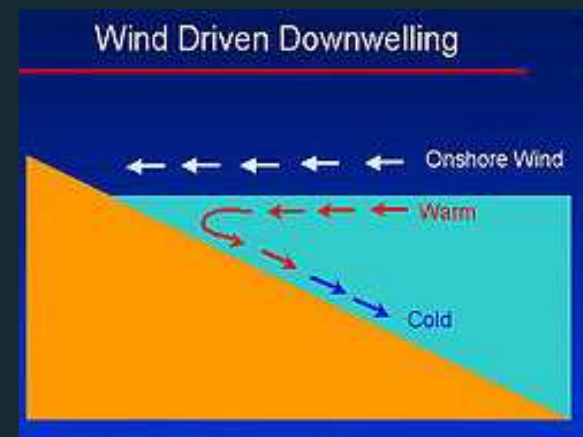
Ūdens temperatūra ietekmē ūdens masu stabilitāti, veicinot **ūdens stratifikāciju** (ūdens noslāņošanās). Ūdens virsējo slāņu sasilšana samazina to blīvumu un kavē sajaušanos ar apakšējiem, aukstākiem ūdensslāņiem. Rodas izteikta ūdens noslāņošanās



Hidroloģiskie faktori

Viens no būtiskākajiem hidroloģiskiem faktoriem ir **apvellings**.

Nodrošina piegrunts slāņa barības elementu pacelšanos un nokļūšanu augšējos ūdensslāņos.



Hidroloģiskie faktori

Svarīga loma fitoplanktona attīstībā ir **ūdens sāļumam**

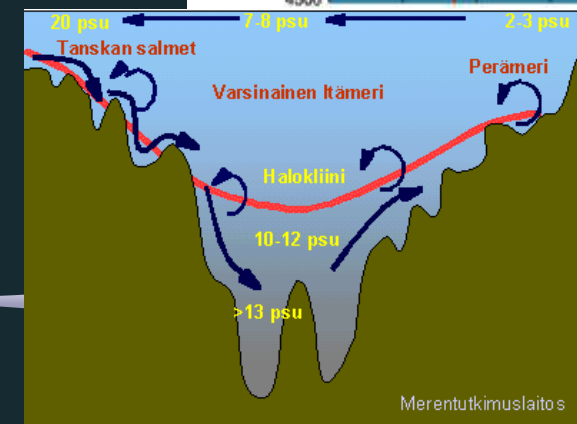
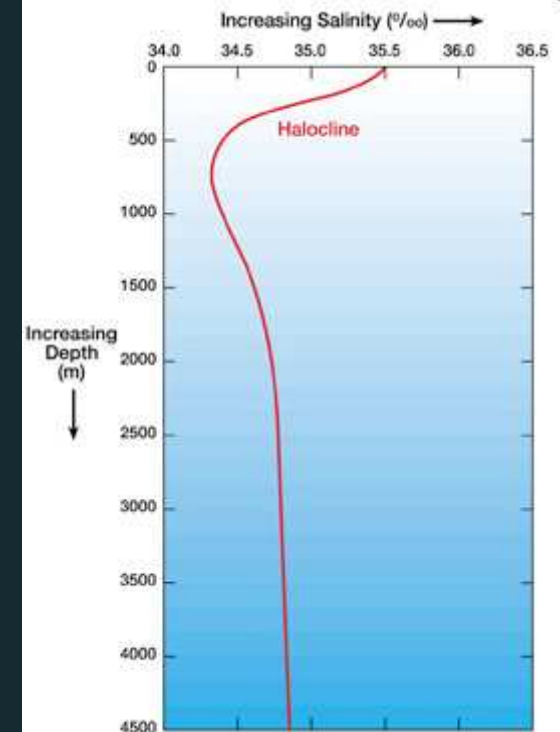
Sāļums nosaka:

- fitoplanktona sugu sastāvu.
- šūnu osmotisko vērtību

Lai izdzīvotu sāļos ūdeņos, šūnu osmotiskai vērtībai jābūt vienādai ar ūdens osmotisko vērtību, citādi notiktu šūnu atūdeņošāšanās vai pārplīšana no pārāk liela ūdens daudzuma.

Sugas kas spēj izturēt:

- ievērojamas sāļuma svārstības sauc par **eurihalīnām**
- šauru sāļuma diapozonu par **stenohalīnām**



Hidroloģiskie faktori

Pēc sāļuma izšķir 4 ūdeņu tipus:

- saldūdeņus (0 – 0,5 ‰)
- iesāļos ūdeņus (0,5 – 16 ‰)
- jūras ūdeņus (16 – 47 ‰)
- ultrahaloklīnos ūdeņus (47 – 300 ‰)

Parasti jūru iemītnieki nedzīvo saldūdeņos vai ultrahalīnos ūdeņos un otrādi.

Izņēmums ir iesāļo ūdeņu sugas, kuru izcelsme ir dažāda: jūras izcelsme; saldūdens izcelsme jeb tipiskas iesāļo ūdeņu sugas).

Jūru izcelsmes sugas, nonākušas iesāļos ūdeņos, spēj izturēt sāļuma samazināšanos līdz 2 – 2,5 ‰)

Lielākas sāļuma svārstības spēj izturēt saldūdens sugas - izturot sāļuma pieaugumu līdz 6 – 8 ‰).

Iesāļo ūdeņu flora (piem Baltijas jūras) kopumā ir daudz nabadzīgāka par jūru un saldūdeņu floru.

Slāni kurš norobežo atšķirīga sāļuma ūdensslāņus sauc par **haloklīnu**

Hidroķīmiskie faktori

Biogēnie elementi

nozīmīga loma fitoplanktona attīstībā, jo nodrošina aļģu minerālo barošanos un līdz ar to visu fotosintēzes procesu.

Daudzas vielas (tādas kā **C, Na, K, Ca**) vidē pārstāvētas ievērojamos daudzumos un parasti **nav limitētas**, tādēļ fitoplanktons tās var patērēt pēc vajadzības (piem. CO_2 ir pietiekošā daudzumā atmosfērā, un tam ir laba šķīdība ūdenī).

Galvenie limitējošie biogēni - slāpeklis (N), fosfors (P) un silīcijs (Si)

N un **P** spēj izmantot jebkuras aļģes, bet **Si** patērē g. k. **diatomejas** (kramaļģes)

No **mikroelementiem** nozīmīgāko loma - **Fe, Mn, Zn, Cu, Co**, kas nepieciešami aļģu fermentu aktivitātei

Vissvarīgāk aplūkot **N un P apriti**, jo šo elementu koncentrācijas ūdenī ir nepastāvīgas, tās mainās sezonāli, regulējot fitoplanktona attīstību.

Hidroķīmiskie faktori

Parasti izšķir 3 biogēno avotu veidus:

- **notece no sauszemes**
- **zooplanktona reģenerētie biogēni**
- **mikroorganismu reģenerētie biogēni**

Produkciju, kas radusies uz pirmā avota bāzes sauc par -

- **jauno produkciju,**

bet otro un trešo - par **reģenerēto produkciju.**

Dažos rajonos novērots vēl cits ūdens bagātināšanās veids ar biogēniem – **piekrastes apvelingi,** kas atzīti par pasaules okeāna produktīvākajiem rajoniem

Hidroķīmiskie faktori (biogēni)

Stratificētos ūdeņos **temperatūras gradientam seko arī biogēnu gradients.**

Stratificētu ūdeņu virsējos slāņos biogēni tiek straujāk patērēti, bez tam noslāņošanās traucē biogēnu pieplūdi no dziļākiem slāņiem un virsējos slāņos rodas biogēnu deficīts, kas būtiski ietekmē aļģu vertikālo izvietojumu.

Lielākās aļģu biomasas parasti atrodamas nevis pašā ūdens virskārtā, bet gan dziļāk, kur vēl ir labvēlīgi apgaismojuma apstākļi un kas raksturojas ar pietiekošu biogēnu daudzumu.

Hidroķīmiskie faktori (biogēni)

Biogēno elementu sadalījums pakļauts noteiktām likumsakarībām, vienkāršākās no tām:

(1) horizontālā plaknē - biogēnu daudzums pieaug virzienā no ekvatora uz poliem, kas izskaidrojams ar fotosintēzei labvēlīgākiem apstākļiem ekvatora tuvumā

(2) vertikālā plāknē - biogēnu daudzums pieaug virzienā no virskārtas uz ūdens dziļākiem slāņiem, un šādu biogēnu vertikālo sadalījumu nosaka ūdens stratifikācija

Sezonās kurās nav izteikta ūdens stratifikācija (piem. rudens), biogēnu sadalījums ir samērā viendabīgs; nepastāv arī būtiskas atšķirības N un P vertikālajā sadalījumā, jo biogēnu patēriņš un reģenerācija ir diezgan pastāvīgi lielumi.

Biogēnu daudzums eifotiskajā slānī ir ļoti mainīgs, to nosaka ūdenstilpes sezonālā dinamika, un biogēnu koncentrācijas savukārt nosaka fitoplanktona sukcesijas.

Hidroķīmiskie faktori (biogēni)

Mērenajā joslā **paaugstinātas biogēnu koncentrācijas konstatētas ziemā un pavasara sākumā**, kad fitoplanktona attīstība praktiski nav novērojama zemo temperatūru un sliktā apgaismojuma dēļ.

Augstās biogēno elementu (N, P, Si) koncentrācijas **pavasara periodā** izsauc **ūdens "ziedēšanu"**, kas beidzas izsīkstot biogēniem.

Pavasara beigās - vasaras sākumā izveidojas stabila ūdens stratifikācija, kas kavē biogēnu pieplūdi no dziļākiem ūdensslāņiem, tādēļ šis periods **raksturojas ar zemām biogēno elementu koncentrācijām**.

Vasara jūrās un okeānos visumā raksturojas kā **mazproduktīva sezona**, jo biogēnu ūdens virsējos slāņos tikpat kā nav (vienīgais biogēnu avots – zooplanktona ekskrecija).

Hidroķīmiskie faktori

Baltijas jūrā biogēno elementu izsīkums vasaras periodā rada piemērotu ekoloģisko nišu **slāpekli fiksējošām zilaļģēm**, kas spēj fiksēt atmosfēras N, izmantot ļoti niecīgas P koncentrācijas ūdenī un vēl uzkrāt P rezerves šūnās.

Vides faktori ir par iemeslu **3 fitoplanktona maksimumiem**
Baltijas jūrā:

- (1) **pavasara** (to izsauc diatomeju un dinoflagelātu intensīva attīstība un fitoplanktona biomasas sasniedz gada maksimumu)
- (2) **vasaras** (slāpekli fiksējošo zilaļģu dominance)
- (3) **rudens** (vismazāk izteiktais maksimums; ūdeņu sajaukšanās rezultātā ūdensslānis atkal bagātinās ar biogēniem un var novērot otrreizēju diatomeju "ziedēšanu").

Hidroķīmiskie faktori

Visi vides faktori **darbojas kompleksā**, bez tam svarīga nozīme ir arī ūdenstilpes hidroloģiskajām īpatnībām un nejaušām klimatisko apstākļu izmaiņām.

Visu šo faktoru savstarpējā iedarbība, un to iedarbība uz fitoplanktonu ir ļoti atšķirīga dažādās sezonās.

Ja atsevišķos gadalaikos kādam no faktoriem ir īpaša nozīme, tad to var uzskatīt par limitējošu (piem. ziemā galv. nozīme ir ierobežotajam apgaismojumam un ūdens temperatūrai, nevis biogēniem).

Hidroķīmiskie faktori (biogēni)

Arī biogēno elementu daudzums un to savstarpējās attiecības var ierobežot (limitēt) fitoplanktona attīstību.

Fitoplanktonam nepieciešamā oglekļa (C), slāpekļa (N) un fosfora (P) molārā attiecība ir 106 : 16 : 1 (jeb 41 : 7,2 : 1 pēc svara) un to sauc par Redfīlda attiecību.

Jūras fitoplanktonam novirzes no šīs attiecības ir visai nenozīmīgas un nepārsniedz 20 %.

Pēc Redfīlda attiecības iespējams noteikt limitējošo biogēnu.

Baltijas jūras atklātā daļā N/P attiecība parasti ir zemāka par Redfīlda attiecību, tādēļ N parasti kļūst par fitoplanktona attīstību limitējošo faktoru.

Rīgas līcī, jo sevišķi līča dienviddaļā, kas raksturojas ar augstu N saturu (izņemot vasaru), limitējošais elements parasti ir P.

Hidroķīmiskie faktori (biogēni)

Slāpekļa aprite ūdenī ir daudz sarežģītāka kā fosfora aprite, jo ūdenī sastopama liela slāpekļa savienojumu daudzveidība:

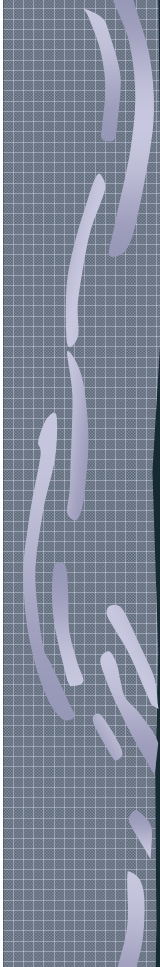
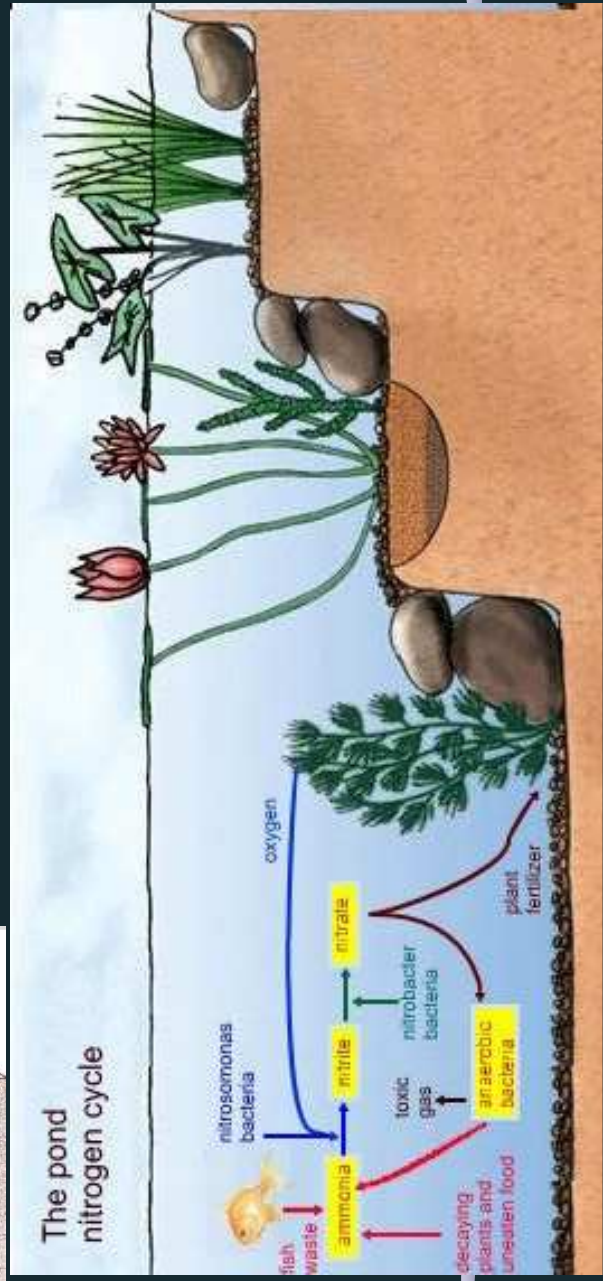
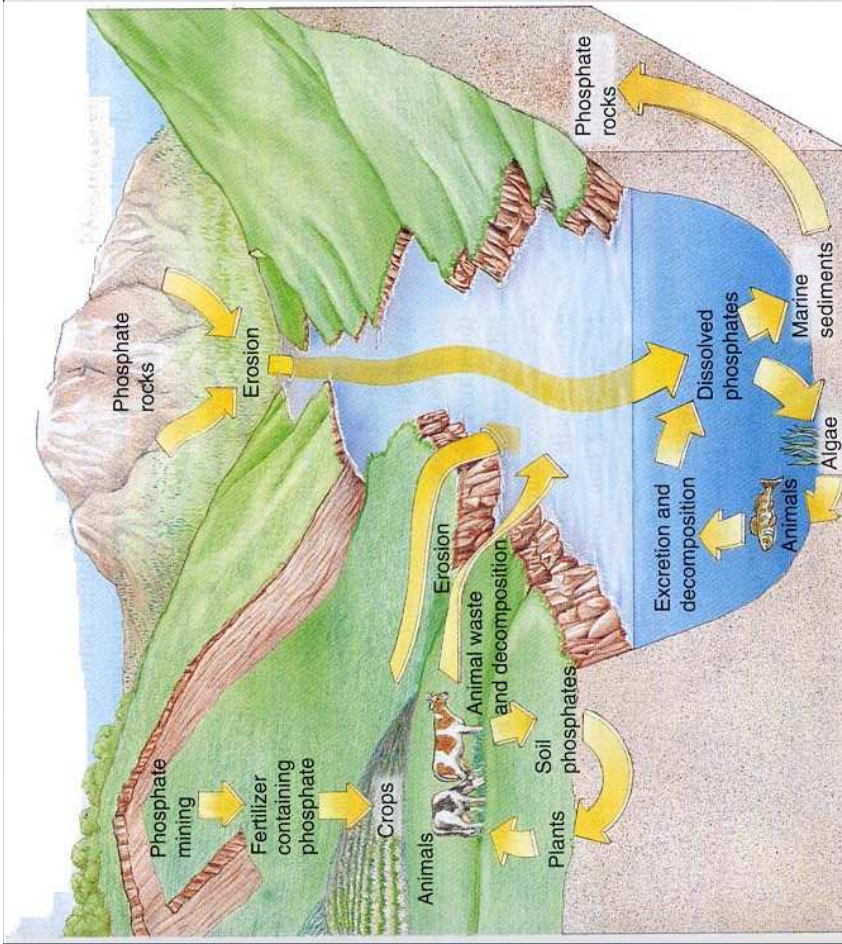
Izšķir :

- (1) Neorganiskos slāpekļa savienojumus:** nitrāti, nitrīti, amonijs
- (2) Organiskos slāpekļa avotus:** aminoskābes, urīnviela, purīna un pirimidīna bāzes, urīnskābe u. c.

Labākais N avots – amonijs, jo tie ir jau reducēti savienojumi, un var tūlīt tikt iesaistīti aminoskābju sintēzē.

Atsevišķas sugas (*Hemiselmiss virescens*) nespēj uzņemt nitrātus un nitrītus, taču visumā šie N saturošie biogēni stimulā šūnu augšanu.

Atsevišķas aļģu sugas var uzņemt organiskos N savienojumus – piem. , purīnu, hipoksantīnu, kā arī sekojošas aminoskābes – glicīnu, serīnu, alanīnu u. c.



Viszemākās biogēno elementu koncentrācijas novēro **vasarā**, kad pavasara ziedēšanas laikā patērētas visas biogēno elementu rezerves. Zemās biogēno elementu koncentrācijas ir par pamatu būtiskām fitoplanktona strukturālām izmaiņām vasaras periodā.

Vasaras periodā dominē fitoplanktona sugas:

(1) kas spēj asimilēt biogēnus pie zemām koncentrācijām

(piem. dinoflagelāti)

(2) kas raksturojas ar miksotrofo barošanās veidu

(piem. dinoflagelāti, sīkie viciaiņi, slāpekli nefiksējošās zilaļģes)

(3) kas spēj fiksēt atmosfēras slāpekli (slāpekli fiksējošās zilaļģes)

Pie šādām sugām pamatā pieder **dinoflagelāti un zilaļģes** jeb cianobaktērijas.

Atkarībā no barības elementu nodrošinājuma vasarās ūdenstilpēs var tikt novērota izteikta **zilaļģu ziedēšana**:

(1) slāpekli fiksējošo sugu dominance - rajonos ar zemu slāpekļa / fosfora attiecību

(2) slāpekli nefiksējošo sugu dominance – eitrofos, organiskām vielām bagātos rajonos

Zilaļģu (jo sevišķi potenciāli toksisko sugu) intensīvu attīstību veicina sekojoši vides faktori:

- **augsta ūdens temperatūra ($> 16^{\circ} \text{C}$)**
- **apvellings, ko nomaina mierīgs bezvēja laiks**
- **izteikta ūdens termiskā stratifikācija**
- **zemas neorganiskā slāpekļa (DIN) koncentrācijas**
- **zema neorganiskā slāpekļa un fosfora attiecība (DIN/DIP < 16)**
- **slāpekļa limitēšana**
- **silīcija negatīvs trends**
- **ievērojams izšķīdušās organiskās vielas saturs ūdenī ar augstām organiskā slāpekļa un organiskā fosfora koncentrācijām (sevišķi nozīmīga loma miksotrofo nefiksējošo nefiksējošo sugu attīstībā)**

ORGANISKĀS VIELAS LOMA PLANKLTONAĻĢU ATTĪSTĪBĀ

✿ Atsevišķām sugām izšķīdušais organiskais slāpekļis (DON) var kalpot par nozīmīgu slāpekļa rezervi vasaras fitoplanktona attīstībā

✿ Izšķīdušās organiskās vielas klātbūtne (DOM) izraisa ne tikai fitoplanktona kopējās biomasas pieaugumu, bet var kļūt par nozīmīgu faktoru arī fitoplanktona sugu (taksonomiskā) sastāva veidošanā

✿ neorganiskā N +P jeb N limitēšanas apstākļos atsevišķas dinoflagelātu un cianobaktēriju sugas var attīstīties DOM jeb DOM + PO₄ klātbūtnē, liecinot par to heterotrofo jeb miksotrofo barošanās veidu

✿ Nozīmīga pozitīva korelācija starp cianobaktērijām un organisko biogēnu rezervēm (DON, DOP, DFAA un DCAA) liecina par iespējam DOM lietot kā barības vielu avotu

✿ bīstamo un potenciāli toksisko sugu (HAB) lomas pieaugums DOM klātbūtnē liecina par tā lomu minēto sugu attīstībā

Hidroķīmiskie faktori (vides pH)

Par svarīgu faktoru uzskatāma **vides reakcija**.

Vairumam ezeru pH svārstās robežās no 6 – 9 (skābiem ezeriem pH var samazināties <2, bāziskiem (alkalīniem) ezeriem pH>10).

Jūras ūdens ir viegli sārmais, pH svārstoties no 7,5 – 8,4.

No pH vērtības atkarīga oglekļa forma ūdenī:

Ja pH < 6, ogleklis ūdenī sastopams CO₂ jeb H₂CO₃ veidā

Ja pH >6, pieaug bikarbonātjonu (HCO₃⁻) loma

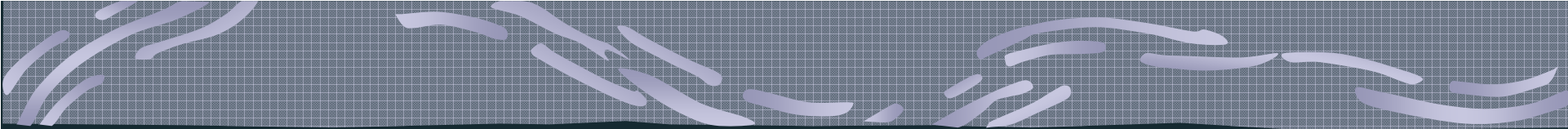
Ja pH > 10, pieaug karbonātu loma

Vairums ezeru un okeānu **pārsvaru gūst oglekļa bikarbonātforma (HCO₃⁻)**.

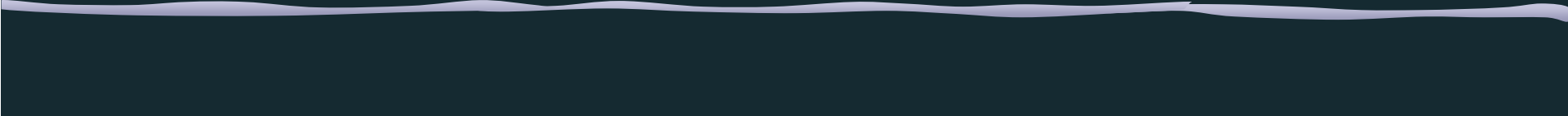
Šai gadījumā fitoplanktons oglekli uzņem no bikarbonātiem, jeb to konvertē uz CO₂.

Karbonātu – bikarbonātu - CO₂ līdzsvars spēlē nozīmīgu lomu ūdenstilpju buferkapacitātē.

Ja ūdenī daudz Ca, būs arī daudz karbonātu. Ar Ca nabadzīgiem ezeriem ir zema buferkapacitāte; acidifikācijas procesu rezultātā veidojas skābie lieti.



Rīgas līča planktonaļģu attīstības atkarība no vides faktoriem



Rīgas līča raksturojums

Rīgas līcis raksturojas:

- ✓ **ar nelielu dziļumu (vidēji 26 m), kas caurmērā 2x mazāks kā Baltijas jūras atklātā daļā;** (maksimālais dziļums >50 m - līča centrālā daļā; absolūti dziļākais punkts - 63 m līča austrumpiekrastē)
- ✓ **ar izteiktu ūdens termisko stratifikāciju siltajā gada periodā, un ūdensslāņu sajaušanos auksto sezonu laikā** (novembris - aprīlis), kas, nodrošina piegrunts slāņu aerāciju (novēršot H₂S zonu veidošanos) un intensīvu biogēnu apvellingu
- ✓ **ar vāju vertikālo sāļuma gradientu,** ar ko izskaidrojams piknoklīna trūkums
- ✓ **ar ievērojamu antropogēno slodzi līča dienviddaļā, saņemot 90% no saldūdens noteces ,** Daugavai vien sastādot 65%, un izskaidrojot ievērojamās pirmprodukcijas svārstības līcī: no 150 - 200 gC*m⁻²*g⁻¹ līča ziemeļdaļā līdz 500 gC*m⁻²*g⁻¹ līča dienviddaļā
- ✓ **ar augstu līča gada vidējo produkciju (290 gC*m⁻²*g⁻¹), kas 1,8x pārsniedz Baltijas jūras pirmprodukciju, ļaujot to uzskatīt par vienu no produktīvākiem Baltijas jūras rajoniem.** Līča tilpuma un saldūdens noteces attiecība ir 3,3x mazāka kā Baltijas jūrai
- ✓ **ar P limitēšanu līdz 90-to gadu sākumam un pāreju uz N limitēšanu jeb vienlaicīgu N un P limitēšanu 90-os gados. Pēdējā gadu desmitā pavasara periodā atzīmēta arī Si limitēšana**

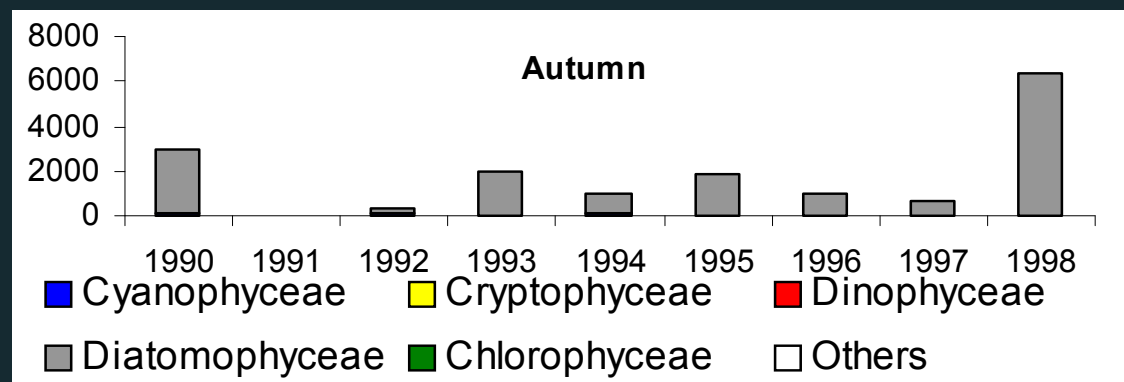
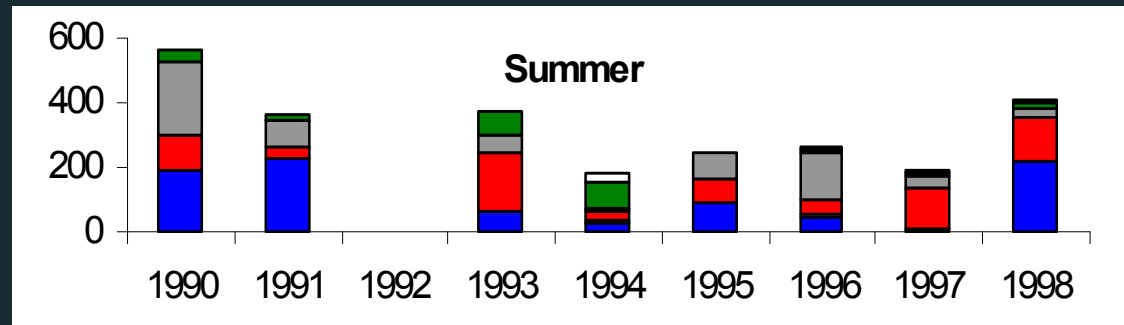
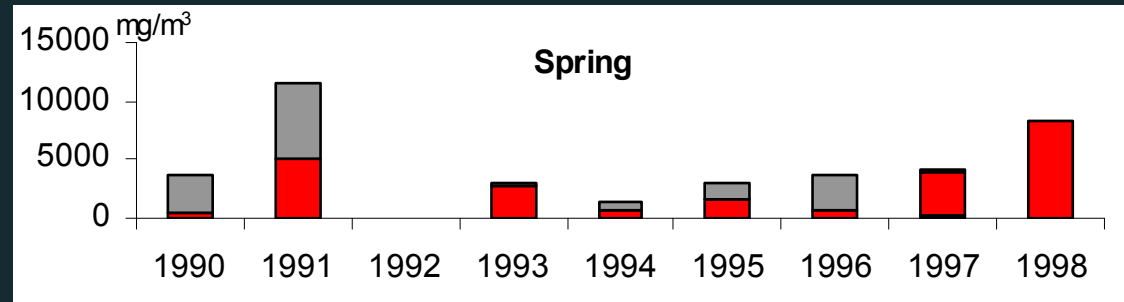
Līča augsto produktivitāti nosaka:

- ✓ **ģeogrāfiski norobežotā teritorija, un limitētā ūdens apmaiņa ar Baltijas jūru**
- ✓ **nelielais dziļums, un intensīvā barības vielu ieplūde no sateces baseina**

Fitoplanktona biomasas daudzgadīgās izmaiņas Rīgas līcī (1990 – 1998; 0 - 10 m slānī; G1 stac.) (*Hot Spots ref.*)

Kopumā līcis raksturojas ar **diatomu dominanci pavasarī.**

Laika posmā 1990 – 1998, gan pavasara, gan vasaras periodā bija vērojama **diatomeju biomasas samazināšanās un vienlaicīgs dinoflagelātu pieaugums, kas izskaidrojams ar DIN konc. samazin. un N/P attiec. samazināšanos.**



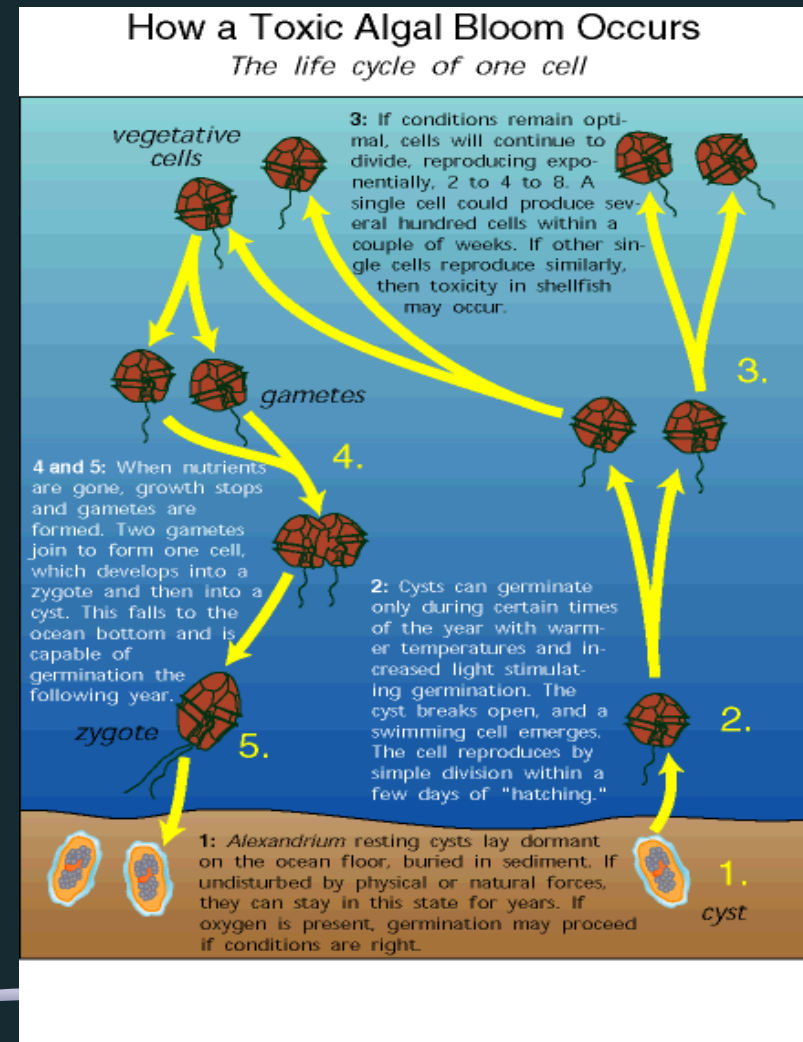
☞ **Dinoflagellātu plašā izplatība biogēnu limitēšanas apstākļos izskaidrojama ar lieliskajām piemērošanās spējām krasām vides apstākļu izmaiņām, kam nav piemērojušās pārējās aļģes.**

☞ **Dinoflagellātu pielāgotību nodrošina:**

- **attīstības cikli** - kustīgo veģetatīvo fāzi nomaina nekustīga bentiskā fāze, ļaujot nogaidīt labvēlīgākus apstākļus;
- **spēja uzņemt lielus biogēnu daudzumus un tos uzglabāt;**
- **kustīgums**, kas ļauj atrast vajadzīgos biogēnus, optimālo /vai kompromisa/ ūdensslāni
- **dinamiskais barošanās veids;**
- **liels šūnas izmērs**, kas samazina to izēšanu, jo trūkst pietiekoša lieluma patērētāju.

Dinoflagelātu vairošanās un to atkarība no vides apstākļiem

- **Cistas** uzturas piegrunts slānī, kur (skābekļa klātbūtnē) var pavadīt vairākus gadus. Labvēlīgos apstākļos (pieaugot ūdens temperatūrai un apgaismojumam) cistas atveras un no tās izpeld kustīga **veģetatīvā šūna**. Dažas dienas pēc izšķilšanās tā sāk dalīties (2).
- Labvēlīgos apstākļos **veģetatīvo šūnu** dalīšanās turpinās, eksponenciāli pieaugot to skaitam un kopumā vienai šūnai dažu nedēļu laikā producējot vairākus simtus veģetatīvu šūnu (3); pie intensīvas veģetatīvo šūnu attīstības novērojama ūdens "ziedēšana"
- Izbeidzoties barības vielām, veģetatīvo šūnu augšana un vairošanās izbeidzas, un sākas **gametu** (4) veidošanās. Divas gametas kopīgi veido **zigotu** (5) un tālāk **cistu**



Fitoplanktona attīstība

Rīgas līcī atrodas ciešā
saistībā ar **sekojošiem**
vides faktoriem:

PAVASARĪ

Pavasari **fitoplanktona kopējā biomasa** uzrāda būtisku

- pozitīvu korelāciju ar:

- neorganisko slāpekli - nitrātiem ($P < 0.01$) un nitrātiem ($P < 0.001$)
- kopējo slāpekli un kopējo fosforu
- ūdens temperatūru ($P < 0.01$)
- bioloģisko skābekļa patēriņu ($P < 0.001$)

- negatīvu korelāciju ar:

- sājumu ($P < 0.01$), liecinot par biogēniem bagātā **saldūdens ietekmi** uz pavasara fitocenožu attīstību

VASARĀ

Zilaļģēm:

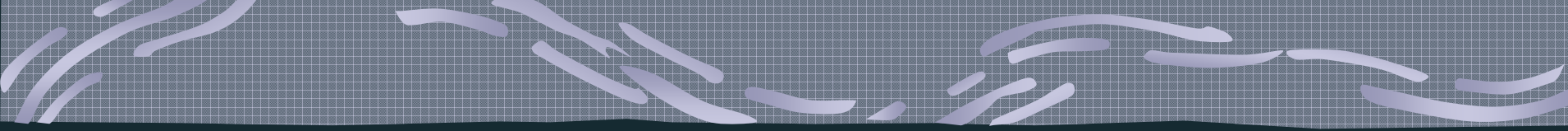
- pozitīva korelācija ar:
 - ❖ **bioloģisko skābekļa patēriņu** ($P < 0.01$), liecinot par viegli noārdāmās organiskās vielas lomu fitoplanktona attīstībā
 - ❖ **kopējo fosforu** ($P < 0.05$), liecinot par slāpekli fiksējošo zilaļģu spēju izmantot organisko fosforu
- negatīva korelācija ar:
 - ❖ **neorganisko slāpekli** (nitrātiem ($P < 0.01$), nitrītiem ($P < 0.001$), amonija joniem ($P < 0.001$))
 - ❖ **neorganisko fosforu** ($P < 0.001$)
 - ❖ **silīciju** ($P < 0.001$)

Kramaļģēm:

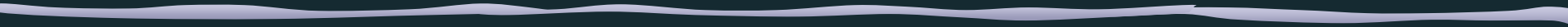
- pozitīva korelācija ar:
 - ❖ **neorganisko slāpekli** (nitrātiem un nitrītiem $P < 0.01$)

Pamatojoties uz lauku novērojumiem un eksperimentālajiem pētījumiem, potenciāli toksisko sugu intensīvu attīstību veicina sekojoši vides faktori:

- ✓ **augsta ūdens temperatūra** ($> 16^{\circ} \text{C}$)
- ✓ **apvellings**, ko nomaina mierīgs bezvēja laiks
- ✓ izteikta **ūdens termiskā stratifikācija**
- ✓ slāpekļa limitēšana; **zemas neorganiskā slāpekļa koncentrācijas**; zema neorganiskā slāpekļa un fosfora attiecība: **DIN/DIP < 16** (nozīme slāpekli fiksējošo sugu attīstībā)
- ✓ **silīcija negatīvs trends** (ierobežo kramaļģu attīstību)
- ✓ ievērojams izšķīdušās **organiskās vielas saturs ūdenī** (sevišķa nozīme mikсотроfo sugu attīstībā)



**Baltijas jūras austrumdaļas
vasaras fitoplanktona
augšana un attīstība
neorganisko un organisko
barības vielu klātbūtnē**



Biogēnu limitēšanas eksperimenti ar aļģu tīrkultūrām un fitoplanktona dabiskām asociācijām

Pavasari:

- ☞ **fosfora limitēšana** - rajonos, kas vairāk pakļauti antropogēnās slodzes ietekmei (līča DA piekraste)
- ☞ **slāpekļa limitēšana** - rietumpiekrastē

Pavasara - vasaras pārejas periodā

- ☞ **fosfora un slāpekļa līdzvērtīga limitēšana** - līča DA daļā
- ☞ **slāpekļa limitēšana** - DR daļā un līča centrālā daļā

Vasaras periodā

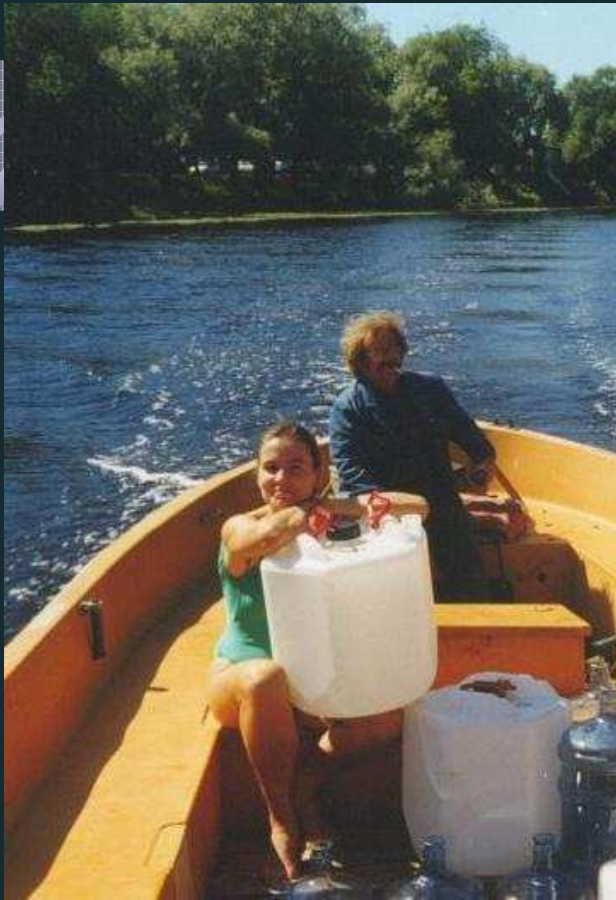
- ☞ **slāpekļa limitēšana** - visā līča teritorijā (**fosfora limitēšana** - izpaudās kā otra nozīmīgākā barības elementa limitēšana 74 % paraugu)

Visās sezonās

- ☞ **vitamīnu limitēšana**
- ☞ **dzelzs limitēšana** - 12 % paraugu
- ☞ **silīcija limitēšana** - neparādījās nevienā no eksperimentiem



Seawater (400 L) was collected in the upper layer with 8 L Niskin bottles, and after filtration through 150 μ m mesh, distributed in 50 L carboys



Dissolved organic matter (> 1000 D) was extracted from the River Pärnu by using tangential flow ultrafiltration

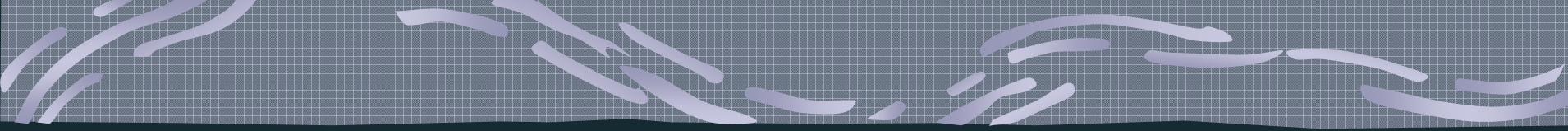


Culture vessels (20 litre PC bottles) were filled with seawater and incubated for 11 days in a swimming pool (with running water pumped from a river). Enriching mixtures were added (in triplicates) during the first 5 days of incubation and unenriched bottles were used as controls.

❁ **DOM pievienošana izraisa ne tikai fitoplanktona kopējās biomasas pieaugumu, bet varētu būt nozīmīgs faktors arī fitoplanktona sugu (taksonomiskā) sastāva veidošanā**

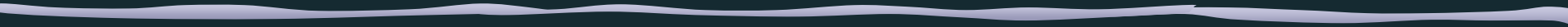
❁ **Atsevišķas dinoflagelātu un cianobaktēriju sugas var attīstīties DOM jeb DOM + PO₄ klātbūtnē (neorganiskā N + P jeb N limitēšanas apstākļos)**

❁ **Izšķīdušais organiskais slāpeklis (DON) var kalpot par nozīmīgu slāpekļa rezervi Baltijas jūras (jo sevišķi piekrastes rajonu) vasaras fitoplanktona attīstībā**



Nozīmīga pozitīva korelācija starp cianobaktērijām un organisko biogēnu rezervēm (tādām kā DON, DOP, DFAA un DCAA) liecina par iespējam DOM lietot kā barības vielu avotu

HAB sugu lomas pieaugums DOM klātbūtnē liecina par tā lomu bīstamo un potenciāli toksisko sugu attīstībā





Mūsdienų hidroekosistėmų galvenās ekoloģiskās problēmas

- Eitrofikācija**
- Toksisko aļģu masveida attīstība**
- Svešzemju sugu invāzija**
- Toksisko vielu klātbūtne**

EKOLOĢISKĀ LĪDZSVARA IZJAUKŠANA

**Dabiska biokopa atrodas ekoloģiskā līdzsvarā,
ja tās struktūra ir samērā noturīga laikā**

Šāda biokopa veido stabilu ekosistēmu

**Tomēr arī līdzvarotas biokopas sastāvs sukcesijas
gaitā (ekosistēmas attīstības process, kura gaitā
viena biotiskā kopa pakāpeniski nomainās ar
citām) pakāpeniski mainās**

EKOLOĢISKĀ LĪDZSVARA IZJAUKŠANA

- **piesārņojot vidi**
- **introducējot augus un dzīvniekus**
- **iznīcinot tos un to dzīvesvietas**

cilvēks var izjaukt šo ekoloģisko līdzsvaru.



**ŪDENSTILPJU
TROFISKAIS
STATUSS UN
EITROFIKĀCIJA**





Eitrofikācija un ar to saistītās problēmas

Ūdenstilpju eitrofikācija

❑ ekosistēmas produktivitātes pieaugums, kam par iemeslu ir barības vielu pieplūde un uzkrāšanās, kas stimulē pirmproducentu masveida attīstību, izraisot visas ar to saistītās blakusparādības

❑ apstākļi, kad ūdenstilpē, pateicoties biogēno elementu (slāpekļa, fosfora, silīcija savienojumi) satura pieaugumam, ievērojami palielinās bioloģisko procesu intensitāte:

- kas vispirms izpaužas kā aļģu attīstība
- organiskās vielas uzkrāšanās
- ievērojamas ūdens kvalitātes pasliktināšanās

Eitrofikācija un ar to saistītās problēmas

Ūdenstilpju eitrofikācija un ūdens ekosistēmu degradācija ir atzīta par prioritāru vides problēmu arī Latvijā.

Tās izpausmes ir vērojamas gan iekšējos ūdeņos, gan jūrā.

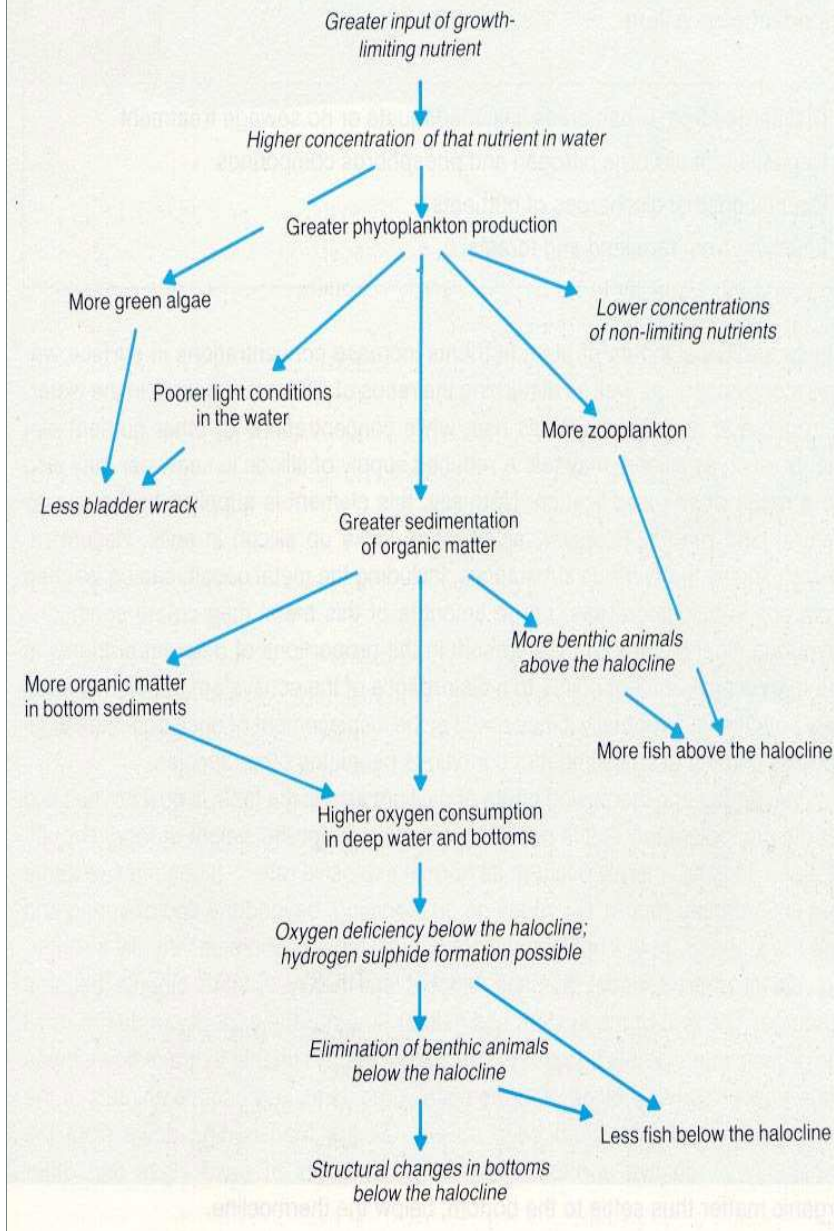
Eiropas Savienības Ūdens Direktīvā (Water Framework Directive) kā prioritāte ir izvirzīta **upju baseinu kompleksa apsaimniekošana**.

Šī pieeja Latvijā tiek ieviesta iekšējo ūdeņu aizsardzības un pārvaldes īstenošanai un ir viens no līdzekļiem, lai samazinātu arī eitrofikācijas negatīvās sekas.

Eitrofikācija un ar to saistītās problēmas

- ☛ Cilvēka darbības rezultātā radītā eitrofikācija izraisa t.s. ūdens “ziedēšanu”, kam seko tās kvalitātes pazemināšanās, kas saistīta ar:
 - ☛ ūdensdzīvības samazināšanos
 - ☛ skābekļa deficītu dziļākajos ūdensslāņos u. c. fizikālas, ķīmiskas jeb bioloģiskas dabas izpausmēm (skat. sekoj. shēmā).

EITROFIKĀCIJAS PROBLĒMAS



The Diagram is from Sweden's marine environment – ecosystems under pressure (Monitor 1988), National Environmental Protection Agency, Solna, Sweden (publ. "North Seas")

Eitrofikācijas process ūdens vidē saistīts ar daudzpakāpju fizikālām, ķīmiskām un bioloģiskām ekosistēmas izmaiņām

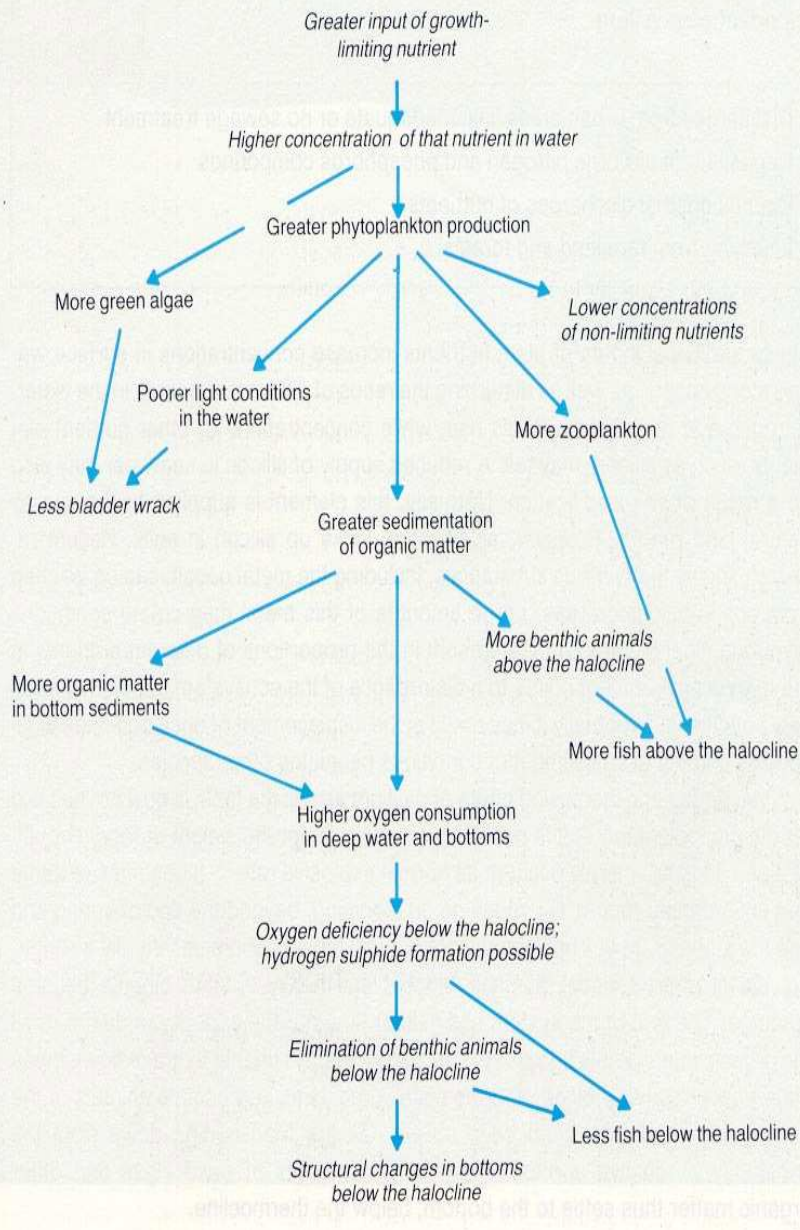
Fitoplanktona augšanu limitējošu barības vielu (slāpekļa, fosfora, silīcija, mikroelementu) pastiprināta ieplūde ūdens ekosistēmās veicina:

➤ **fitoplanktona produkcijas pieaugumu**

➤ **apgaismojuma pasliktināšanos un makrofītu strukturālas izmaiņas (brūnaļģu, kas dzīvo lielākā dziļumā, samazināšanos un zaļāļģu pieaugumu)**

➤ **zooplanktona pieaugumu**

EITROFIKĀCIJAS PROBLĒMAS



The Diagram is from Sweden's marine environment – ecosystems under pressure (Monitor 1988), National Environmental Protection Agency, Solna, Sweden (publ. "North Seas")

➤ **bentisko organismu pieaugumu virs haloklīna**

➤ **zivju produkcijas pieaugumu virs haloklīna**

➤ **organisko vielu sedimentācijas pieaugumu un to uzkrāšanos piegrunts sedimentos**

➤ **skābekļa patēriņa pieaugumu ūdens dziļākos slāņos un piegrunts slānī; skābekļa deficītu zem haloklīna; sērūdeņraža veidošanās iespējamības pieaugumu**

➤ **bentisko dzīvnieku samazināšanos zem haloklīna; bentisko organismu strukturālas izmaiņas**

➤ **zivju samazināšanos zem haloklīna (dēļ O₂ deficīta; dēļ iespēj. H₂S klātbūtnes, dēļ barības trūkuma jo pastiprināta eitrofikācija veicina bentisko organismu samazināšanos)**



ŪDENS “ZIEDĒŠANAS” PROBLĒMA

Eitrofikācija ir par iemeslu ūdens “ziedēšanai”, ko izraisa planktonaļģu masveida savairošanās.

Spēcīga ūdens “ziedēšana” nereti vērojama daudzās pasaules jūrās un okeānos (attēlā – izteikta mikroaļģu “ziedēšana” Skageragā).

Ūdens “ziedēšanai” par iemeslu var būt:

- ❖ neorganisko vai organisko barības vielu pastiprināts pieplūdums
- ❖ biogēno elementu attiecību izmaiņas



ŪDENS “ZIEDĒŠANAS” PROBLĒMA

Ūdens “ziedēšanas” sekas

- ❖ ūdens dzidrības un eifotiskā slāņa biezuma samazināšanos, kas būtiski ietekmē visas hidroekosistēmas tālāko attīstību
- ❖ skābekļa deficītu (hipoksiju; anoksiju) un pūšanas procesu sākšanos vidē
- ❖ bentisko organismu samazināšanos un bojāeju, dēļ skābekļa un barības trūkuma



Par nozīmīgu biogēno elementu un organiskā piesārņojuma (skābekli patērējošs materiāls) ieplūdes avotu var kļūt lielās zivju un gliemju fermas, kas nodarbojas ar akvakultūras audzēšanu, jūtīgos jūras rajonos.

Tādēļ tām jābūt izvietotām pēc iespējas tālāk no jau piesārņotiem rajoniem (rajoniem, kas jau saņem ievērojamus biogēno elementu daudzumus no krasta, jeb kāda cita iemesla dēļ ir pakļauti skābekļa iztrūkumam piegrunts slānī).



Cita, ar eitrofikāciju nesaistīta, bet ar liela mēroga zivju fermām saistīta problēma – antibiotiku un citu ķimikāliju lietošana, lai izvairītos no zivju slimībām un parazitētiem. Vērojams šo vielu pielietojšanas intensitātes pieaugums un jūras vides ekosistēmas normālas funkcionēšanas traucējumi.

Bez tam var tikt izraisīta savvaļas zivju populāciju saslimšana, inficējoties no peldošām instalācijām.



Eitrofikācijas skartie rajoni vienmēr atrodas apdzīvotu vietu tuvumā un raksturojas ar **spēcīgu antropogēno slodzi**.

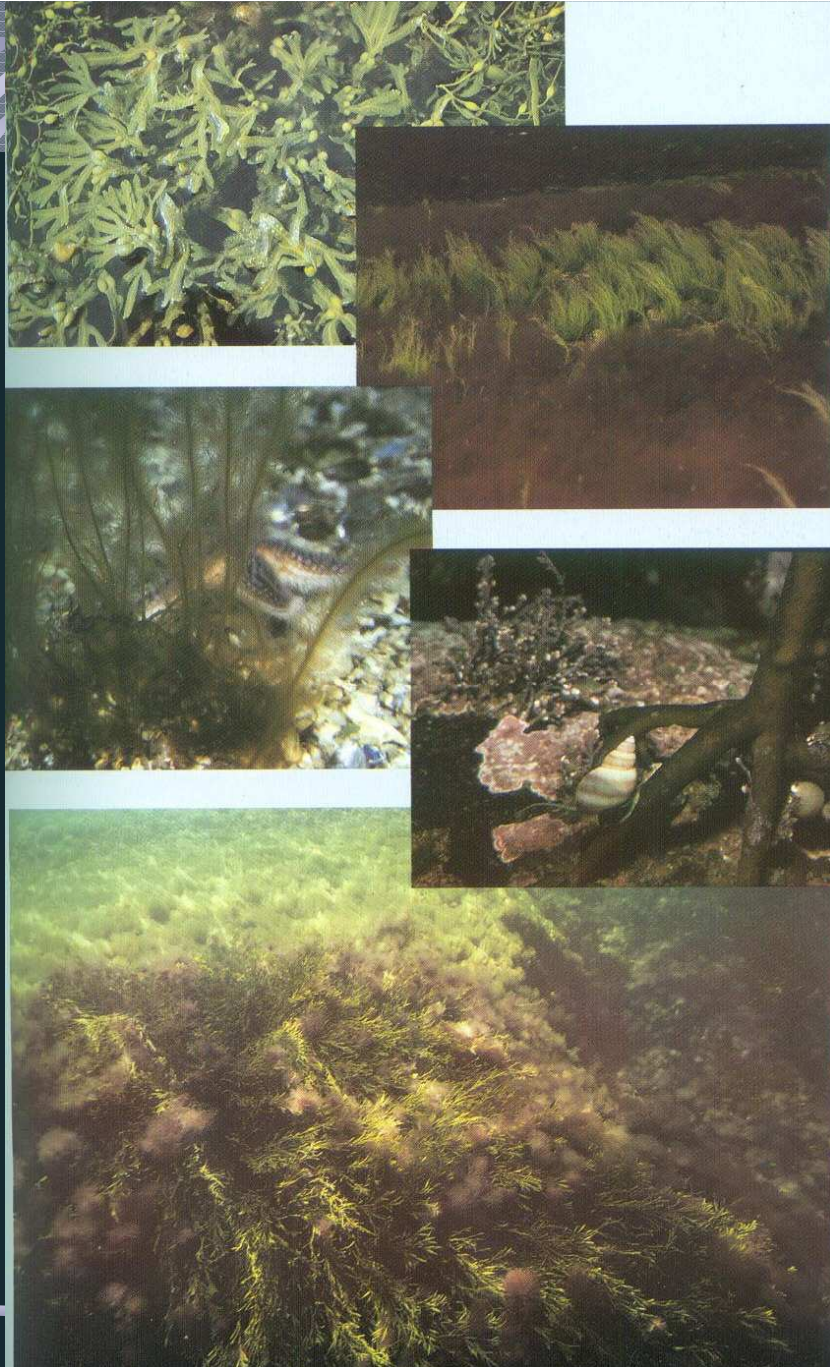
Šajos rajonos novērojama ne tikai izteikta **planktonaļģu**, bet arī **viengadīgo pavedienveida makrofītaļģu** (piem. *Cladophora spp*) **masveida attīstība**, kas var būtiski ietekmēt rekreāciju un tūrisma attīstību attiecīgajā reģionā.



Eitrofikācija izpaužas ne tikai kā mikroskopisko planktonaļģu “ziedēšana”, bet arī kā makrofītaļģu masveida attīstība, kas raksturojas ar pavediņveida struktūru.



Sākumā šīs aļģes lielos daudzumos atrodamas piegrunts slānī, noklājot jūras dibenu, kā arī akmeņus un klintis litorālā zonā, taču vēlāk tās dažādu iemeslu dēļ (viļņošanās rezultātā, skābekļa deficīta jeb vāja apgaismojuma rezultātā) atraujas no piegrunts slāņa, uzpeld ūdens virskārtā un skalojas uz krastu, traucējot rekreācijai un radot citas ekoloģiskas problēmas.



Lielās aļģes (makrofītaļģes), kas
piestiprinās cietajam substrātam
sistemātiski var tikt iedalītas 3 galvenajās
grupās:

- Zaļāļģes
- Brūnāļģes
- Sārtaļģes

Visām makrofītaļģēm ir nozīmīga loma
jūras dzīvnieku attīstībā un barības ķēžu
veidošanā. Ar sevišķu nozīmi izceļas
pūslīšveida jūras mēsli – brūnāļģes (piem.
Fucus vesiculosus).

Brūnāļģes nodrošina nārsta - (inkubatora,
audzētavas), patvēruma - (slēptuves) un
barošanās vietu daudziem un dažādiem
jūras iemītniekiem.

**Ja šīs jūraszāles izzūd no piesārņotiem
jeb citādi iespaidotiem jūras rajoniem,
tas rada atskaņas visā piekrastes
ekosistēmā, to būtiski izmainot (nārsta
vietu trūkums utt).**





