

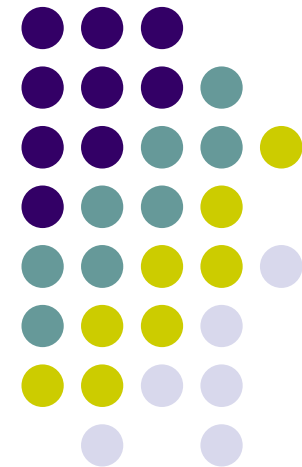
Abiotisko faktoru ietekme uz makrozoobentosa organismu populācijām

Agnija Skuja

HIDROBIOLOĢIJAS KATEDRA

agnija@lanet.lv

2011. gada 11. oktobrī



Kas ir zoobentosa organismi?



Kā tos iedala?

PĒC LIELUMA ZOOBENTOSA ORGANISMUS IEDALA:

Mikrozoobentoss

Mezozoobentoss < 1mm

Makrozoobentoss >1 mm

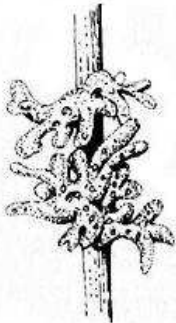


http://www.aleeacademy.org/pictures/clam_amphipod_photos.xml

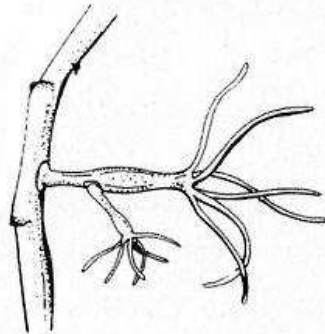
Makrozoobentosa organismi



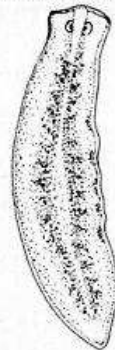
Sūklis
Spongilla lacustris



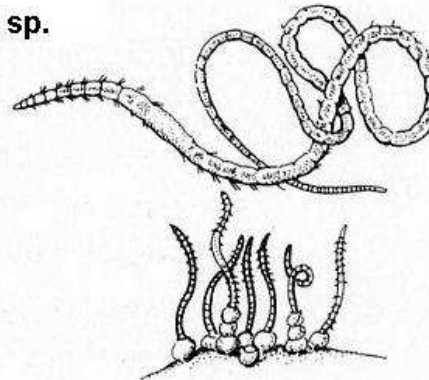
Hydra sp.



Planārija
Turbellaria sp.



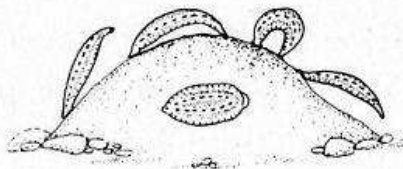
Mazsartārpi Tubificidae



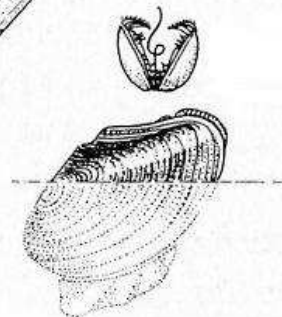
Lielais dīkgliemezis
Lymnaea stagnalis



Dēles Hirudinea



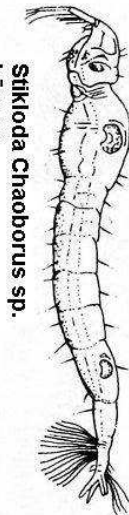
Gliemenes
Bivalvia



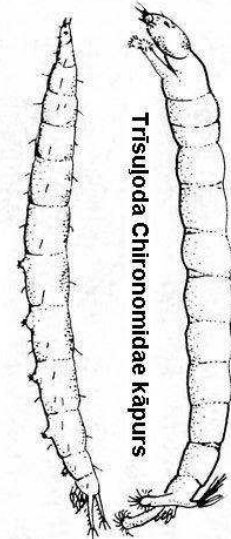
Dreissena polymorpha

Anodonta cygnea

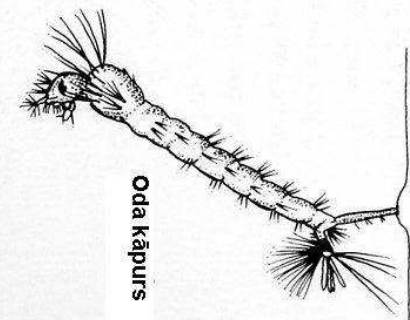
Stikloda Chaoborus sp.
kāpurs



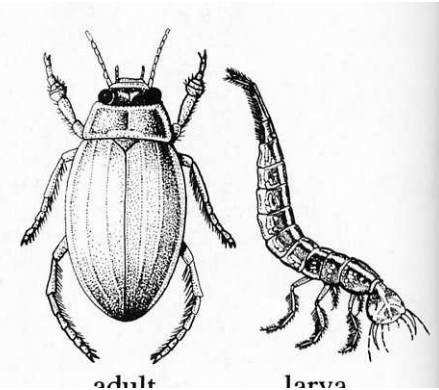
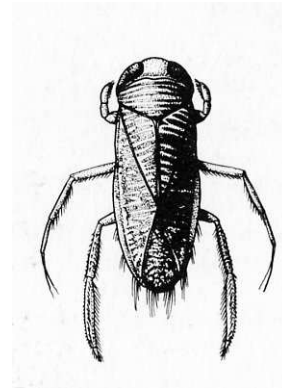
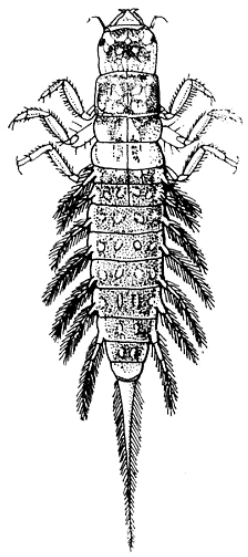
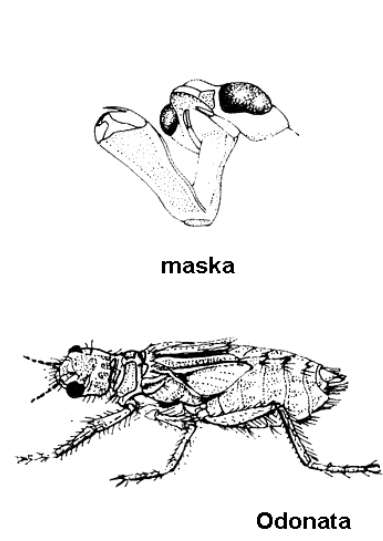
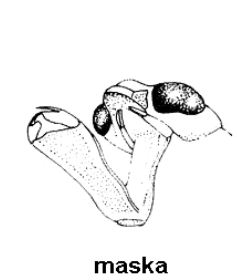
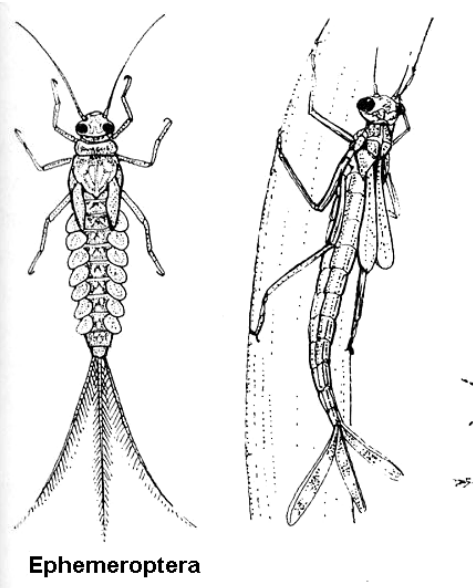
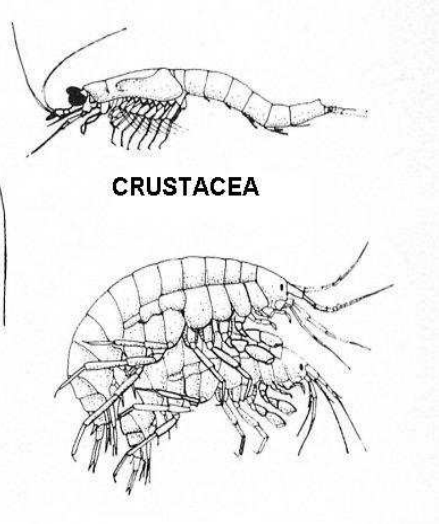
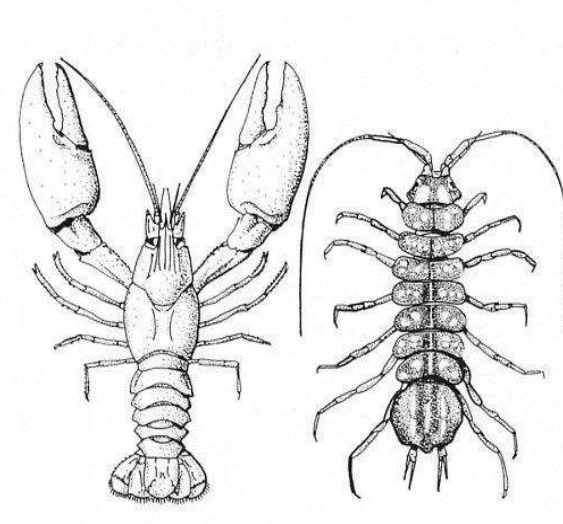
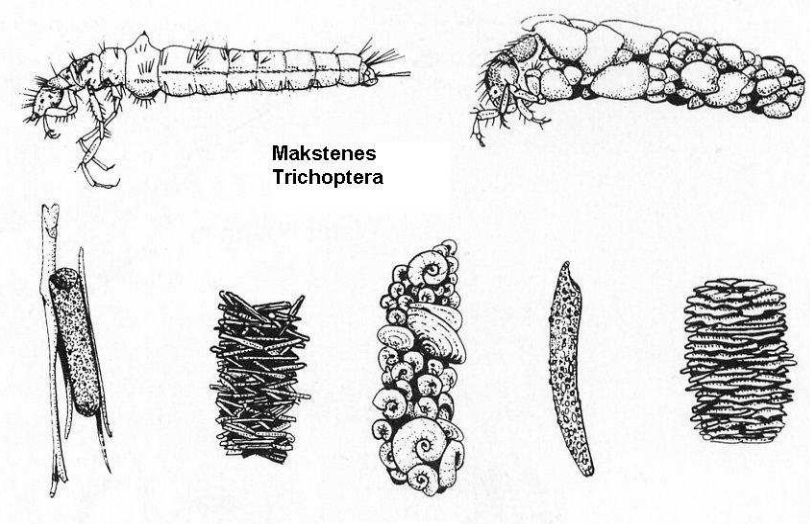
Trisuloda Chironomidae kāpurs



Oda kāpurs



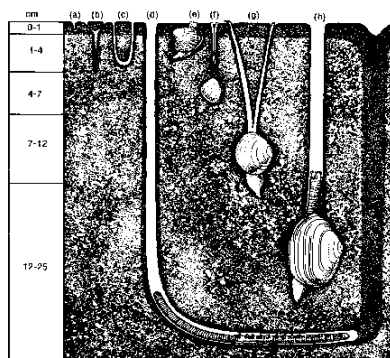
Makrozoobentosa organismi



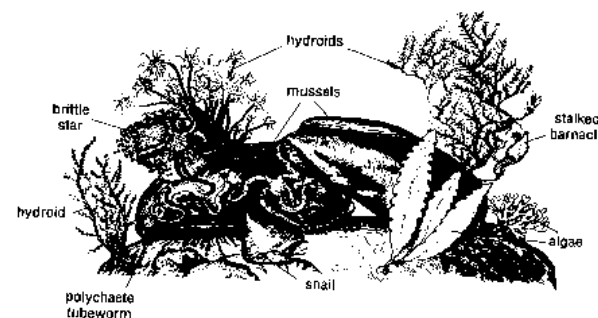
Zoobentosa organismu izplatība substrātos:



- * Infauna
- * Epifauna

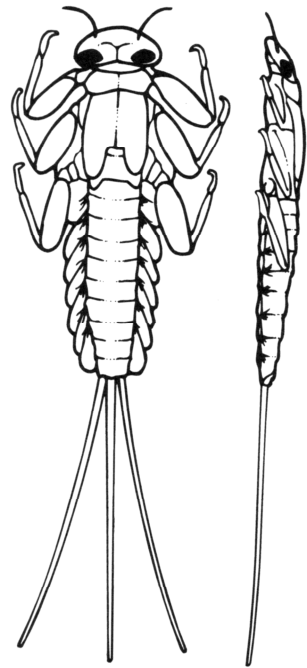


www.jochemnet.de/fiu/OCB3043_34.html

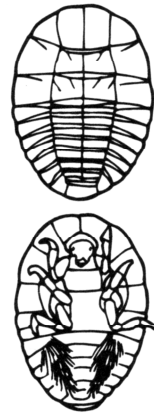


- Litofili organismi – sastopami uz akmeņainiem substrātiem
- Psammofili ir smilšu biotopu speciālisti
- Ksilofili - mīt uz koksnes substrāta
- Fitofili – mīt uz ūdensaugiem
- Pelofili – mīt dūņās
- Agrilofili – mīt mālu substrātos

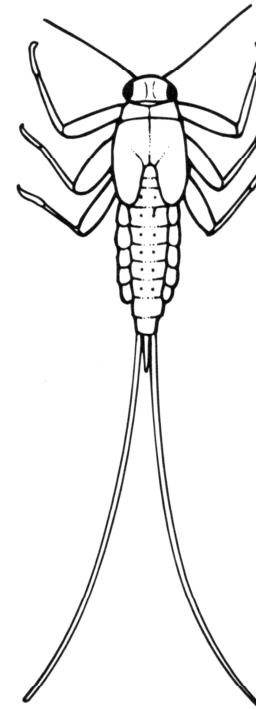
Morfoloģiskie pielāgojumi dzīvei ūdens vidē



(a) *Rhithrogena*



Psephenus x3



(b) *Baetis subalpinus*

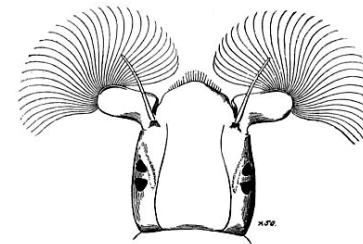
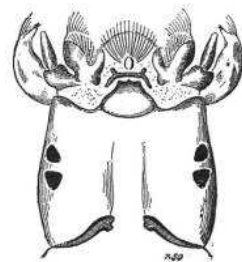
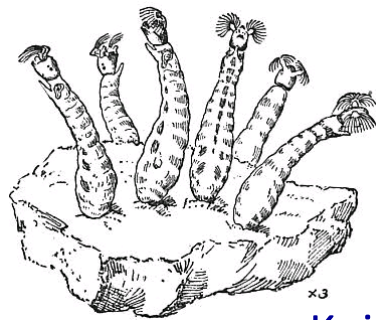


(c) *Philorus*



(d) *Simulium*

Morfoloģiskie pielāgojumi dzīvei ūdens vidē



Knīšļu Simuliidae kāpurs

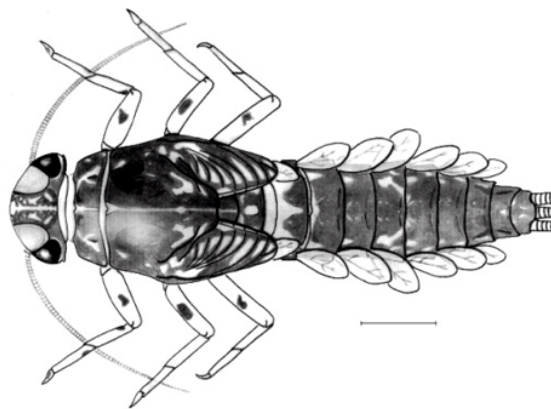
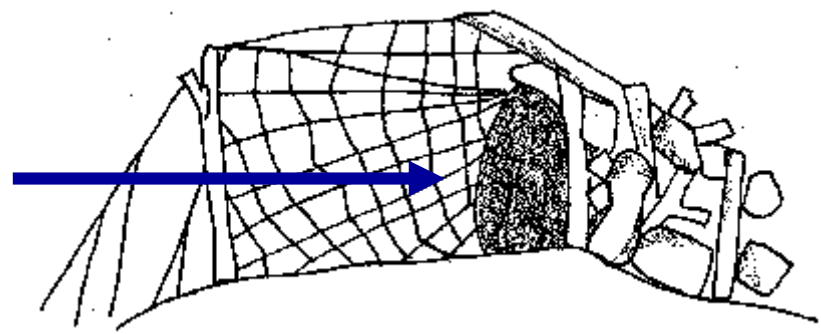
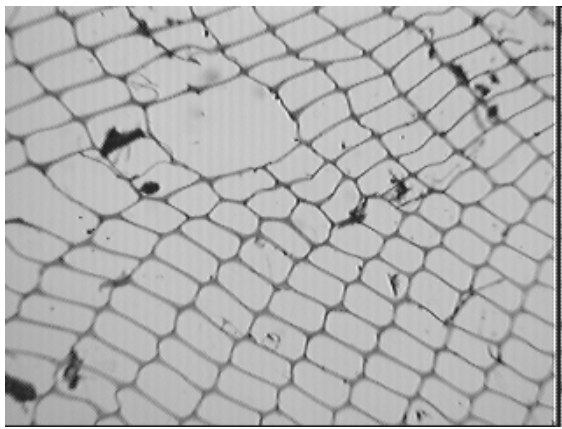


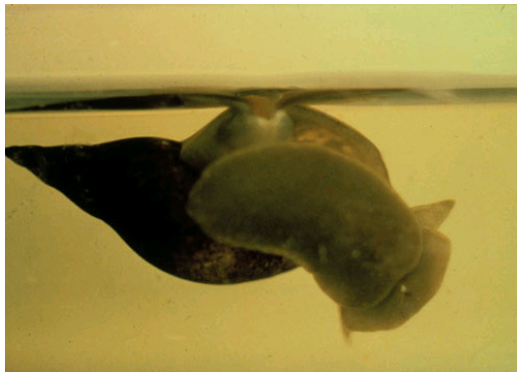
Figura 1. *Cryptonympha dasilvai*, sp. nov.: hábito. Escala: 1,0 mm.

Viendienītes Ephemeroptera kāpurs

Makstenes *Hydropsyche* sp. eramtiki



Morfoloģiskie pielāgojumi dzīvei ūdens vidē STĀVOŠOS ŪDEŅOS



Kas kopīgs šiem ūdens
bezmugurkaulniekiem?

Saldūdens ekosistēmas

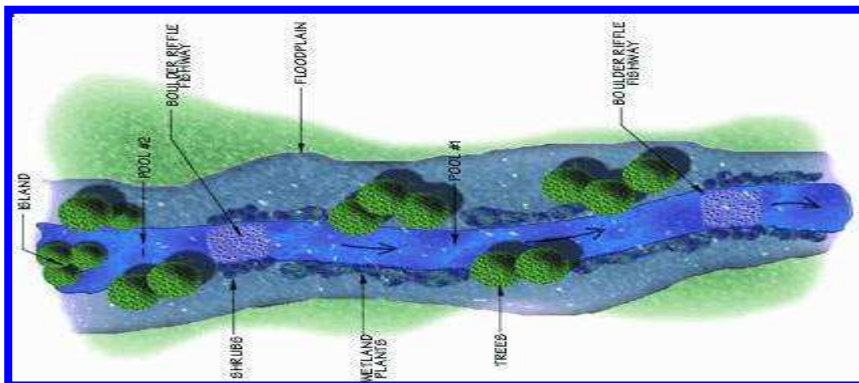


Tekoši ūdeņi
Lotiskās ekosistēmas

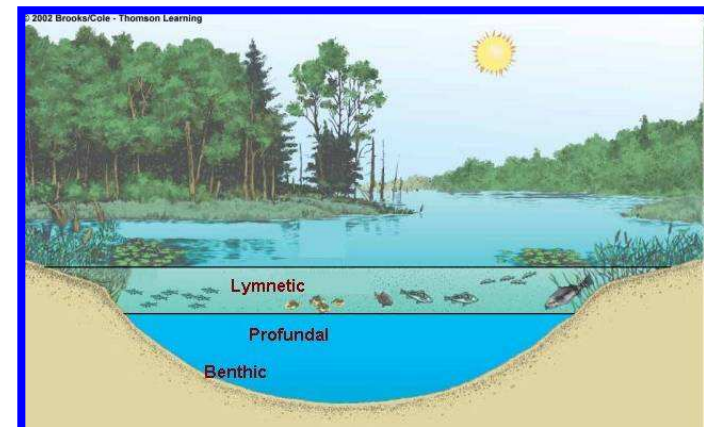
Stāvoši ūdeņi
Limniskās ekosistēmas

Reofilo
organismu
populācijas

Limnofilo
organismu
populācijas



www.eeiweb.com/flodnstm.htm



Tekošo (lotisko) ūdens ekosistēmu funkcionēšanā vislielākā nozīme ir:



Fizikālajai struktūrai

- Straumes ātrumam un caurtecei ->
 - Substrātam
 - Kritumam (m v.j.l.)
- Ūdens ķīmiskajam sastāvam
- Sateces baseinam
- Temperatūrai
- Gaismai

STĀVOŠU ŪDEŅU (LIMNISKAJĀS) EKOSISTĒMĀS:



- **(1) Ūdenstilpes morfometrija** (zemūdens līnijas forma, ezera forma, ģeoloģiskā izcelsme, dziļums)
- **(2) Fizikālie faktori:**
 - Gaisma un temperatūra
 - Ūdens sajaušanās procesi (ZR vēji)
- **(3) Ūdens ķīmiskais sastāvs**
- **(4) Sateces baseins**

ŪDENS SAJAUKŠANĀS



- **Ezeriem raksturīgi ūdens masu pilnas sajaukšanās un stagnācijas periodi un zonas, upēs ūdens masas ir nepārtrauktā kustībā (t.s. “plūstošā viļņa efekts”)**
- **Vēja radītā ūdens turbulence ir spēcīgāka ezeros ar lielu platību**
- **Upēs, atkarībā no to platuma un dziļuma, ūdens temperatūras režīms diennakts laikā ir stipri mainīgs – dienā ūdens strauji sasilst, bet naktī – atdziest**

TEMPERATŪRA



- Ūdens videi raksturīga augsta siltuma saglabāšanas kapacitāte (atšķirībā no gaisa)
- Siltumam ir g.k. divas galvenās funkcijas – izraisa termisko noslāņošanos un ietekmē ķīmisko un bioloģisko procesu norises ātrumu

(Allan 1995; Horne & Goldman 1994)

TEMPERATŪRA, UPES



- Novērotas atšķirības ūdens bezmugurkaulnieku sugu sastāvā upes tecējumā no iztekas uz grīvu
- Strauti, upju iztekas – zema, konstanta ūdens temperatūra
- Augstieņu upes (straujas) – zema t°
- Zemieņu upes (lēni tekošas) – salīdzinoši augstāka t°
- Stenotermi
- Eiritermi organismi

(Ilies & Botosaneanu 1963)

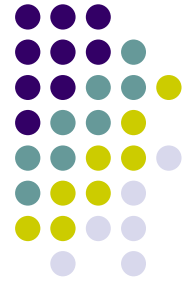
TEMPERATŪRA

- Atkarībā no temperatūras režīma, vienas ūdens bezmugurkaulnieku sugas attīstības cikls var ilgt 1 gadu, ja ir augsta t° vai 2 gadus, ja ūdens ir vēsāks

Piemērs: makstene *Rhyacophila evoluta* (Décamps 1967)

- Viendienīšu ģints *Baetis* sp. īpatņi ir univoltīni augstieņu upēs un multivoltīni zemieņu upēs (Allan 1985)

- Temperatūra ietekmē arī olu un jauno īpatņu attīstības gaitu



Rhyacophila sp.



Baetis sp.

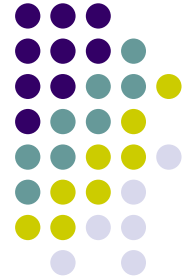
TEMPERATŪRA



- Vairumam bentosa organismu ir tikai viena paaudze gadā; ja ir zemāka temperatūra, organismi dzīvo ilgāk (piem., Tundrā)
- Mērenā platuma grādos uz ūdens organismiem sevišķi būtiska ietekme ir sezonālajām temperatūras izmaiņām
- Sugām, kuru attīstība ilgst ~1 gadu, attīstībā ir novērojama izteikta sezonālitate
- Dzīves cikls galvenokārt ir atkarīgs no barības pieejamības

* Piem., atsevišķu trīsuļodu sugu kāpuri izlido un dēj olas pēc pavasara “aļģu ziedēšanas”

TEMPERATŪRA, UPES

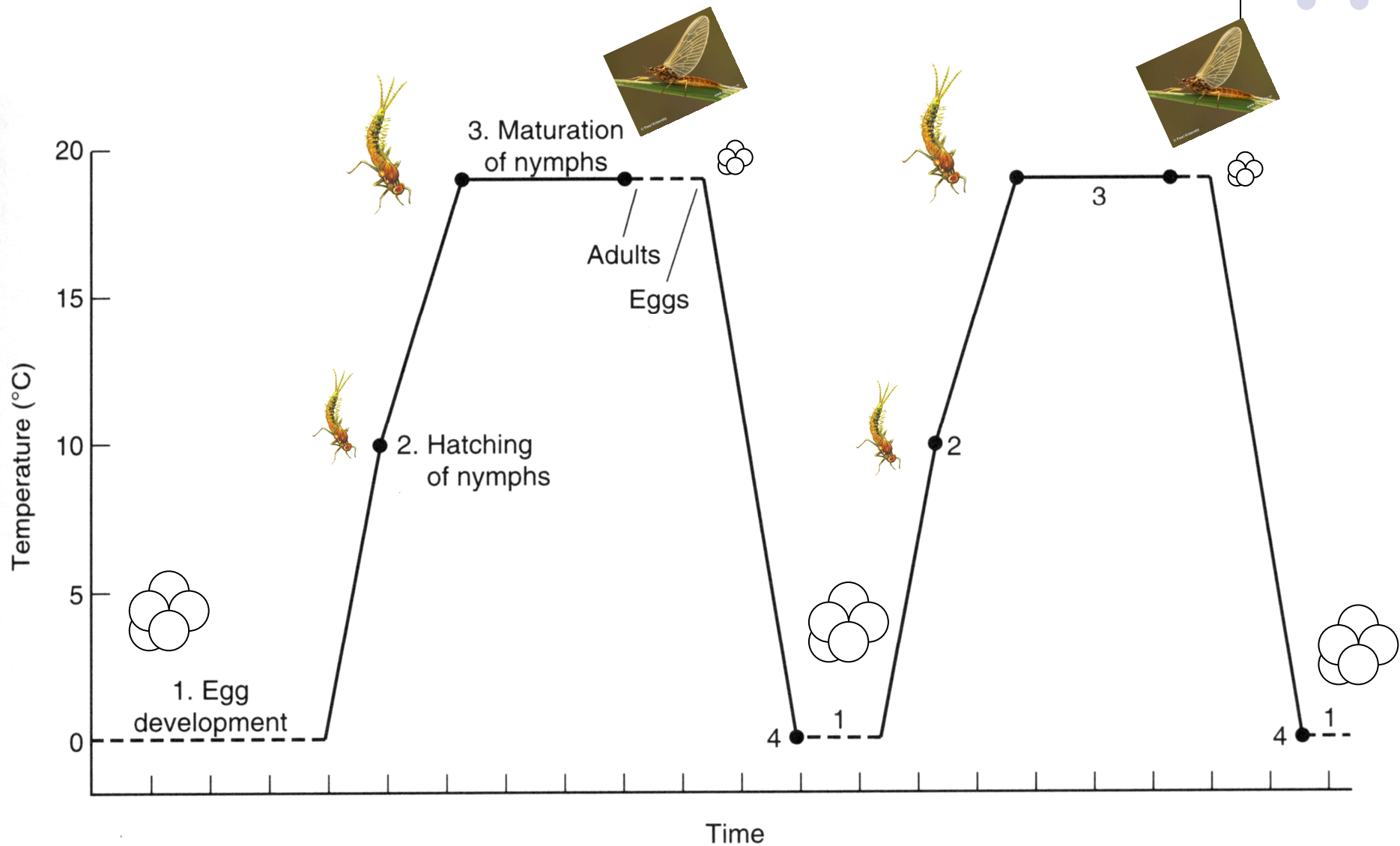


- T^o ietekmē arī ķermeņa izmēru – no kā savukārt ir atkarīga auglība, jo ķermeņa izmērs un izdēto olu skaits pozitīvi korelē (Vannote & Sweeney 1980)
- Sugām ir optimālā temperatūra, pie kuras ķermeņa izmērs un auglība ir vislielākā
 - piem., viendienītei *Ephemerella dorothea* White Clay Creek aukstūdens pietekās ir 2x mazāks ķermeņa svars nekā siltūdens pietekās (Vannote & Sweeney 1980)

Ephemerella sp.



VIENDIENĪTES ATTĪSTĪBAS CIKLS ATKARĪBĀ NO T°



ŪDEŅU ĶĪMISKO SASTĀVU IETEKMĒ:



- Fizio-ģeogrāfiskie faktori (baseina atrašanās vieta, teritorijas ģeoloģiskās uzbūve, augšņu sastāvs, augstums v.j.l., reljefs)
- Klimats (nokrišņu daudzums, temperatūras un ūdeņu iztvaikošanas režīms)
- Hidroloģiskā cikla īpatnības (ūdensguves veidi, gruntsūdeņu ķīmiskais sastāvs)
- Veģetācija
- Antropogēnā ietekme – (zemes lietojuma veidi sateces baseinā)

(Kļaviņš, Zicmanis 1998)

ŪDENS ĶĪMISKAIS SASTĀVS



- pH
 - Elektrovadītspēja (EVS)
 - O₂ (mg/l)
 - O₂ piesātinājums (%)
 - Sārmainība
 - Nitrīti (mg/l)
 - Nitrāti (mg/l)
 - Amonijs (mg/l)
 - N_{kop} (mg/l)
 - Fosfāti (μg/l)
 - P_{kop} (μg/l)
 - Kopējā cietība (mmol/l)
 - Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP) (mg/l)
 - Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP₅) (mg/l)
- *Krāsa
*Smarža
*Putas

SKĀBEKLIS O₂

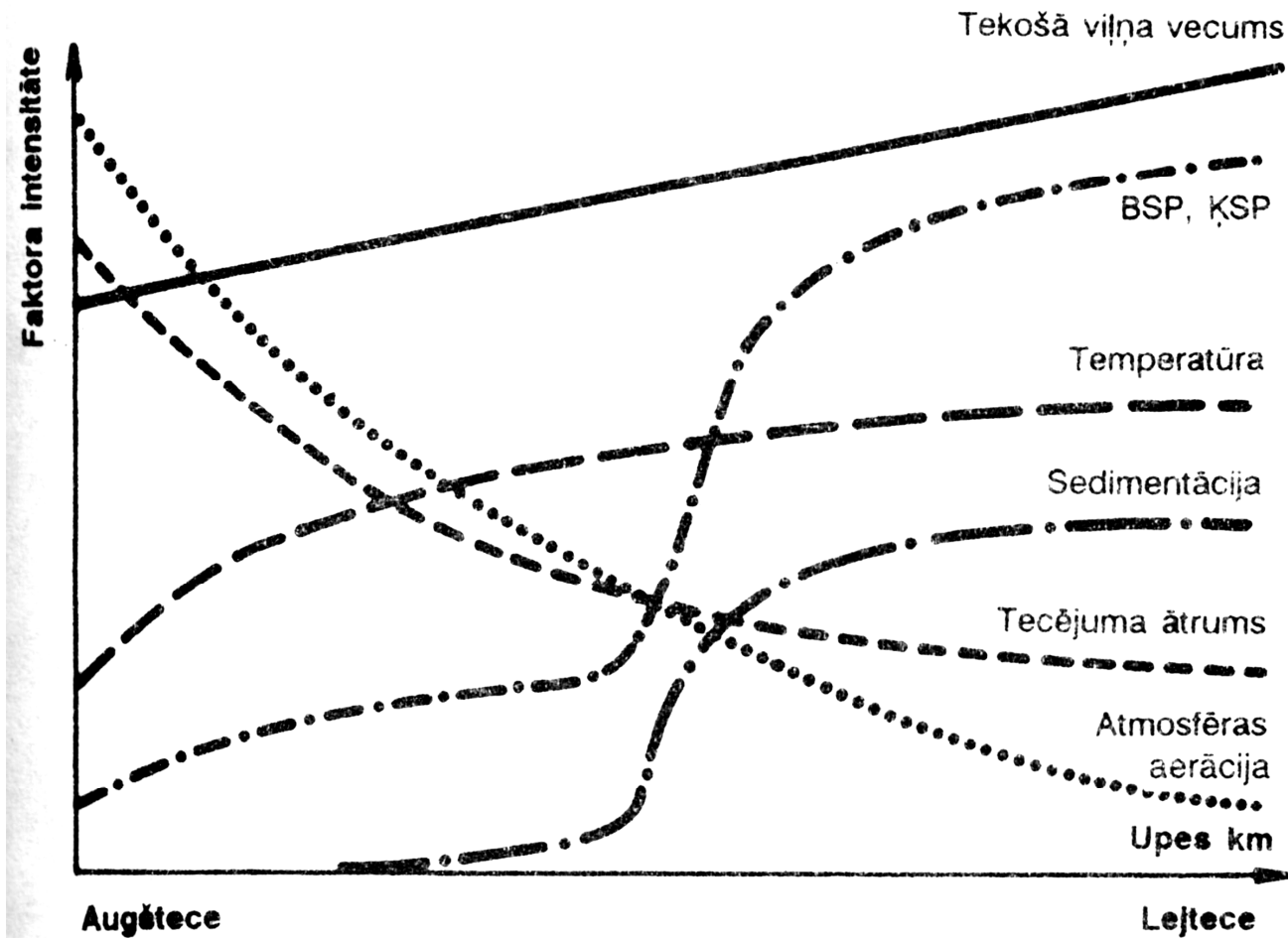


- **Izšķīdušā skābekļa avoti:**
 - atmosfēra skābekļa izšķīšana
 - fotosintēze
- **Skābekļa šķīdība ūdenī atkarīga no:**
 - O₂ koncentrācijas gaisā
 - ūdens temperatūras (siltu notekūdeņu ievadīšana var pazemināt O₂ saturu)
 - sāļu satura ūdenī (sālākā ūdenī ir zemāka šķīdība)
- **CO₂ pie 1 atmosfēras spiediena šķīdība 48x lielāka kā O₂**
- **Skābekļa saturs spēj ietekmēt arī neorganisko vielu saturu ūdeņos**

ŪDENS ĶĪMISKAIS SASTĀVS

TEKOŠOS ŪDEŅOS

(VIRZIENĀ NO AUGŠTECES UZ LEJTECI)



(pēc Cimdiņš 2001)

SKĀBEKLIS O₂



- O₂ ūdens bezmugurkaulniekos pa žaunām vai citām ar elpošanu saistītām struktūrām tiek transportēts difūzijas veidā
- Elpošanas intensitāte ir atkarīga no temperatūras; notiekot temperatūras izmaiņām par 1 °C – elpošanas intensitāte pieaug par > 10%
- Tekošu ūdeņu organismu elpošanas intensitāte mainās līdz ar ūdenī izšķīdušā skābekļa koncentrāciju izmaiņām, atšķirībā no stāvošu ūdeņu organismiem
- Sugas ir pielāgojušās noteiktiem temperatūras un skābekļa apstākļiem, piemēram, strautenes Plecoptera nemīl atrasties ūdens vidē, kur temperatūra pārsniedz 25°C;



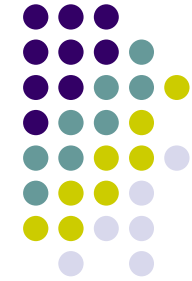
***Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP₅)**

Skābekļa daudzums, kas nepieciešams organiskās biomasas aerobai mikrobiālai noārdīšanai.

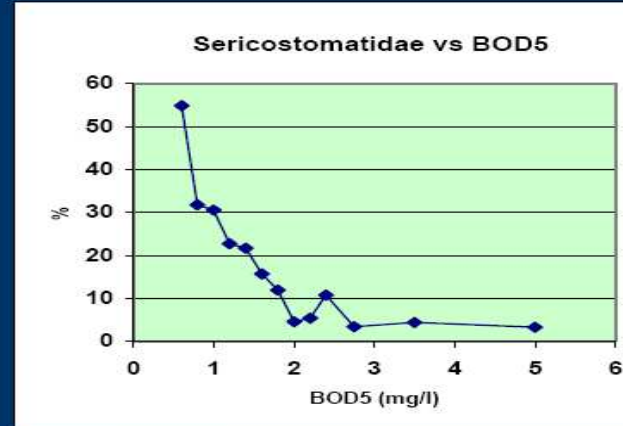
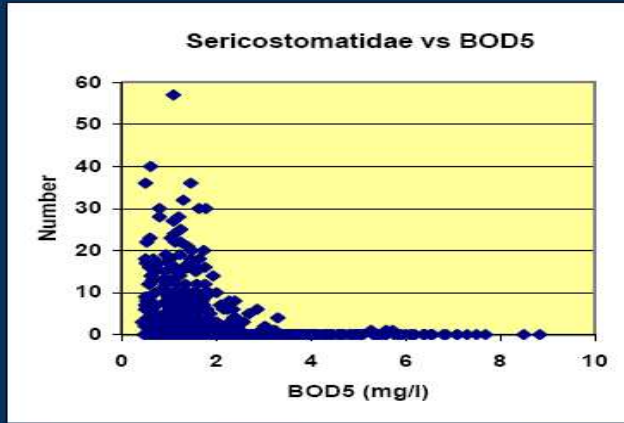
BSP₅ – skābekļa daudzums, kurš nepieciešams noārdīšanai 20°C temperatūrā pirmo 5 dienu laikā

Sericostomatidae vs. BOD5

= Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP₅)



Nordic /Baltic reference streams, Silkeborg 30.-31. May 2007



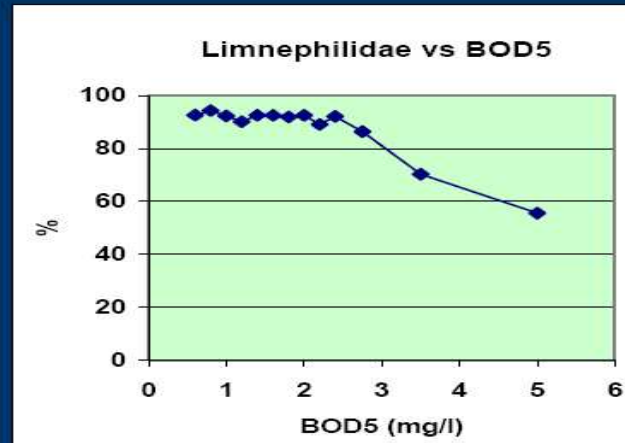
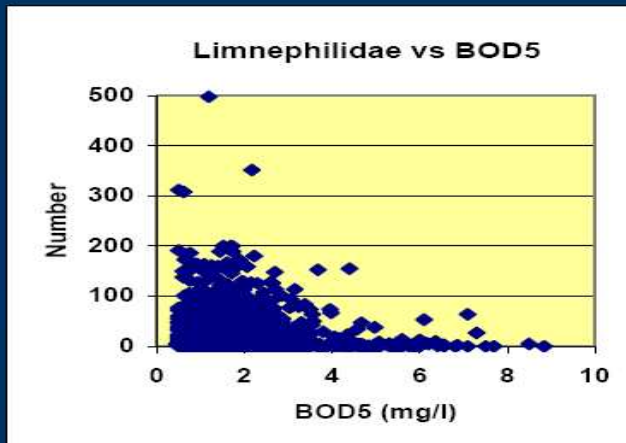
Limnephilidae vs. BOD5

= Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP₅)



www.commanster.eu/.../Limnephilus.rhombicus.html

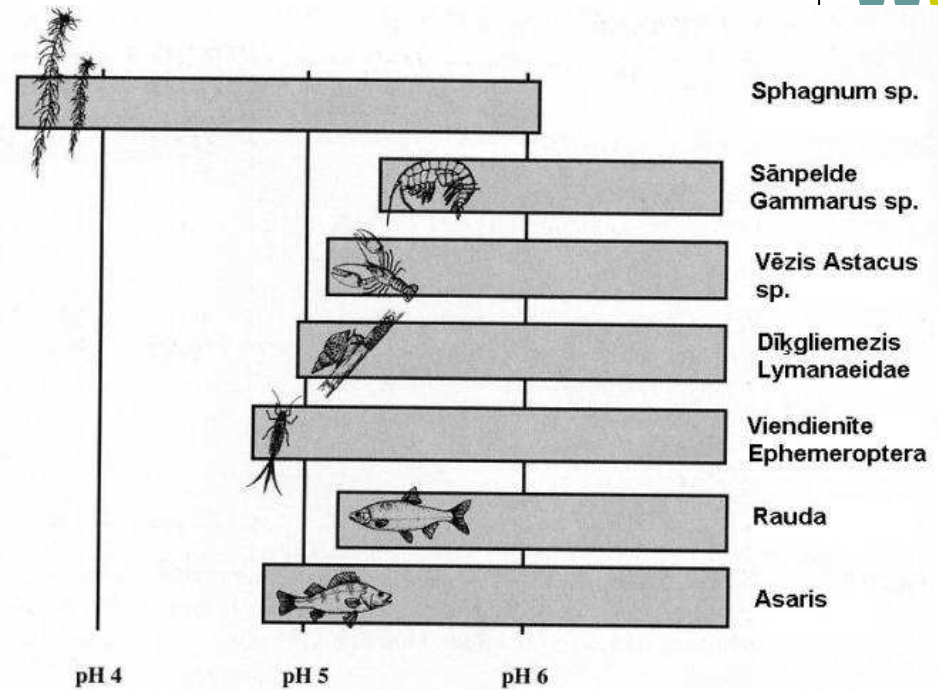
Nordic /Baltic reference streams, Silkeborg 30.-31. May 2007



pH



ISLIENAS EZERS



(Brönmark, Hansson 2001)

- Vistolerantākie pret vides paskābināšanos ir divspārņu kāpuri (Garrison, Webster 1988);
- Vairumam distrofo ezeru raksturīga zema produktivitāte (Wetzel 2001).

EZERI

- **Ezeru kā dzīves telpu var iedalīt divās lielās zonās:**
 - **PELAGIĀLĒ – brīvā ūdens zonā**
 - **BENTĀLĒ – ezera dibena zonā**

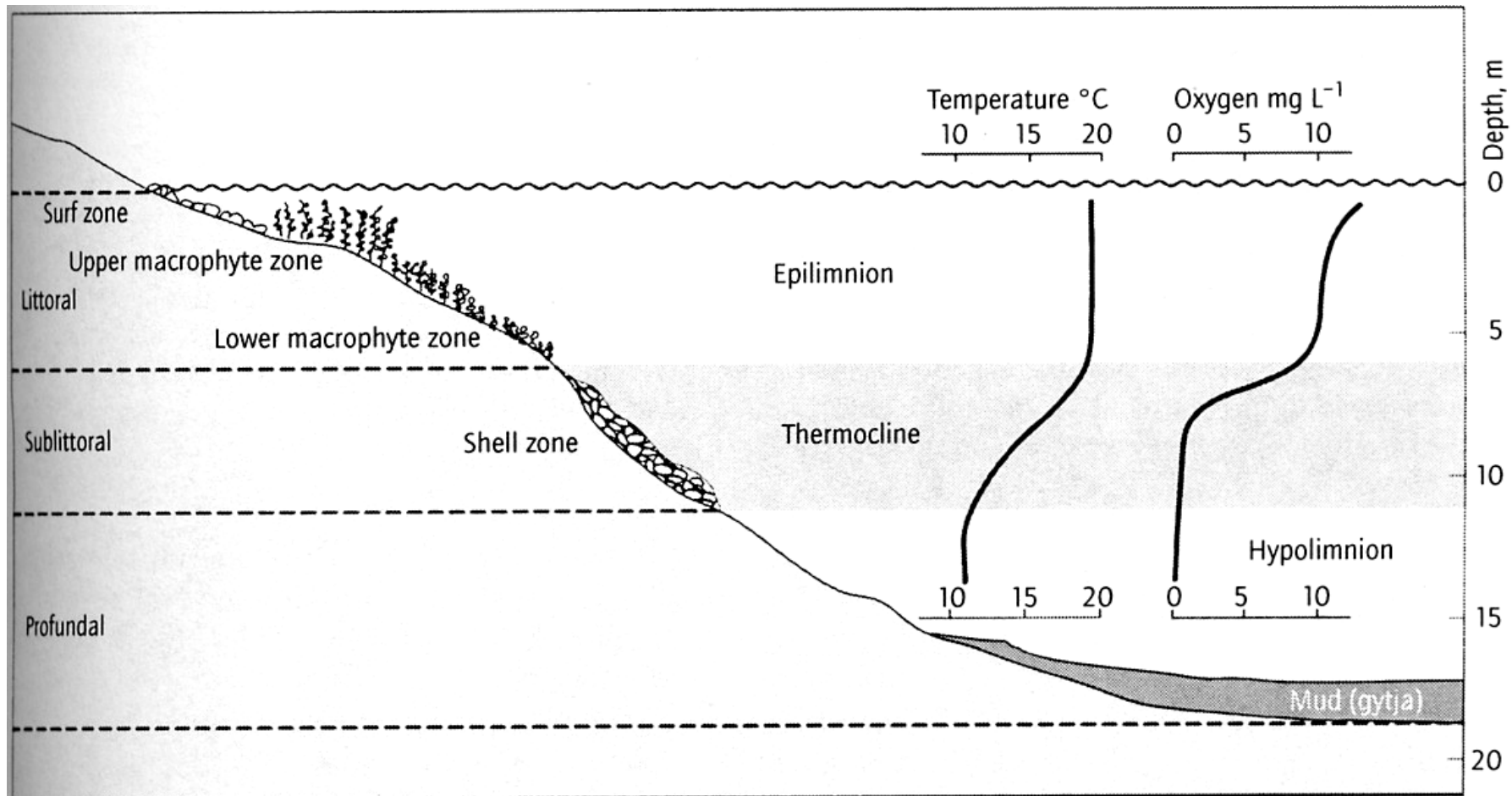
Bentāli iedala:

LITORĀLĒ – ezeru ieskaujošā ūdensaugu zonā visapkārt ezeram (bentāles apgaismotā daļa līdz pat kompensācijas dziļumam)

PROFUNDĀLĒ – bentāles apakšējā dziļūdens daļa (atrodas zem kompensācijas līmeņa – tātad profundālē augi vairs nevar attīstīties)

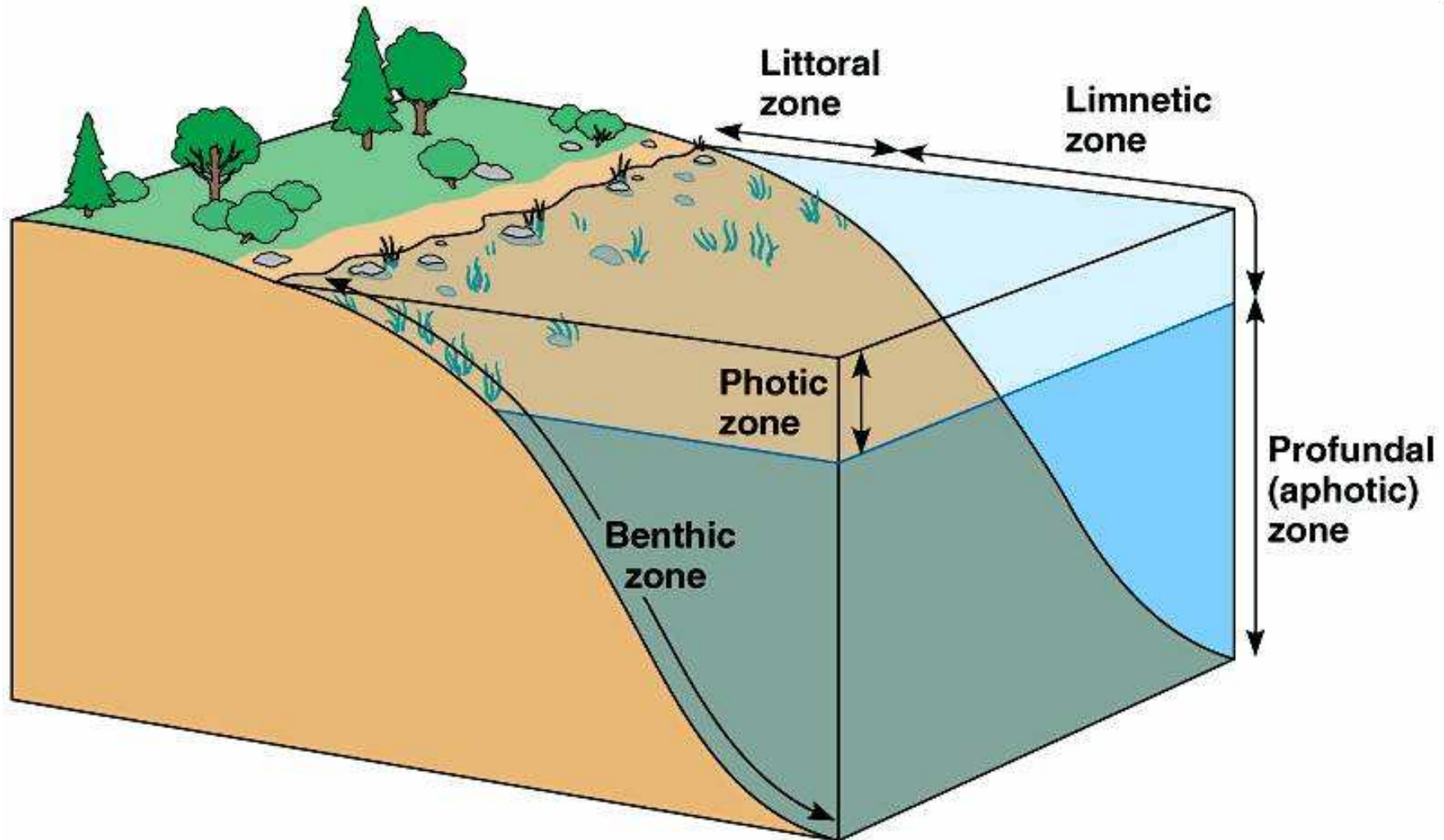


ÜDENSTILPES

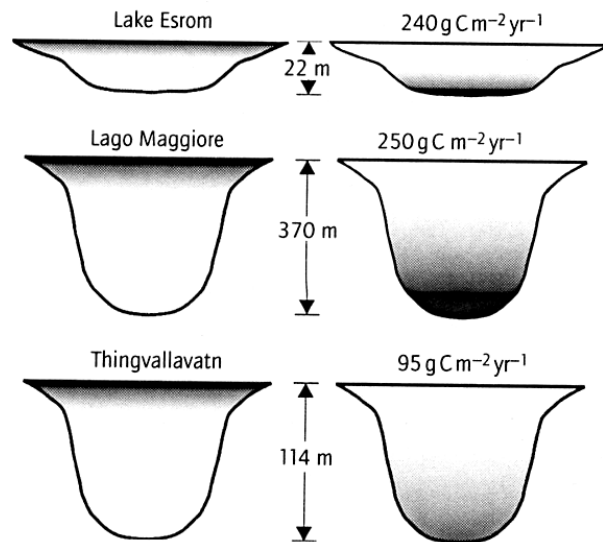


Jónasson 2004

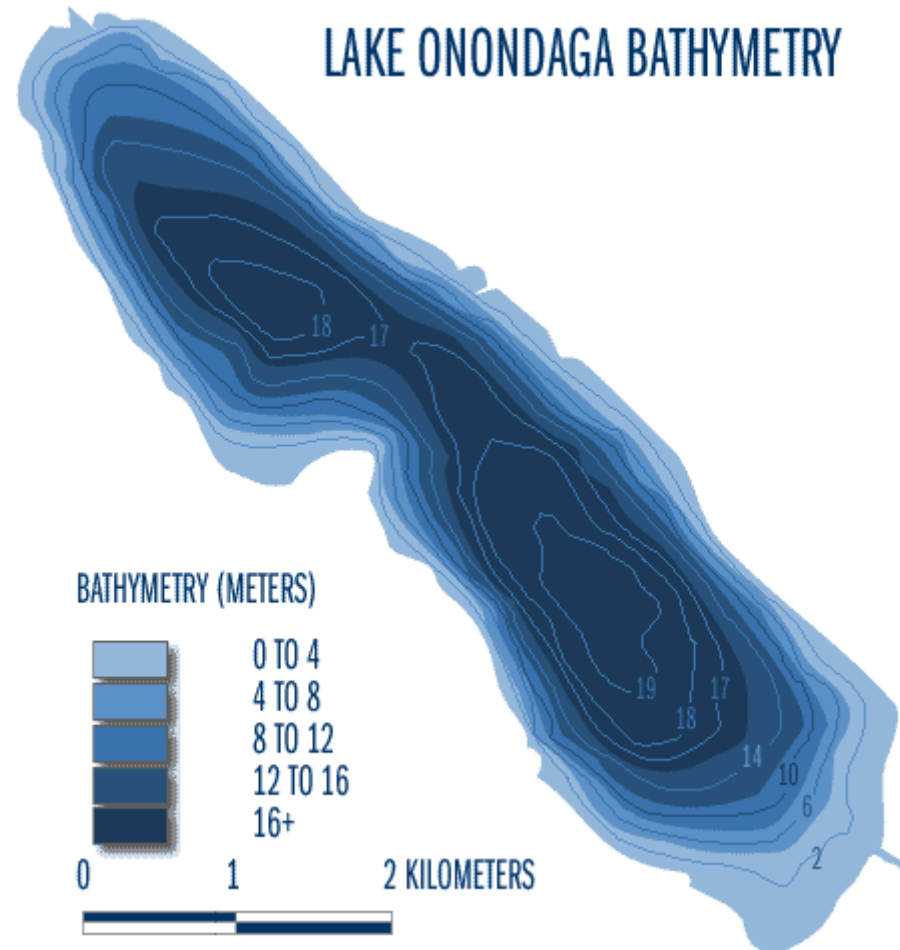
ŪDENSTILPES



EZERU MORFOMETRIJA

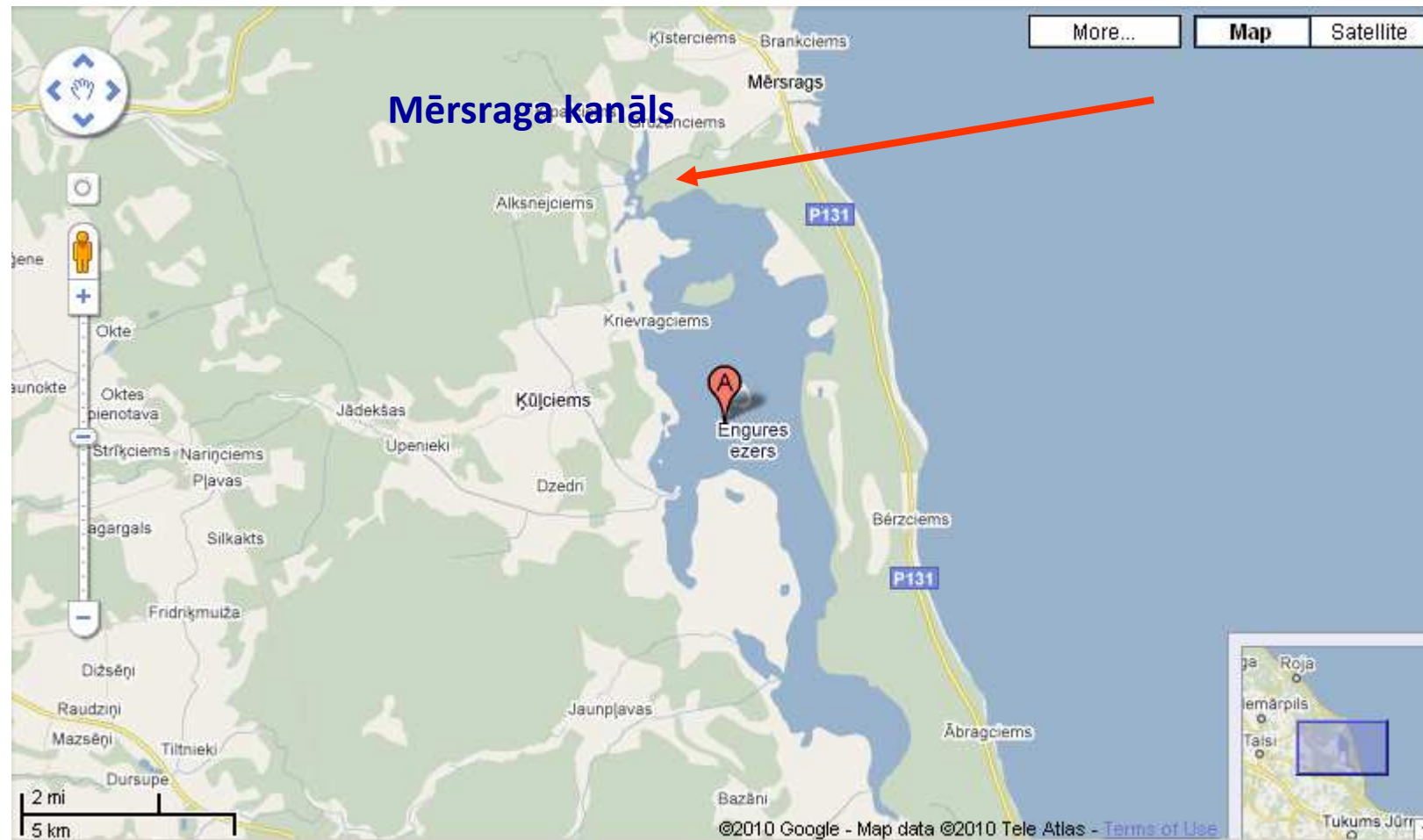


Jónasson 2004

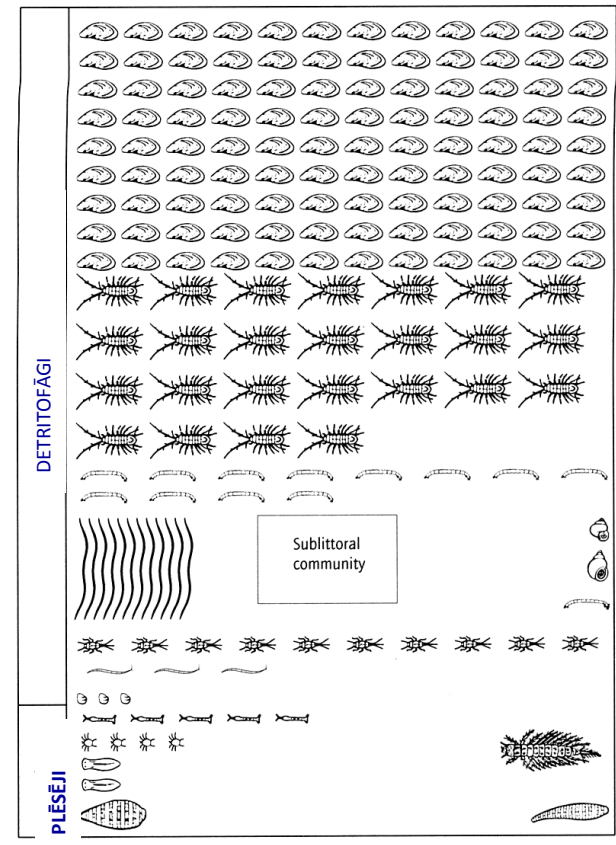
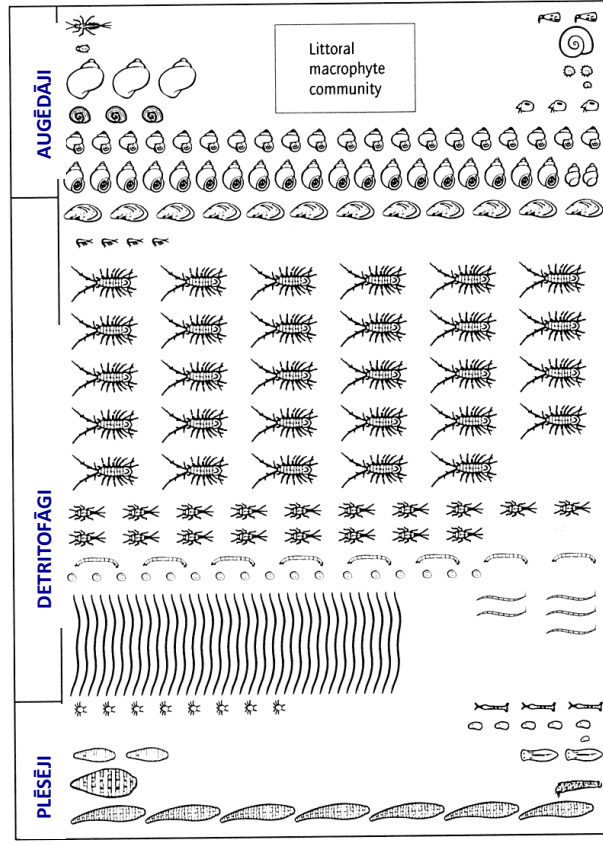
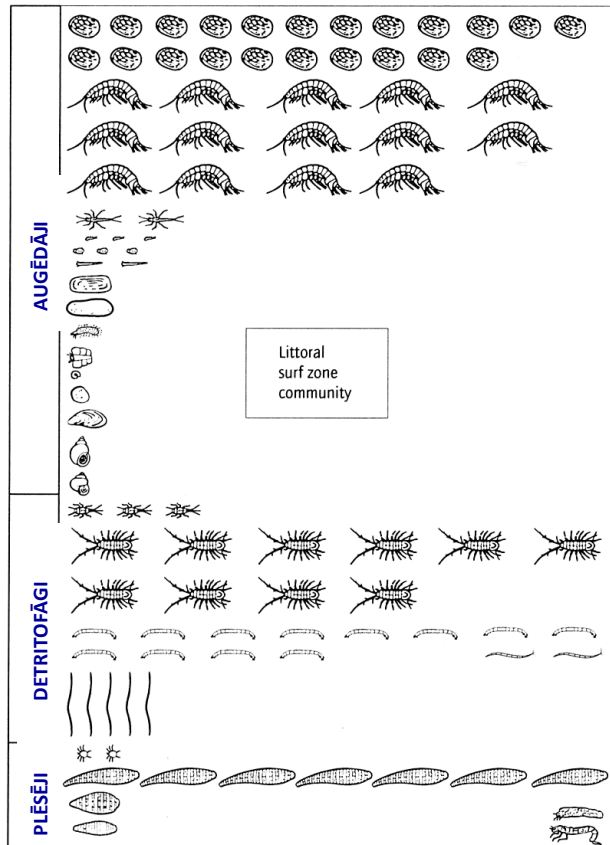


EZERU MORFOMETRIJA

Engures ezers



Esrom ezera (Dānija) makrozoobentosa barošanās tipi PIEKRASTĒ (LITORĀLĒ) (Jónasson 2004)



**Piekrastes
“viļņošanās zona”**

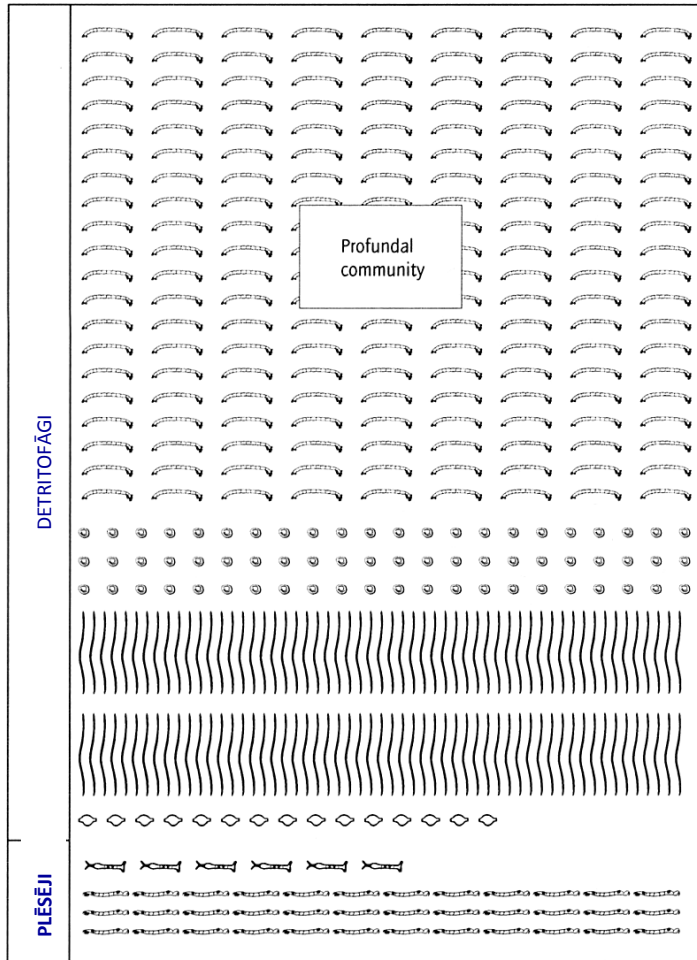
**Piekrastes
makrofītu josla**

Sublitorāle

Dziļums (m)



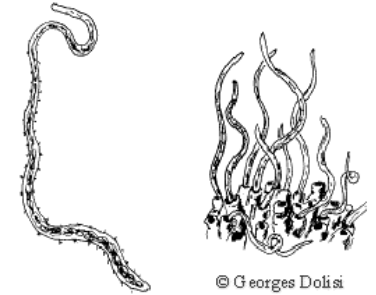
Makrozoobentosa barošanās tipi PROFUNDĀLĒ (Jónasson 2004)



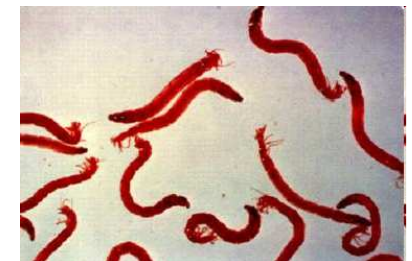
- **Mazsartārpi (Oligochaeta)**
- **spēj apdzīvot sedimentus >10cm dziļumā**

- **Trīsuļodu kāpuri (Chironomidae)**
- **Apdzīvo sedimentu virsējo slāni**

Veic mehānisku sedimentu sajaukšanos (bioturbation)



© Georges Dolisi

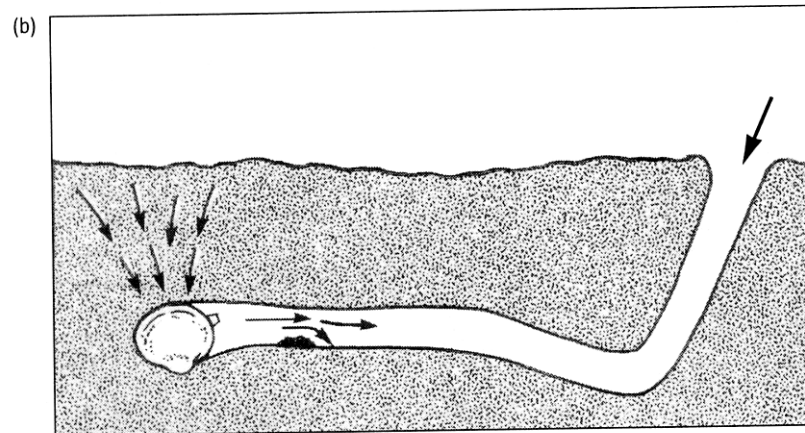


BENTISKO ORGANISMU BAROŠANĀS SEDIMENTU SLĀNĪ



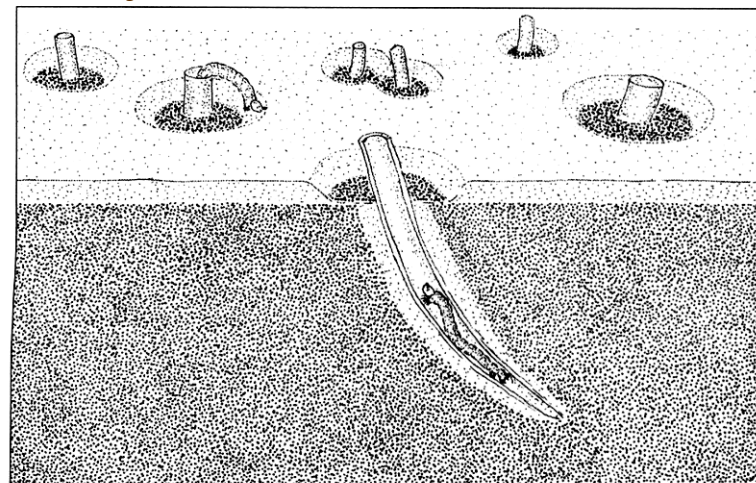
Jónasson 2004

Barojas filtrējot



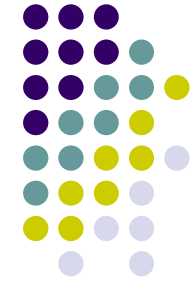
Pundurgliemene
Pisidium casertanum

Barojas ar oksidēto substrātu

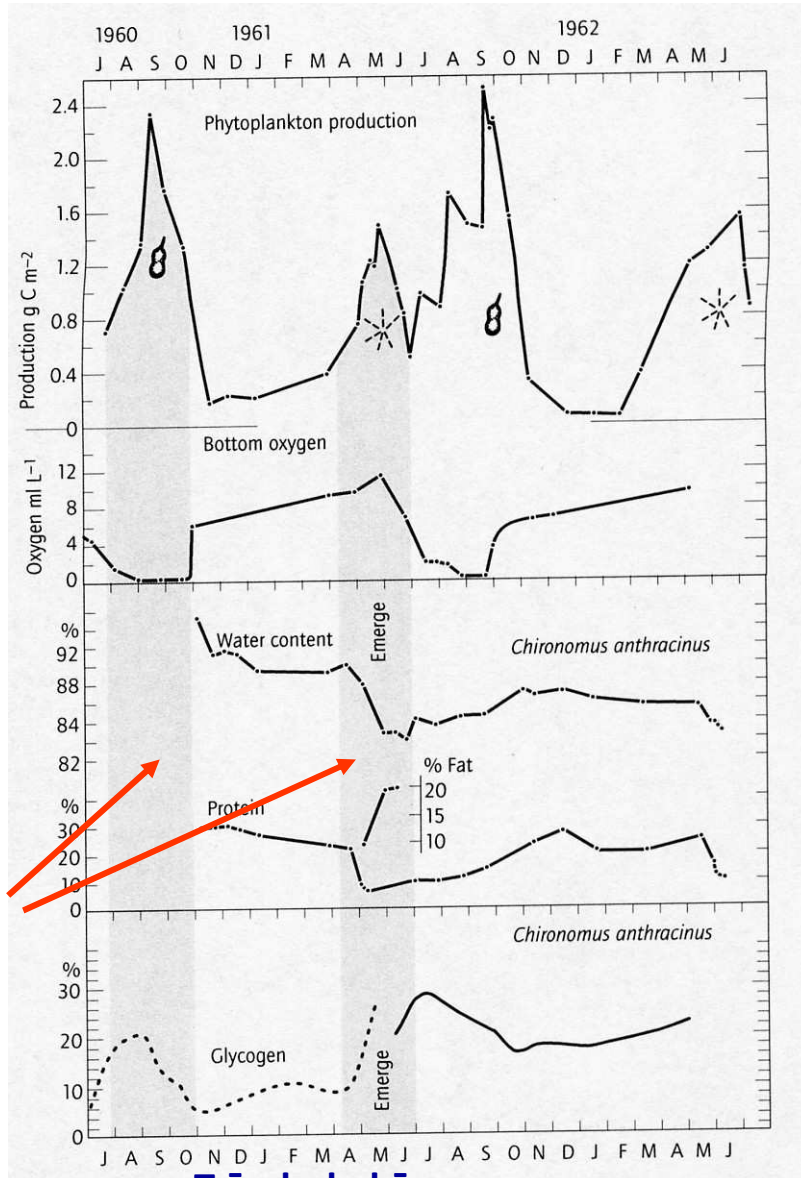


Trīsuļodu kāpuri
Chironomus anthracinus

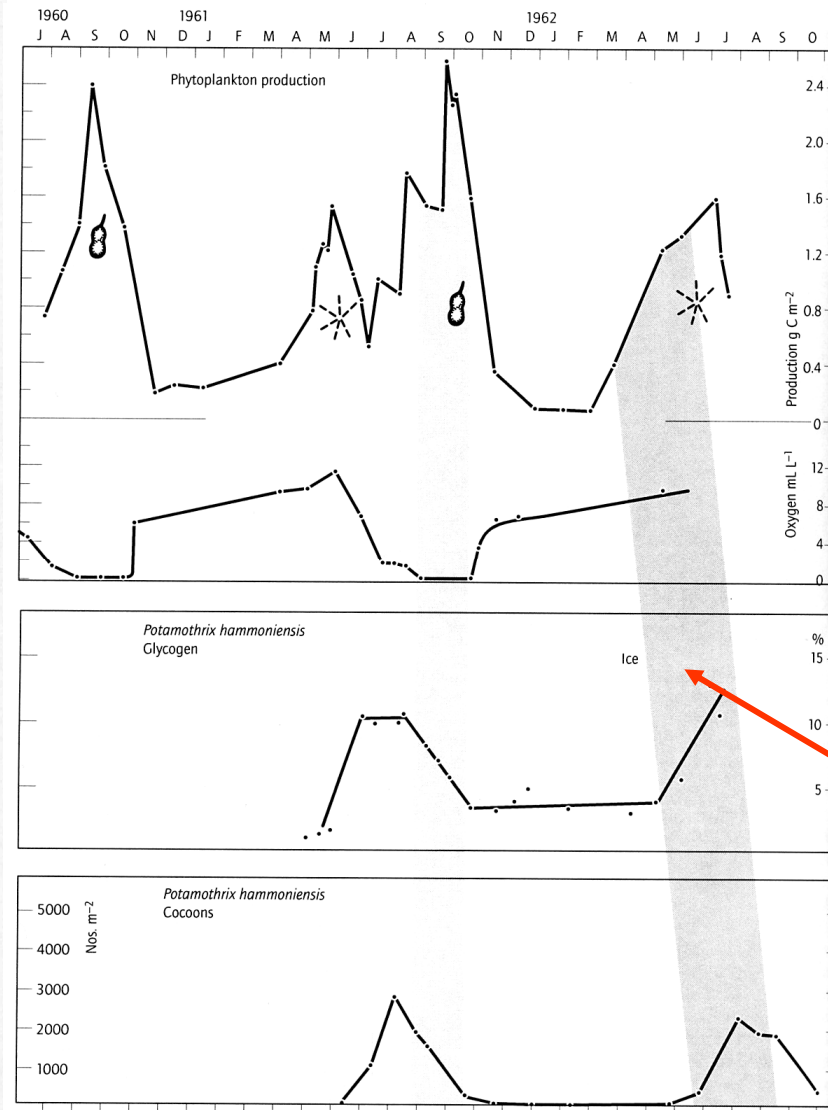
Sezonālās izmaiņas un augšanu ietekmējošie faktori



Jónasson 2004



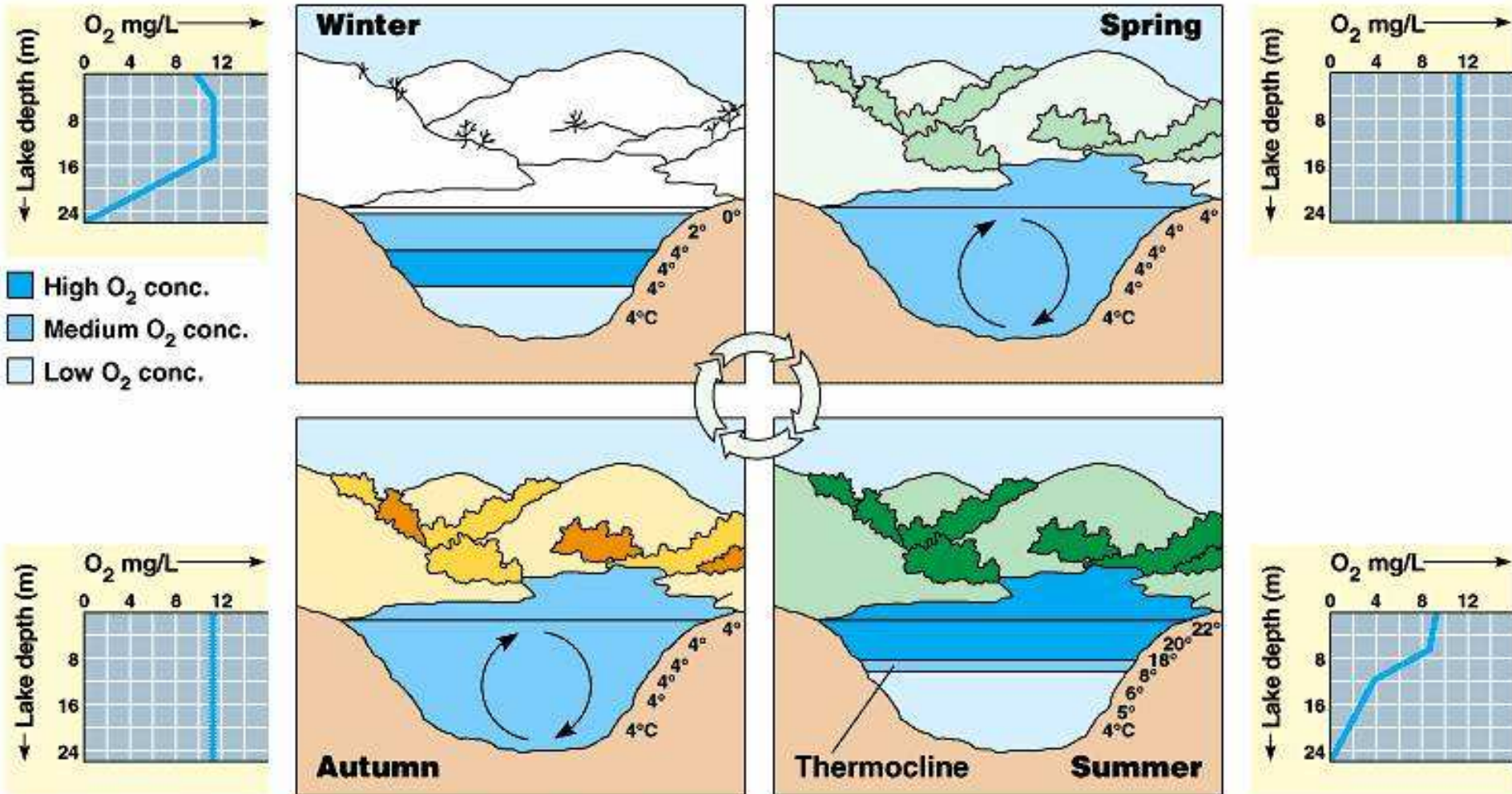
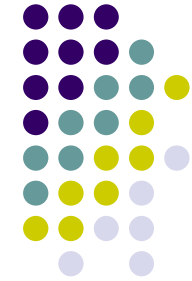
Trīsuļodu kāpurs

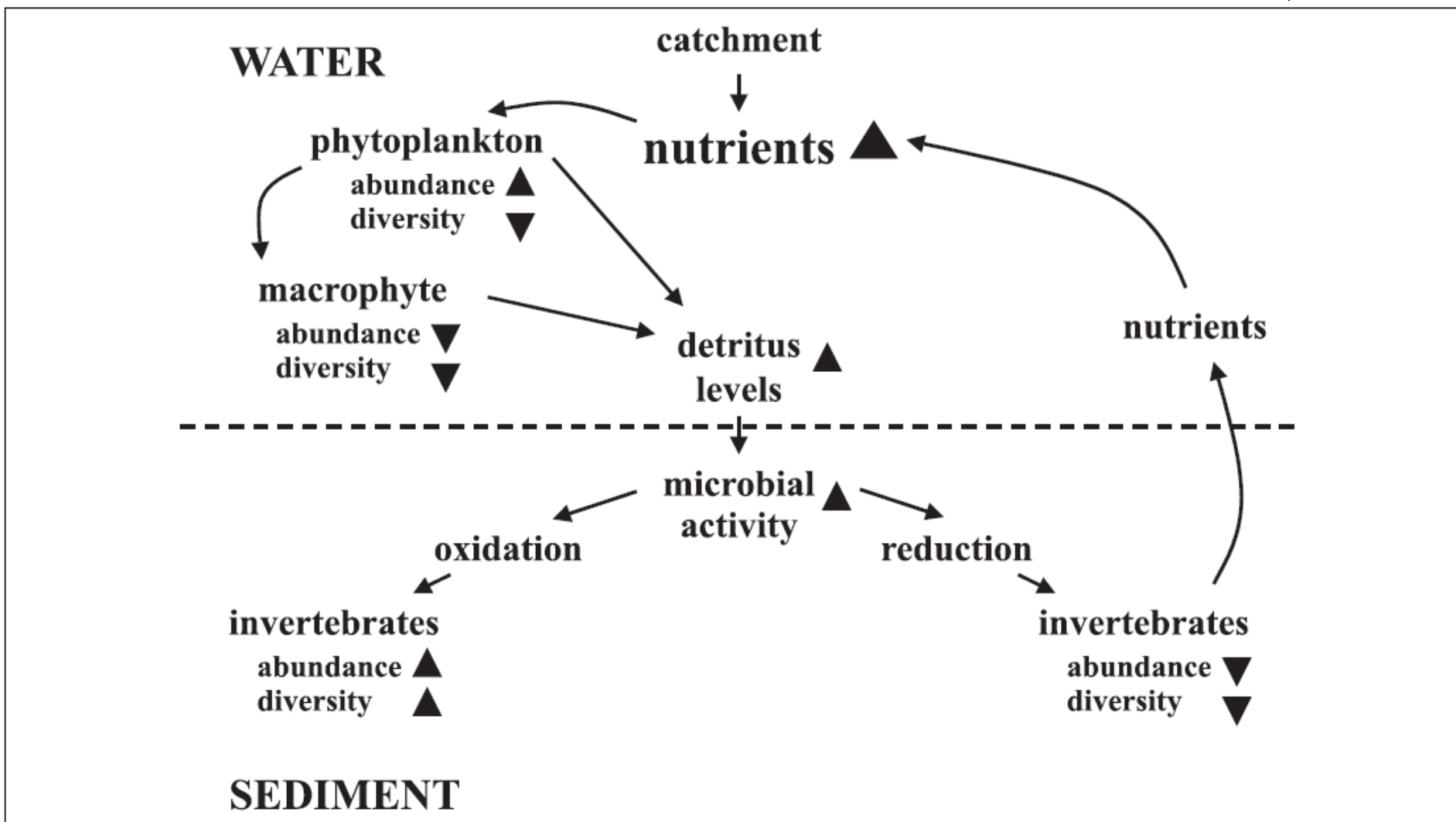


Mazsartārs

TEMPERATŪRA

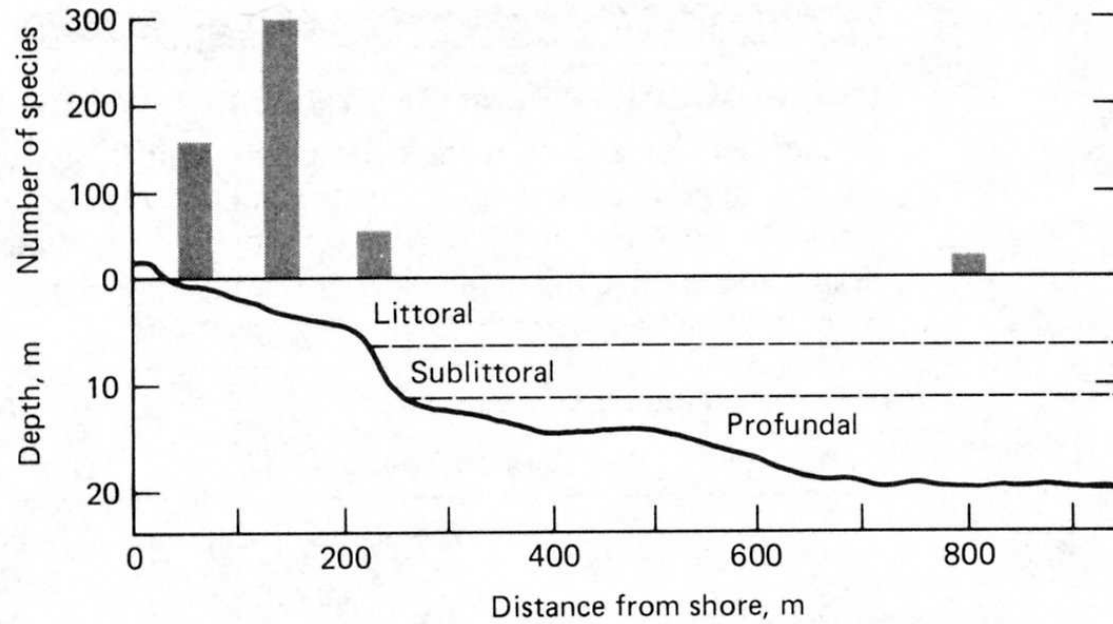
Dimiktiskie ezeri – ūdens sajaukšanās 2x gadā – pavasarī un rudenī
 Polimiktiskie ezeri – bieža pilna ūdens slāņu sajaukšanās



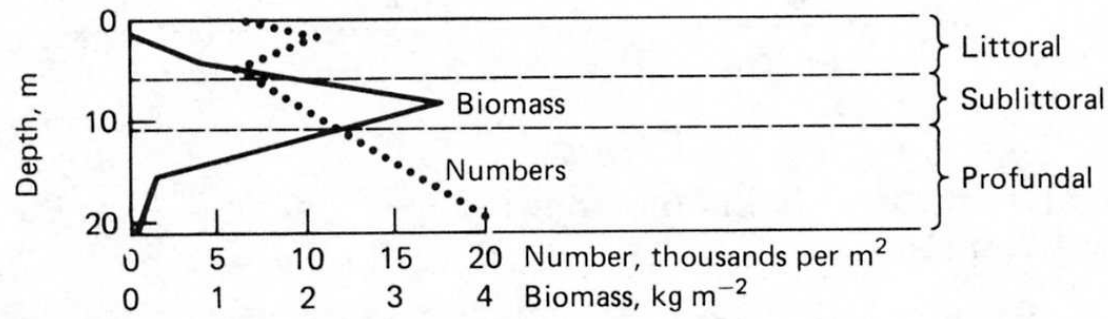


ŪDENSTILPES

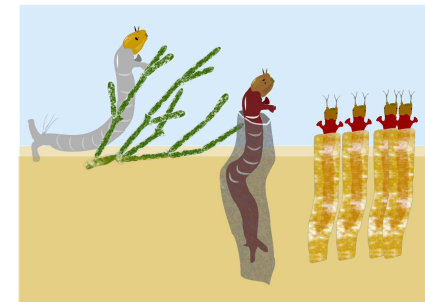
Esrom ezers Dānijā



(a)



(b)



UPES



- Organismus ietekmē straume
- * Drifts, kompensācijas lidojums

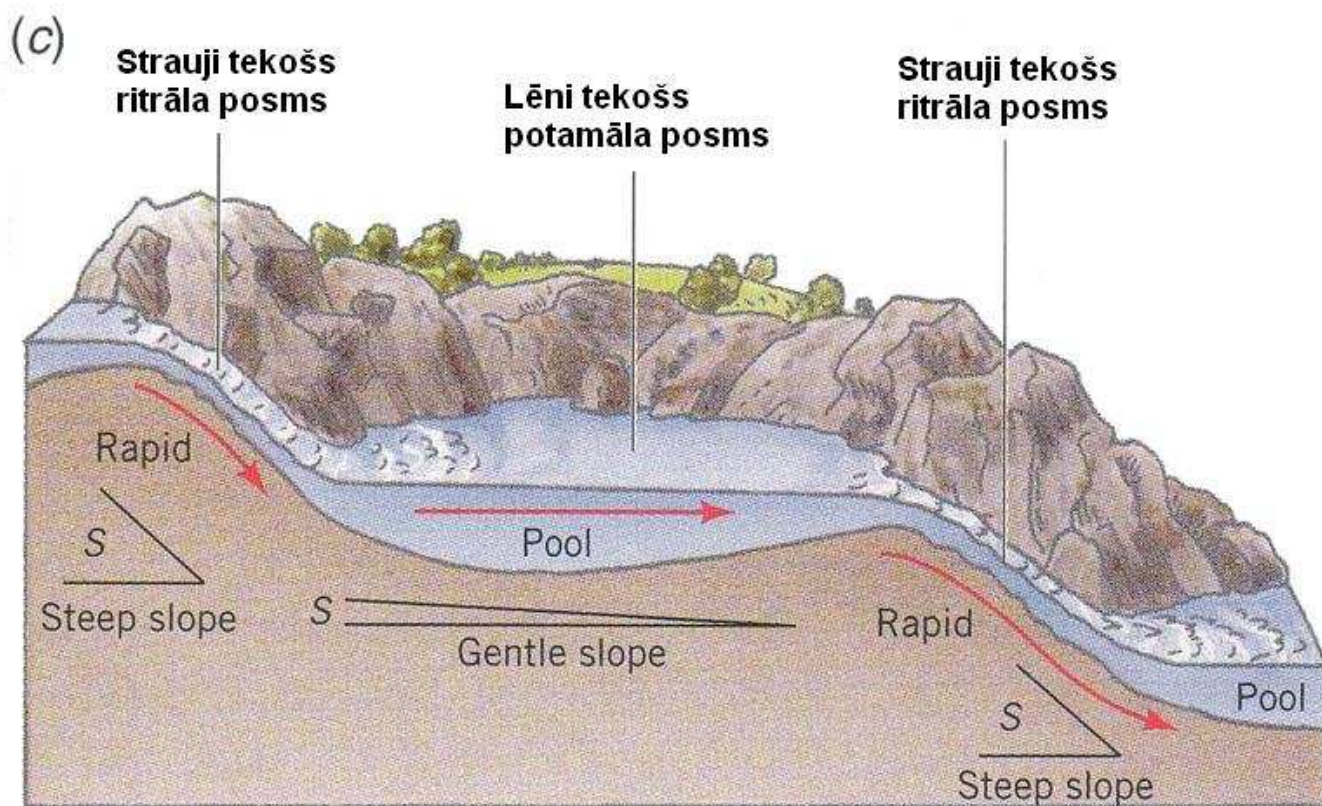
- “Plūstošā viļņa efekts” (upe attīstās laikā un telpā), virszemes notece no sateces baseina (>50%)

- Produkcija (biomasas pieaugums laika vienībā) tekošās ūdenstilpēs var būt gandrīz pat divas reizes lielāka nekā stāvošās ūdenstilpēs

STRAUMES ĀTRUMS



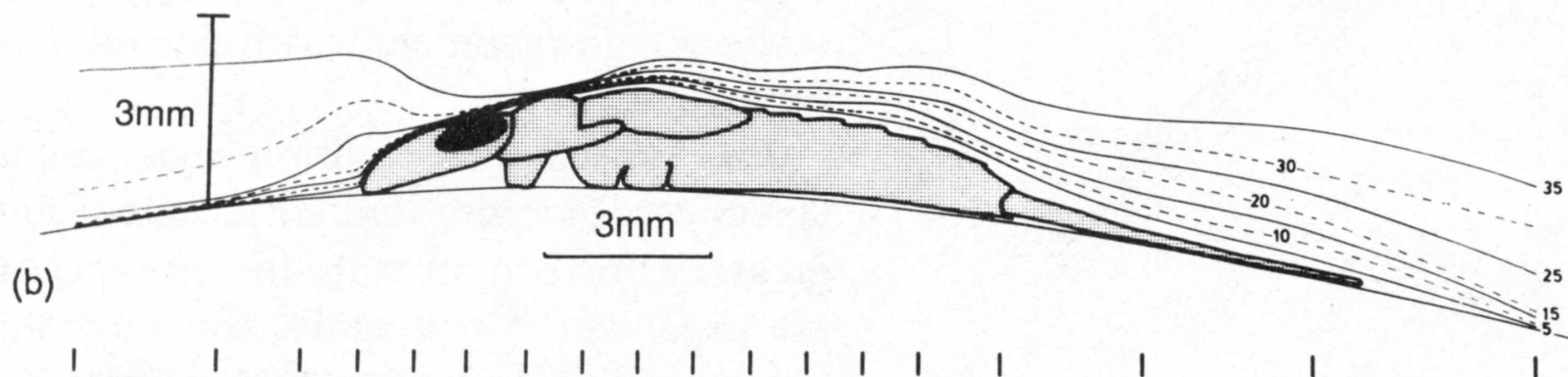
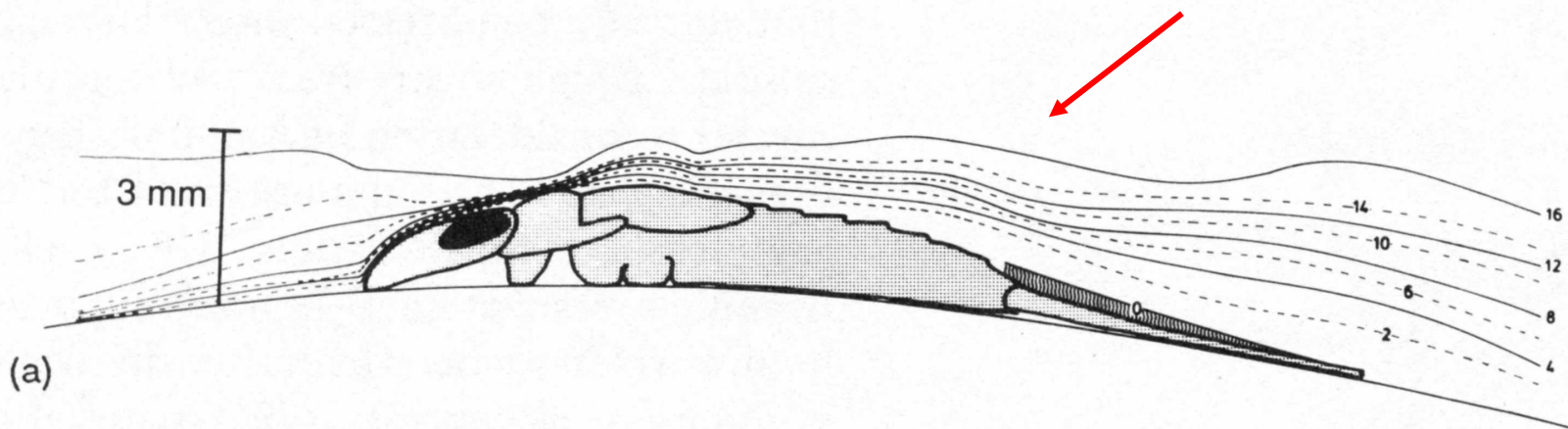
Straumes ātrumu galvenokārt nosaka upes kritums (m v.j.l.)



STRAUMES ĀTRUMS



Robežslānis



VIENDIENĪTE

DRIFTS



- *Drifts – ar straumi nestu, tekošos ūdeņos suspendētu dzīvu un beigtu, organisku un neorganisku daļiņu kopums (mēra laika vai tilpuma vienībās)
- Raksturīga palielināta drifta intensitāte tekošos ūdeņos diennakts tumšajā laikā (sevišķi jauno īpatņu drifts)

DRIFTA INTENSITĀTE

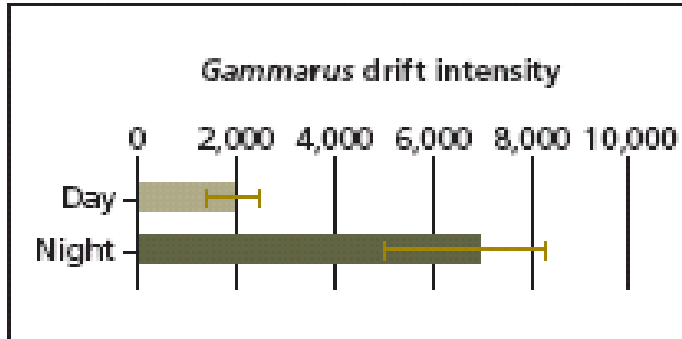
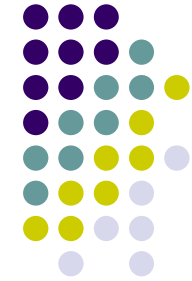
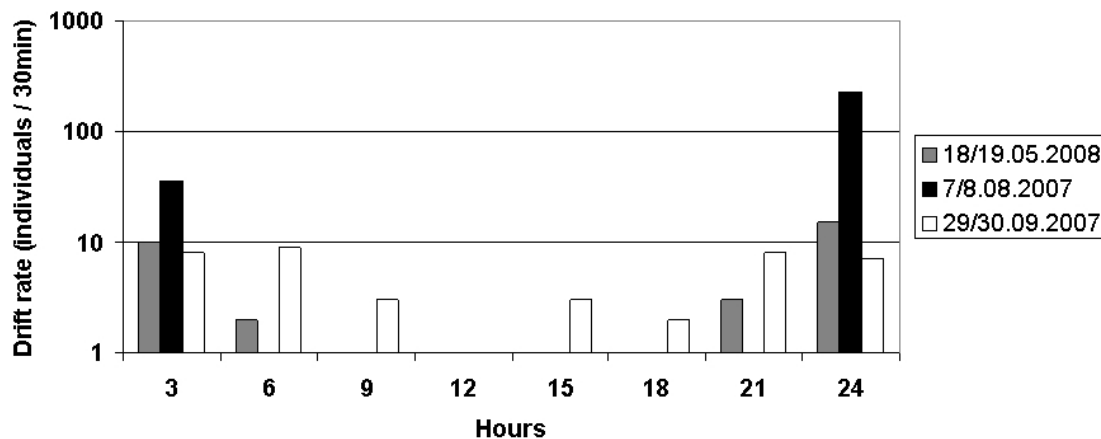


Figure 7.7 *Gammarus* exhibited a pronounced night drift pattern already prior to the introduction of trout [8].

(Sand-Jensen et al. 2006)

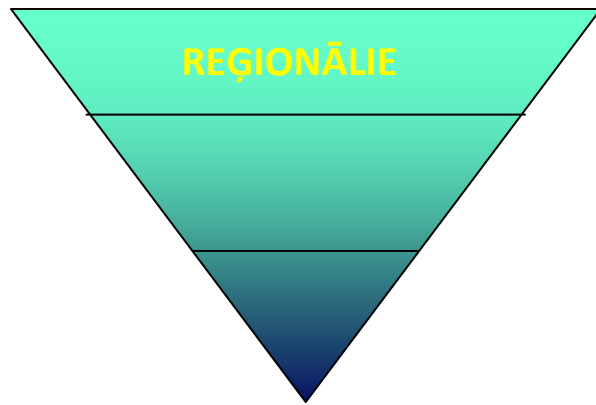


Viendienišu Ephemeroptera drifts Korgē (Skuja et al. 2009)

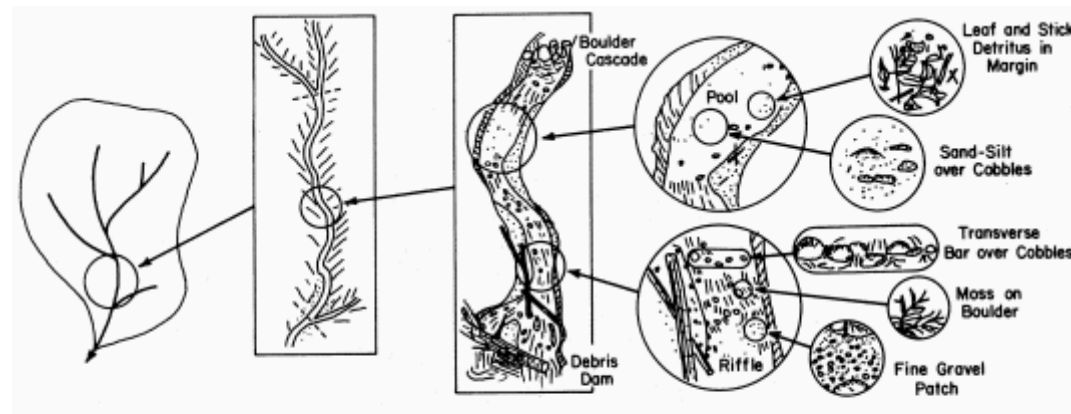


tillingbourneriverfly.org.uk/.../olives.htm

TELPISKAIS MĒROGS (FILTRI)



**LOKĀLIE
VIDES
PARAMETRI**



STREAM SYSTEM	SEGMENT SYSTEM	REACH SYSTEM	POOL/RIFFLE SYSTEM	MICROHABITAT SYSTEM
10 ² m	10 ² m	10 ¹ m	10 ⁰ m	10 ⁻¹ m
10 ⁶ m – 10 ⁵ y	10 ⁴ m – 10 ³ y	10 ² m – 10 ¹ y	10 ¹ m – 10 ⁰ y	10 ⁰ m – 10 ⁻¹ y

SATECES BASEINS	UPE	UPES POSMS	STRAUJTECES/LĒNIE POSMI	MIKROBIOTOPI
-----------------	-----	------------	-------------------------	--------------

Pēc Frissel et al. 1986

ausrivas.canberra.edu.au/.../chapter1b.html

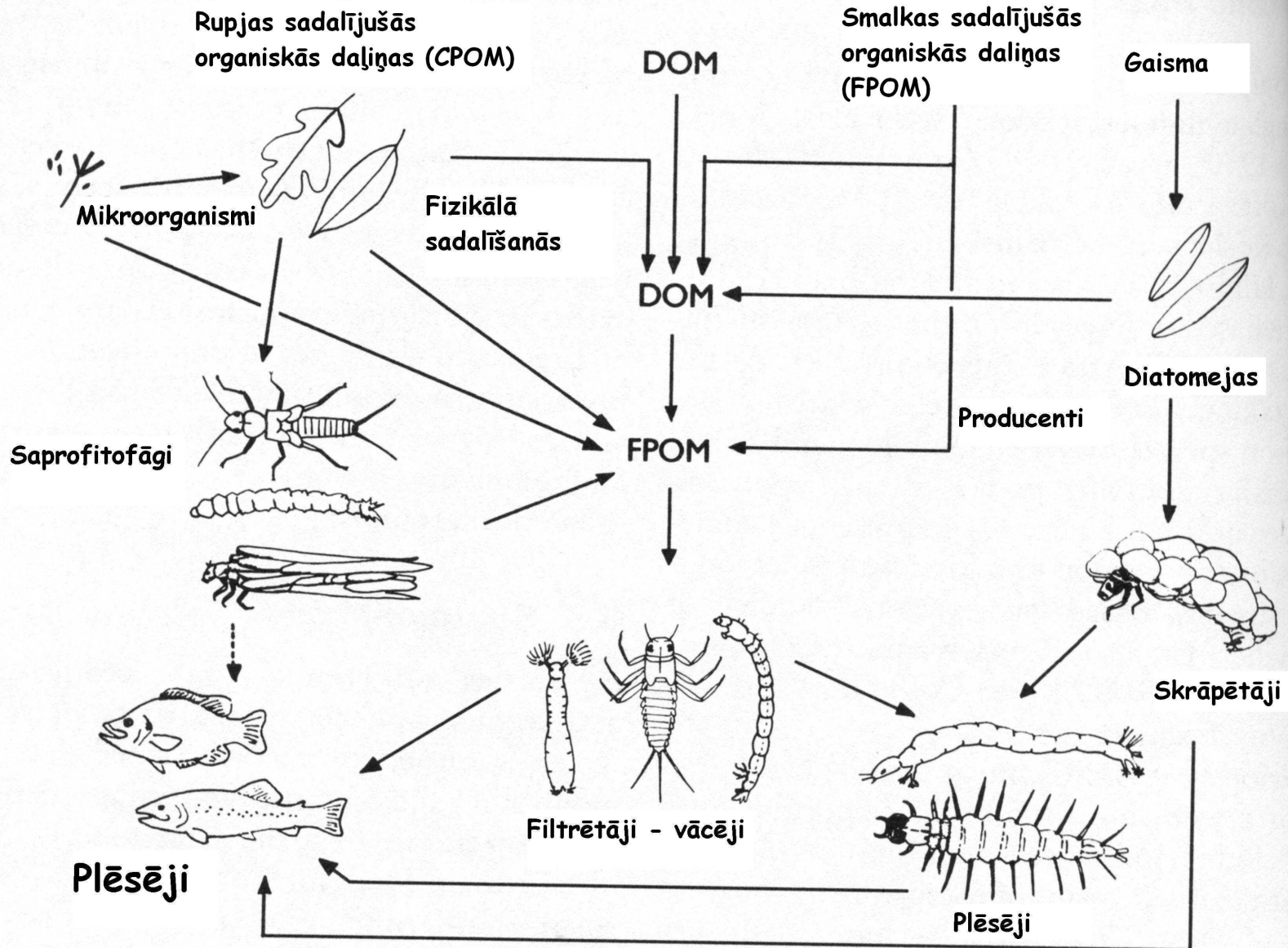
**In every respect, the valley rules the stream.
H.B.N. Hynes (1975)**

SATECES BASEINS



- Lielums, pamatiežu sastāvs un sateces baseina veģetācija ietekmē barības vielu ieplūdi, pH un ūdens krāsainību
- Sateces baseina platībai ir būtiska loma ūdens ķīmiskā sastāva veidošanās procesā

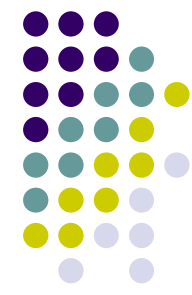
Bentiskā konsumentu ķēde



GALVENĀS FUNKCIONĀLĀS GRUPAS

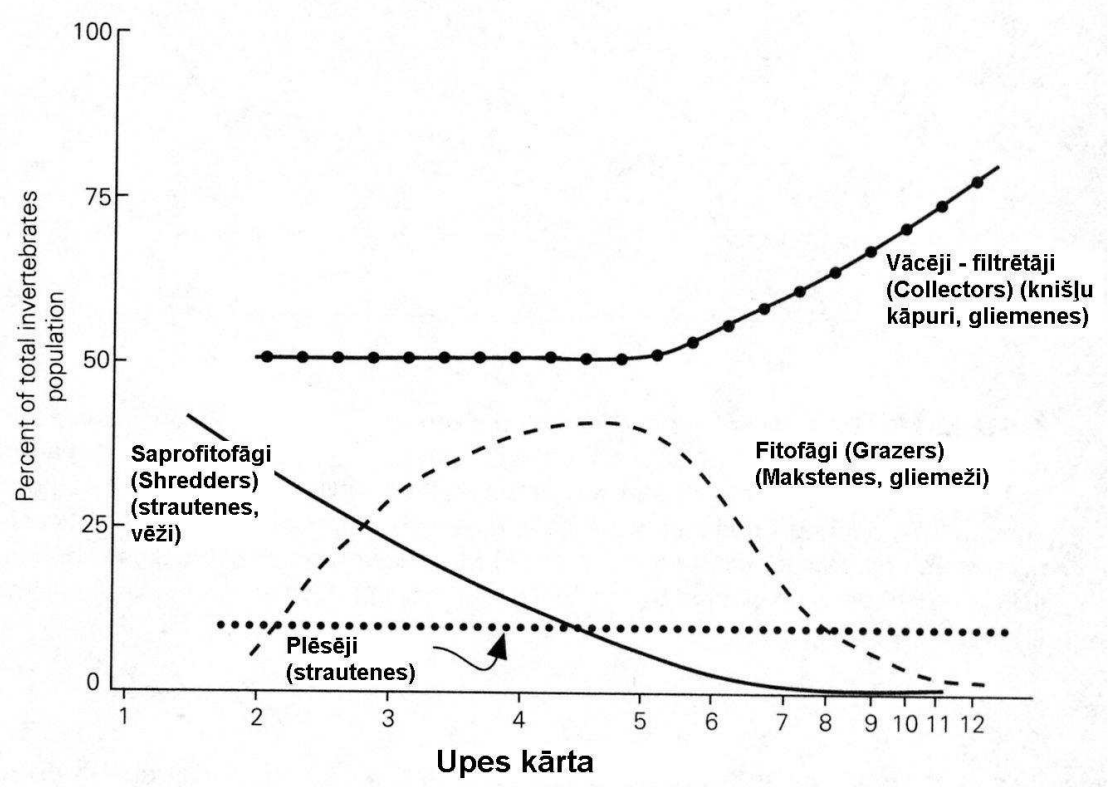
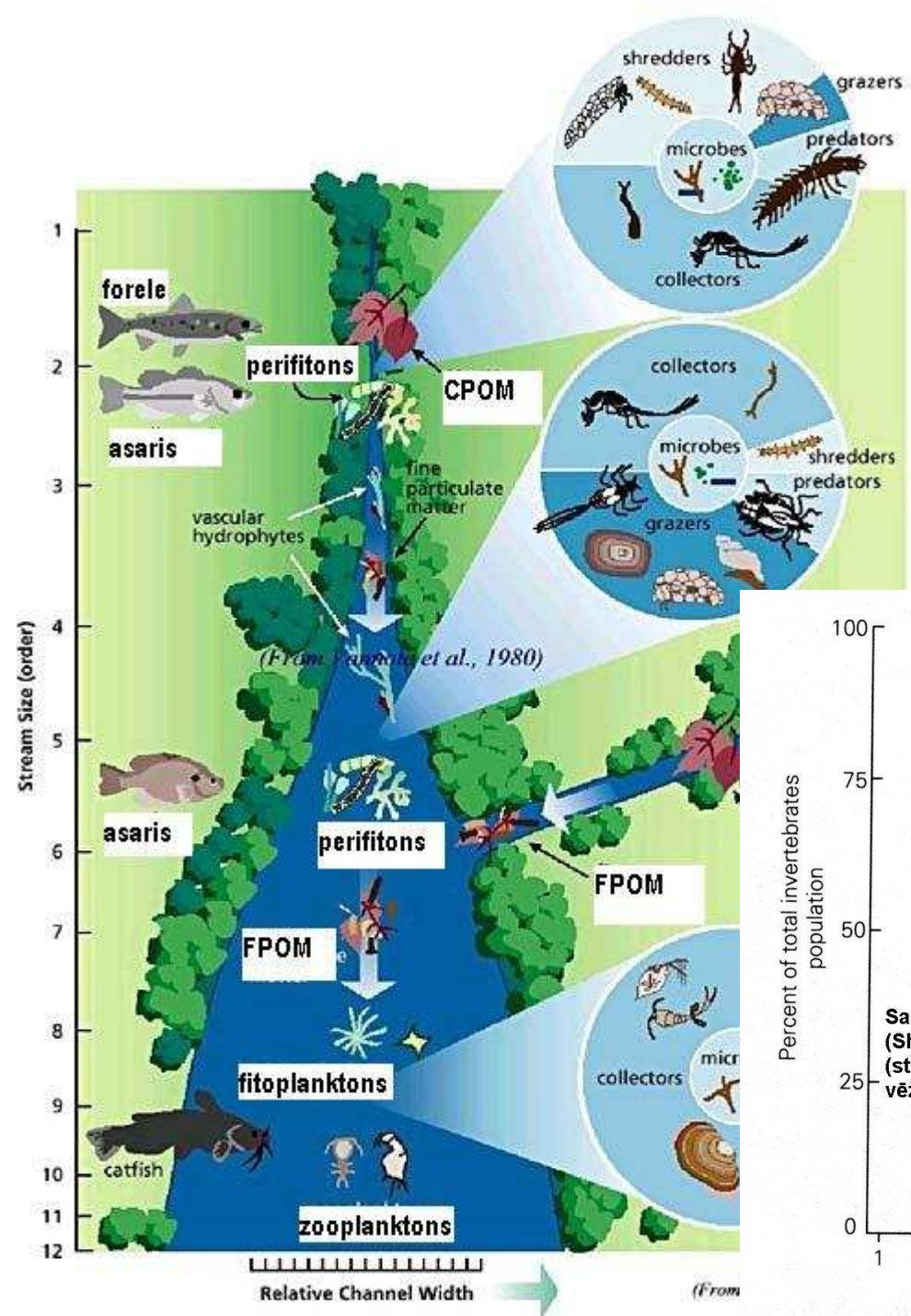


- “skrāpētāji” (grazing or scraping of microbes on solid surfaces)
- “Saprofitofāgi” (shredding of CPOM)
- “vācēji” vai “filtrētāji” (FPOM)
- Plēsēji

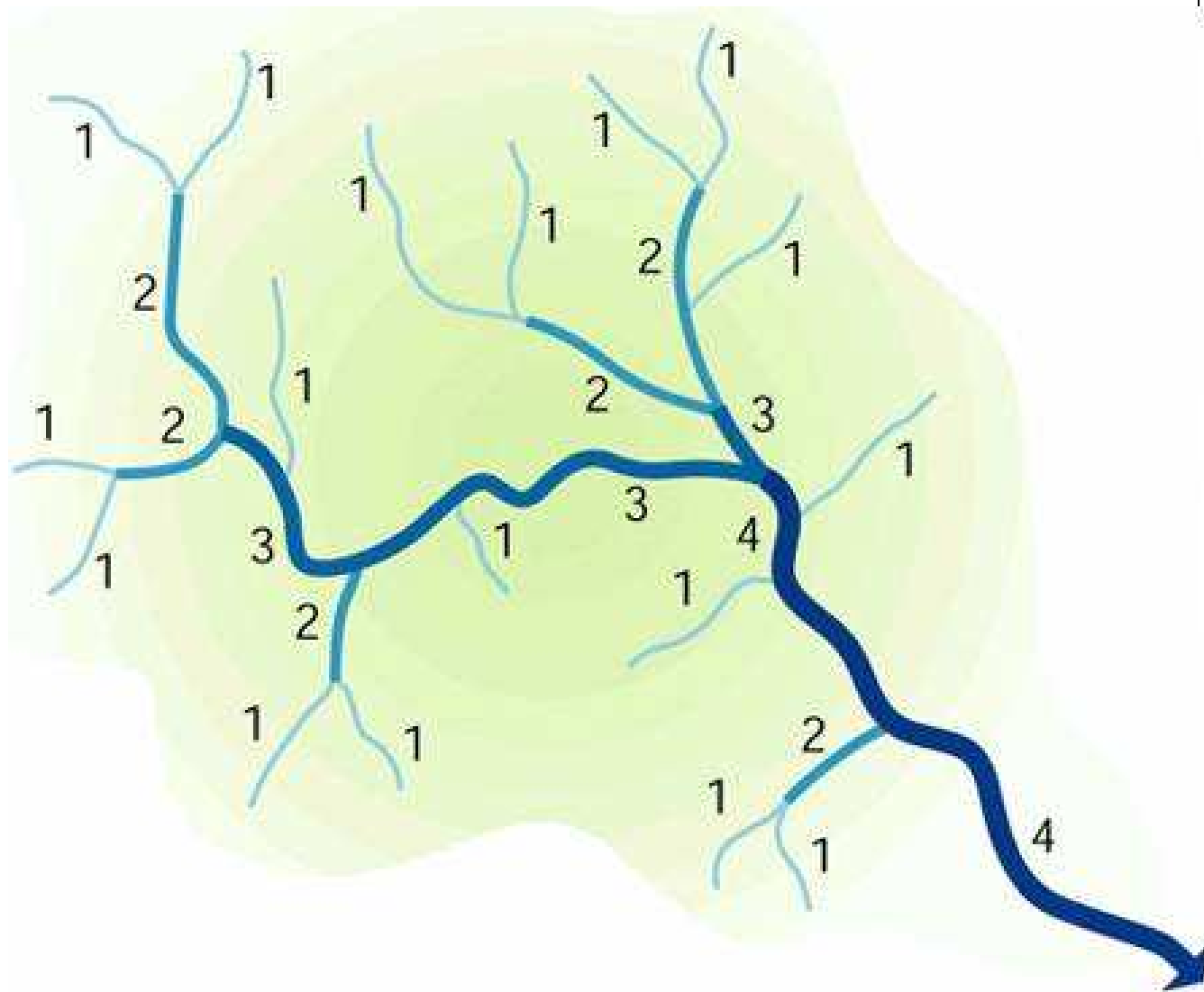
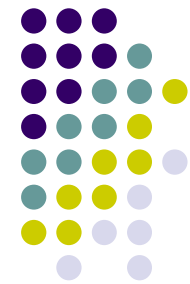


UPES NEPĀRTRUKTĪBAS PRINCIPS

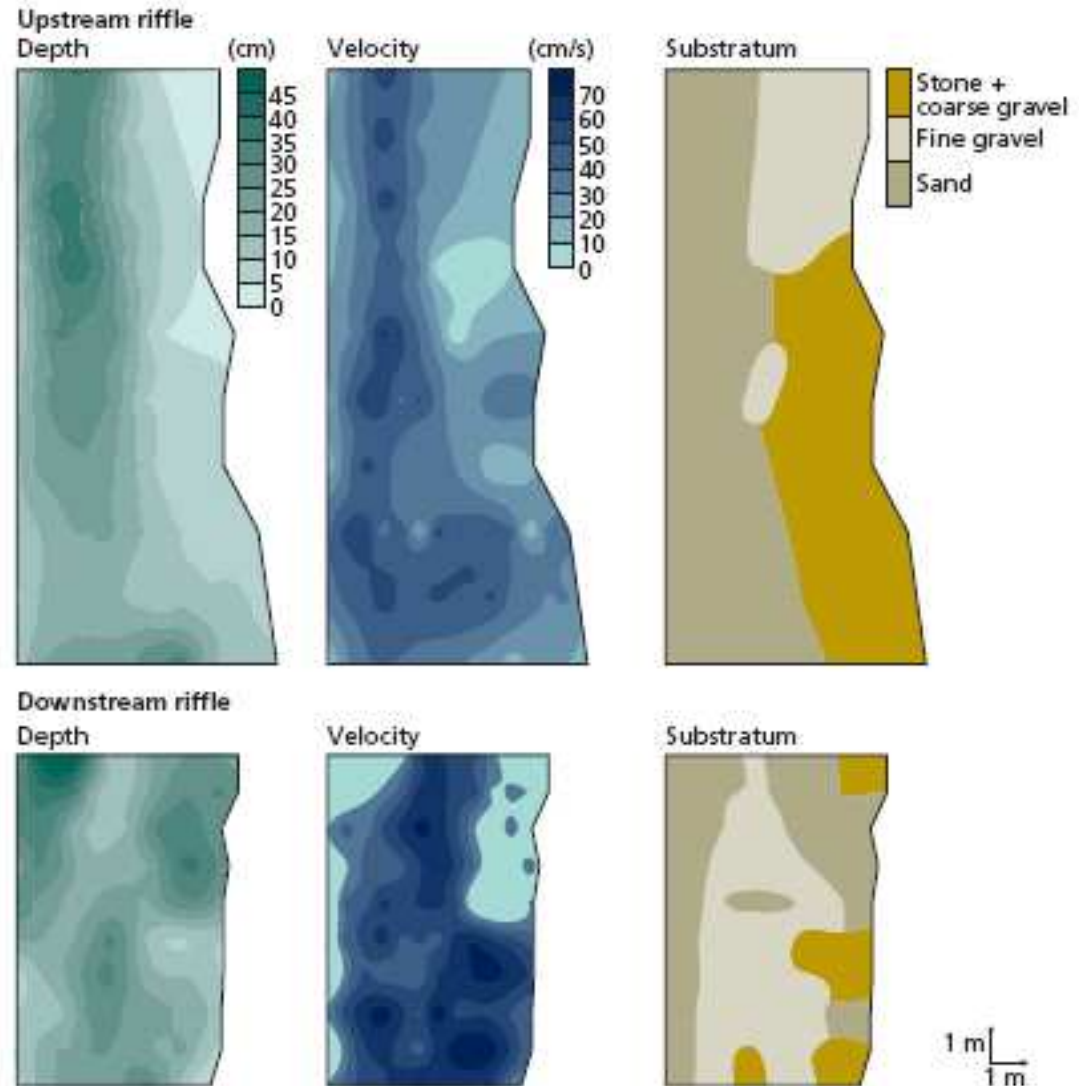
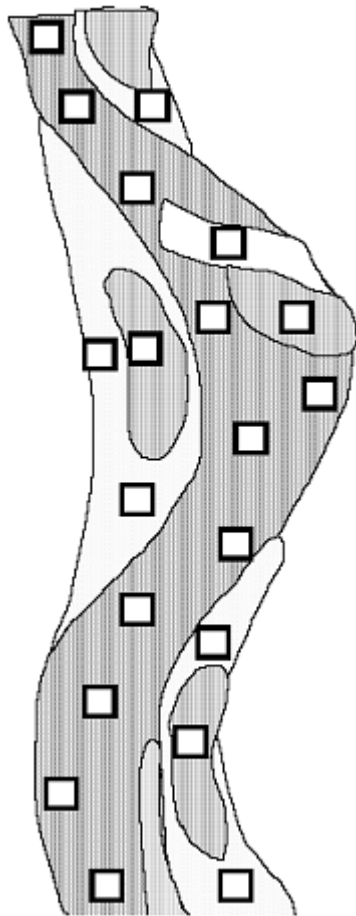
(Vannote et al. 1980)



Upju iedalījums pēc Hortona - Strālera metodes (Horton – Stralher)



Mikrobiotopu mozaīkveida struktūra



Erozijas – sedimentācijas zonas
(www.aqem.de)

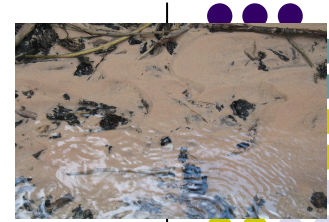
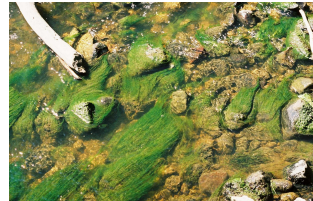
(Sand-Jensen et al. 2006)

MAKROZOOBENTOSA ORGANISMU IZPLATĪBA MIKROBIOTOPOS



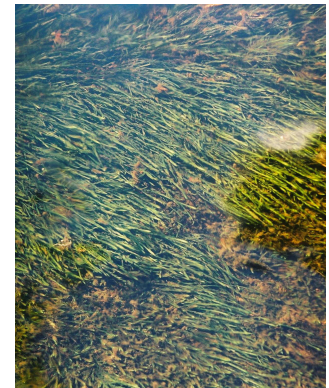
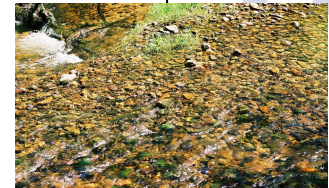
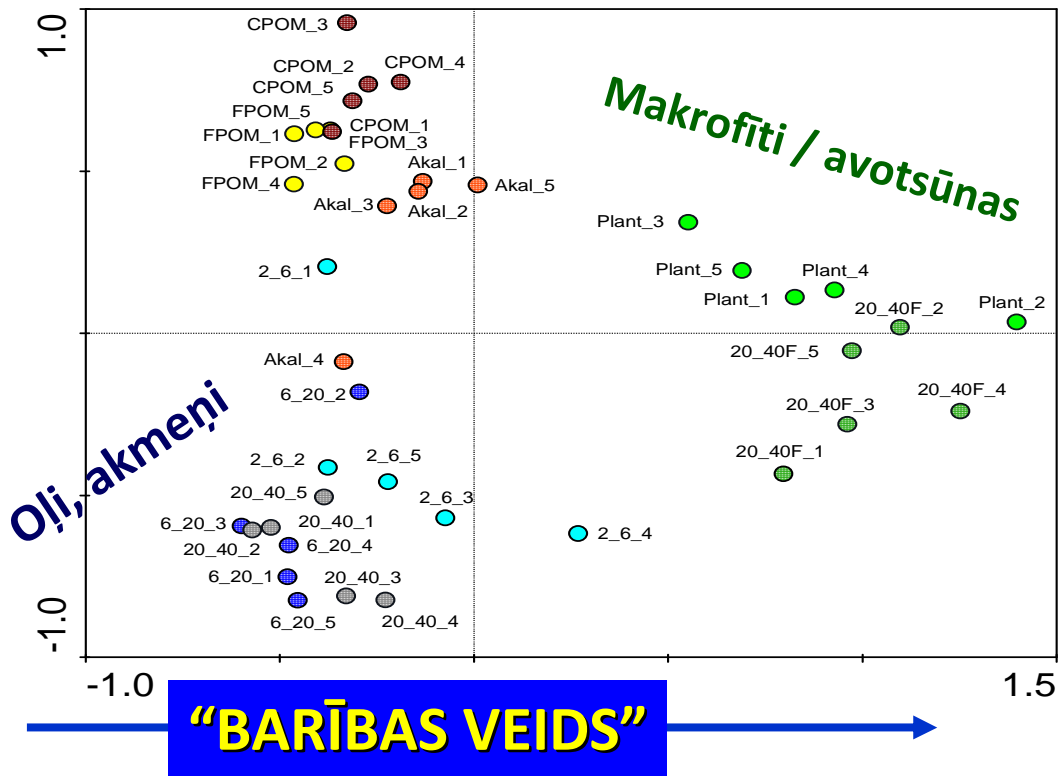
Mikrobiotops	Īpatņu blīvums (ind./m ²)	Sugu skaits	Šenona daudzveidības indekss
Smilts	920	61	1.96
Grants	1300	82	2.31
Oļi	2130	76	2.02
Lapas	3480	92	2.40
Detrīts	5680	66	1.73

(pēc Allan 1995)



Detrits

**STRAUMES
ĀTRUMS**



PCA ordinācijas analīze maksteņu Trichoptera taksonu sastāvam 8 mikrobiotopu tipos Tumšupē 2005. gada maijā

TEMPORĀLĀS ŪDENSTILPES (EFEMERĀLĀS)



- Pastāv īsu laika periodu
- Nelielas, seklas ūdenstilpes
- Ūdens ātri uzsilst
- Produktīvas
- Daudz organisko vielu
- “Ekstrēmi” vides apstākļi hidrobiontiem



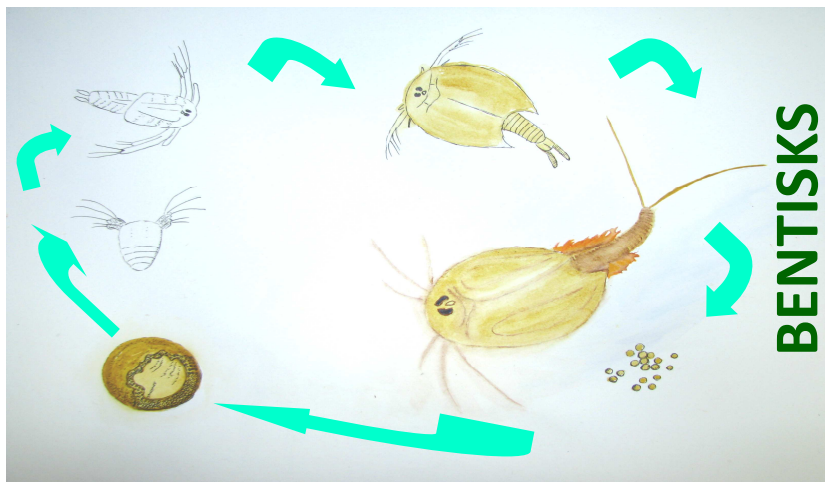
VAIROGVĒZIS
Lepidurus apus

TEMPORĀLĀS ŪDENSTILPES



- Organismu sabiedrību “sukcesija”
- Diapauze
- Partenoģenētiska attīstība
- Īss attīstības cikls
- Strauja organismu augšana

PLANKTONISKS



BENTISKS



VAIROGVĒZIS *Lepidurus apus*

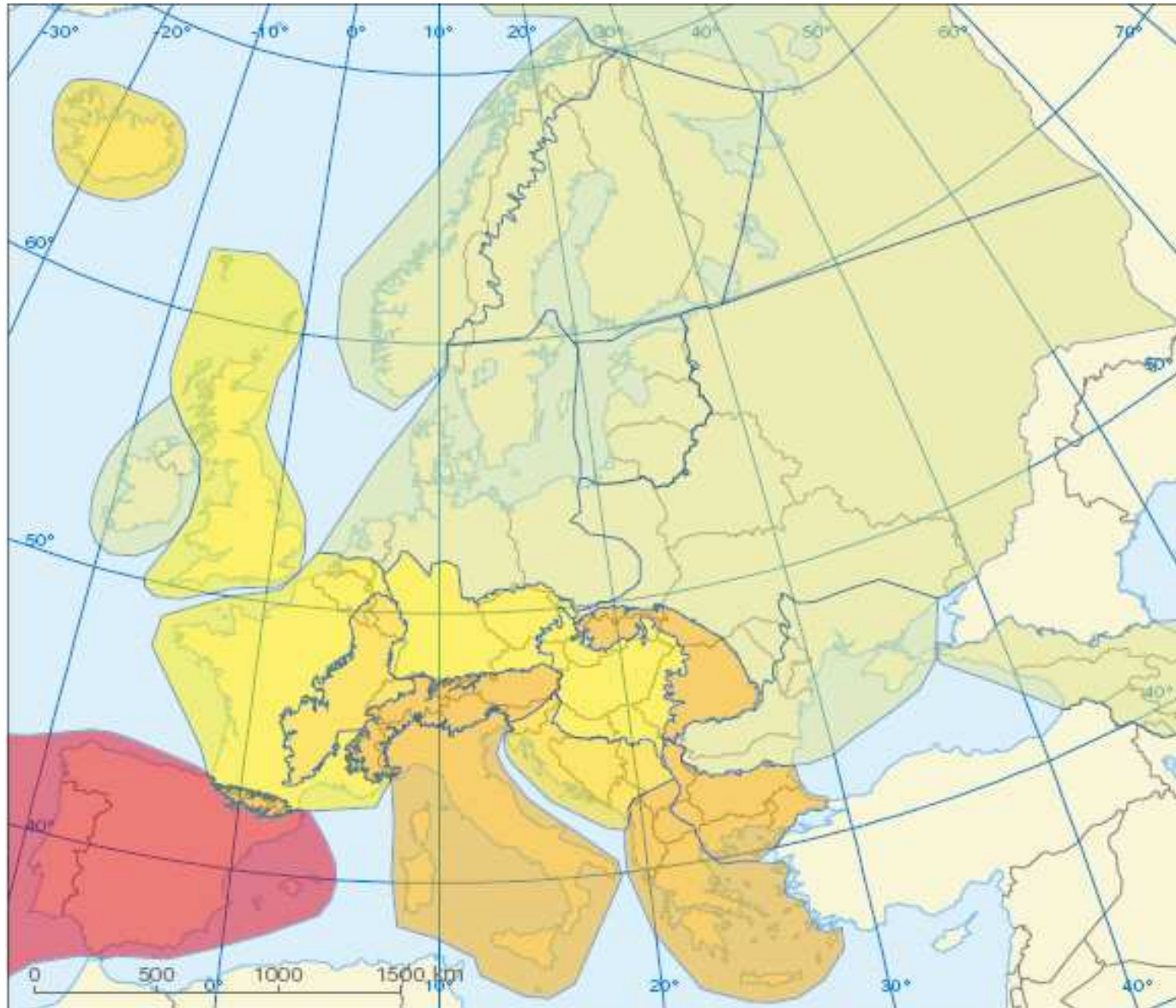
KLIMATA IZMAIŅAS








- **Vidējās gaisa temperatūras pieaugšana ->**
 - Izmaiņas organismu attīstības ciklos;
 - Produktivitātes pieaugšana
- **Hidroloģiskā cikla izmaiņas (ziemā +, vasarā -)**
- **Ledus ir / nav**
- **Augsnes virskārta sasalst / nesasalst**
- **Izmaiņas ūdeņu ķīmiskajā sastāvā**
- **Humīnvielu koncentrācijas pieaugšana -> tumšāka ūdens krāsa (brownification) *daļēji (ietekmē arī mežu izciršana)**



Map 5.29 The share of *Trichoptera taxa* sensitive to climate change in the European ecoregions



Share of *Trichoptera taxa* sensitive to climate change

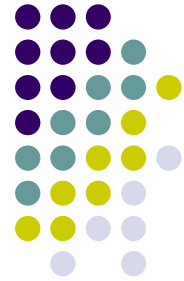
-  ≤ 10 %
-  > 10 %
-  > 15 %
-  > 25 %
-  > 50 %

(Hering et al., 2006)

A photograph of a clear, shallow stream flowing through a dense, green forest. The water is crystal clear, revealing mossy rocks and pebbles on the streambed. Sunlight filters through the trees, creating dappled light on the water and foliage. A bright yellow rectangular box is superimposed over the center of the image, containing the text "Jautājumi?".

Jautājumi?

IZMANTOTĀ LITERATŪRA



- Allan D.J. 1995. Stream Ecology, structure and function of running waters. London: Chapman & Hall, 388 p.
- AQEM Consortium, 2002. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002.
- Cimdiņš P. 2001. Limnoekoloģija, Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 159 lpp.
- Jónasson P.M. 2004. Benthic Invertebrates. - In: O'Sullivan & Reynolds C.S. (eds.). The Lakes Handbook. Vol. 1. Limnology and limnetic ecology. Hong Kong: Blackwell Publishing, 341-416.
- Horne A.J. & Goldman C.R. 1994. Limnology, 2nd. ed. McGraw-Hill, Inc., 576 p.
- Sand-Jensen K., Friberg N. & Murphy J. 2006. Running waters. Historical development and restoration of lowland Danish streams. Denmark, National Environmental Research Institute, 159 p.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA



- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., Cushing C.E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 130-137.
- www.aqem.de
- Hering et al. 2006 (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/the-share-of-trichoptera-taxa-sensitive-to-climate-change-in-the-european-ecoregions>)