

Humuksen vaikutukset järvien hiilenkiertoon ja ravintoverkostoihin

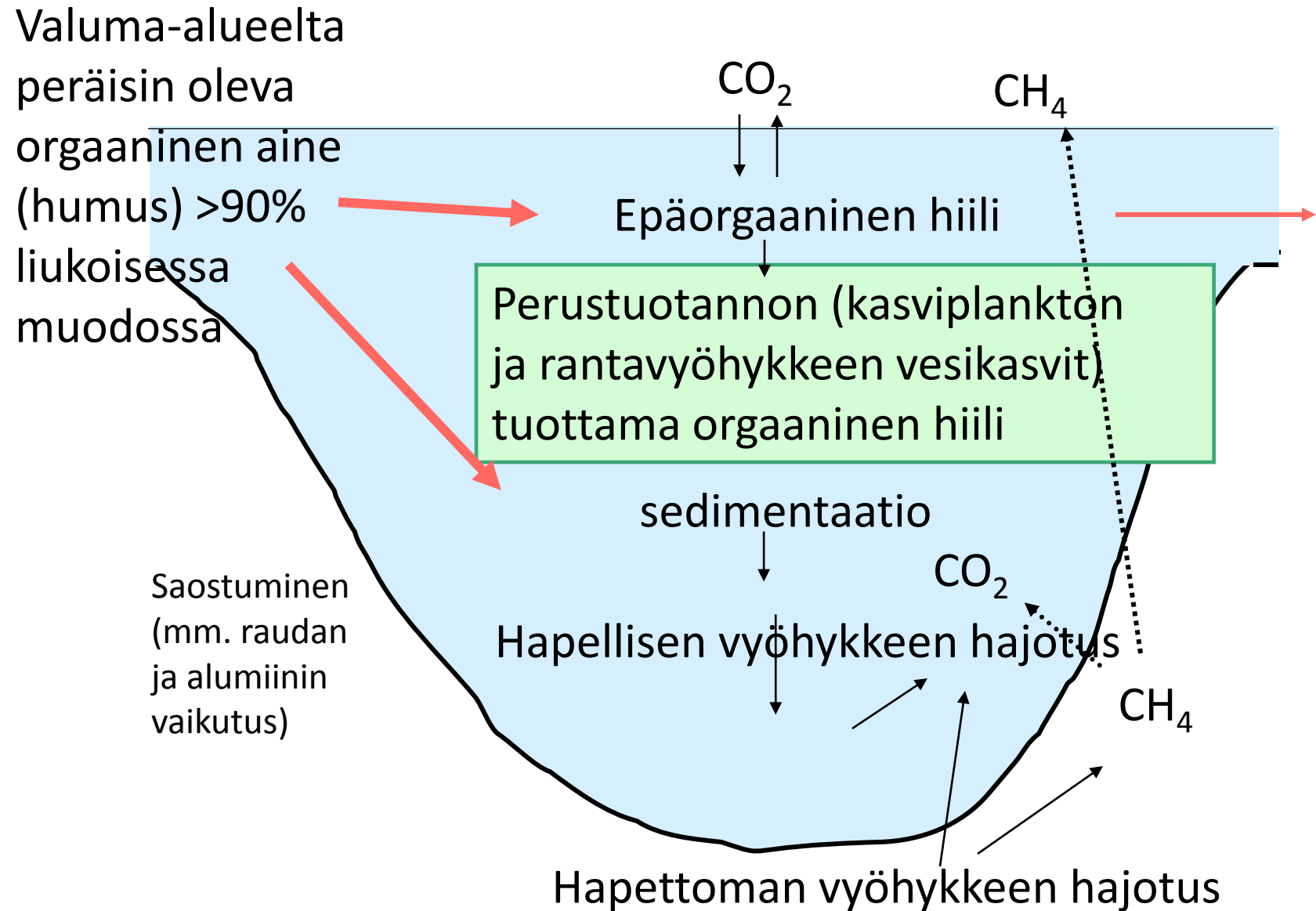
Paula Kankaala

FT, dos.

Itä-Suomen yliopisto

Biologian laitos

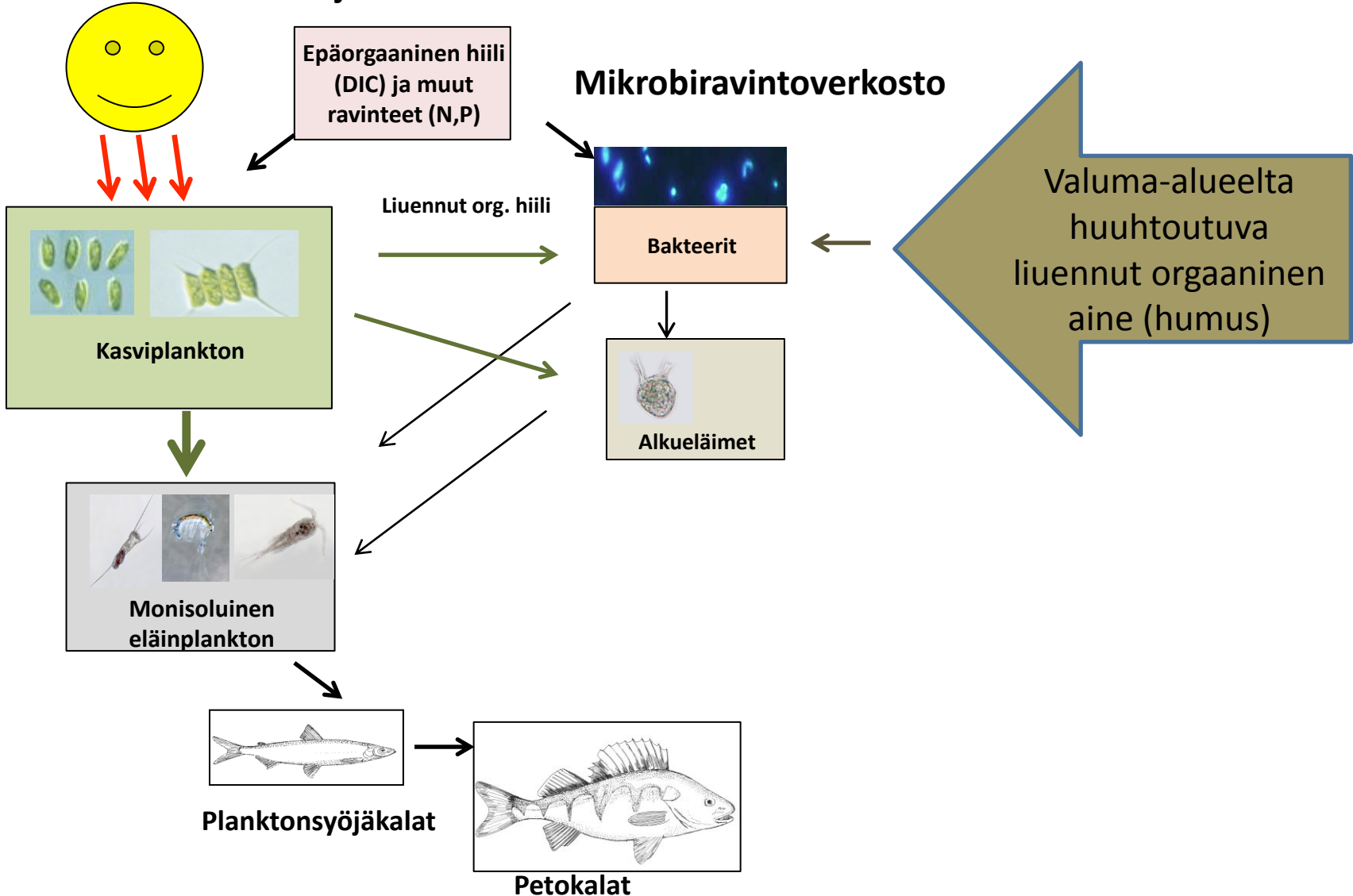
Hiilenkierto järvessä



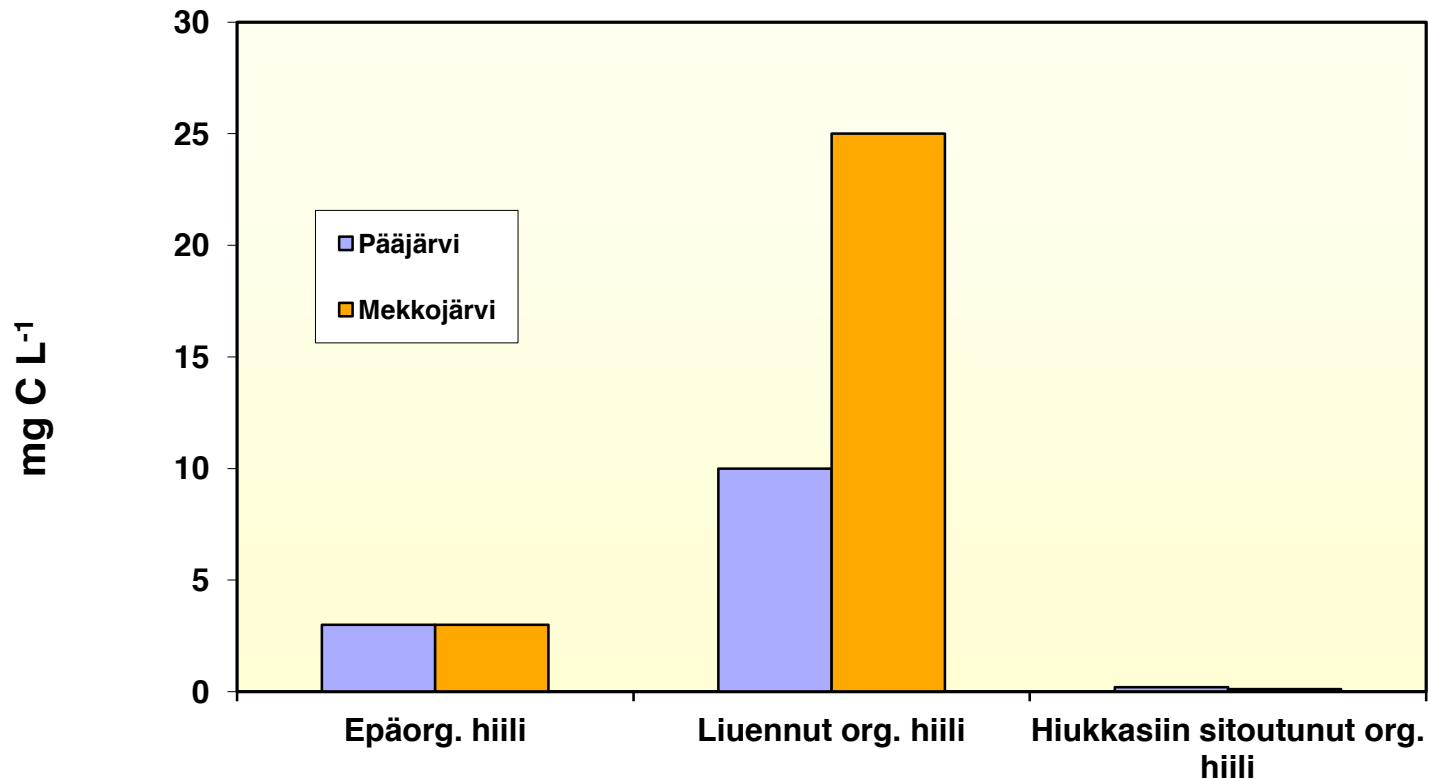
- Suomen järvissä orgaanisen hiilen pitoisuus on keskimäärin 12 mg C L^{-1}
- >90% Etelä- ja Keski-Suomen järviä orgaanisen hiilen pitoisuus on $> 5 \text{ mg L}^{-1}$
- Soiden osuus valuma-alueen pinta-alasta tärkein orgaanisen hiilen pitoisuutta selittävä tekijä
- Runsashumuksiset järvet ovat yleensä pieniä (pinta-ala $< 1 \text{ km}^2$), mutta Suomessa on myös muutama suurjärvi ($> 100 \text{ km}^2$), joissa org. hiilen pitoisuus on korkea ($10\text{-}12 \text{ mg C L}^{-1}$)
- Humus on erittäin merkittävä järvien fysiikkaan, kemiaan ja biologiaan vaikuttava tekijä

Järvien ravintoverkosto

Kasviplanktoniin perustuva
'laidunnusravintoketju'



Humusjärvessä jopa 90% hiilestä on valuma-alueelta peräisin olevaa liukoista orgaanista hiiltä

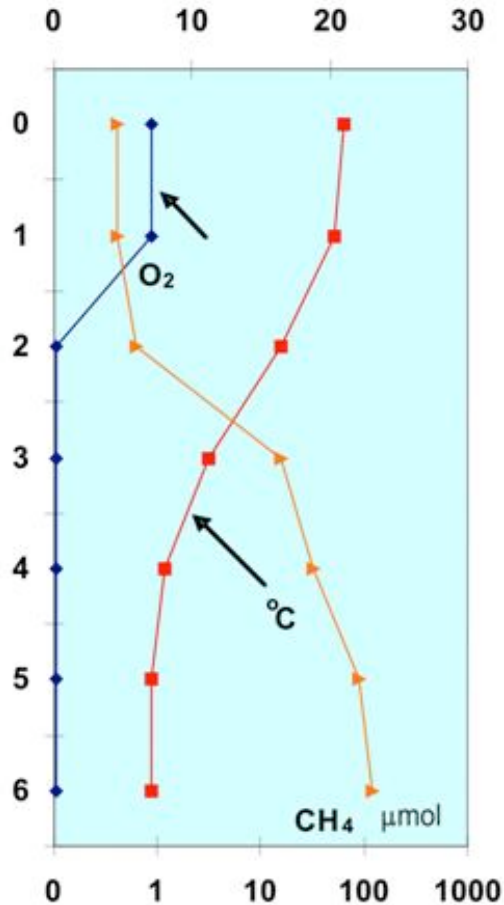


Tyypilliset fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet humusjärvissä

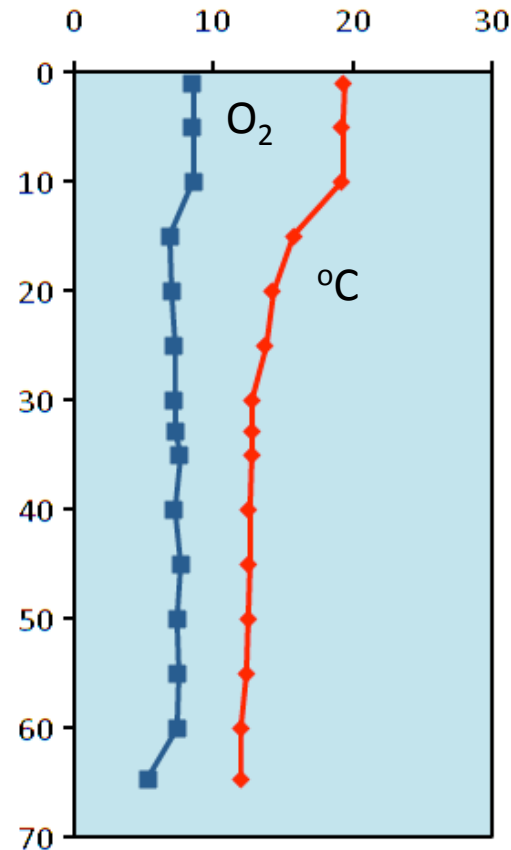
- Veden ruskea väri
- Tummat vedet absorboivat keväällä auringon säteilyenergiaa tehokkaasti → Humusjärvien pinta lämpenee nopeammin kuin kirkasvetisten järvien pinta vastaavissa sääoloissa → Kesäaikainen lämpötilakerrostuneisuus muodostuu aikaisemmin
- Humushapot laskevat veden pH arvoa (pH yleensä n. 6 – 6.5)
- Orgaanisen hiilen hajotus kuluttaa happea
- Tuulensuojaisissa pienissä humusjärvissä usein hapeton alusvesi
- Hapettomassa sedimentissä ja alusvedessä muodostuu runsaasti metaania ja hiilidioksidia → Humusjärvet merkittäviä kasvihuonekaasujen päästölähteitä



Pienissä humusjärvissä havaitaan kesällä jyrkkä lämpötilan ja hapen kerrostuneisuus, suurissa humusjärvissä kerrostuneisuus on heikompaa. Molemmista järvistä liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuus on $10\text{-}12\text{ mg C L}^{-1}$.

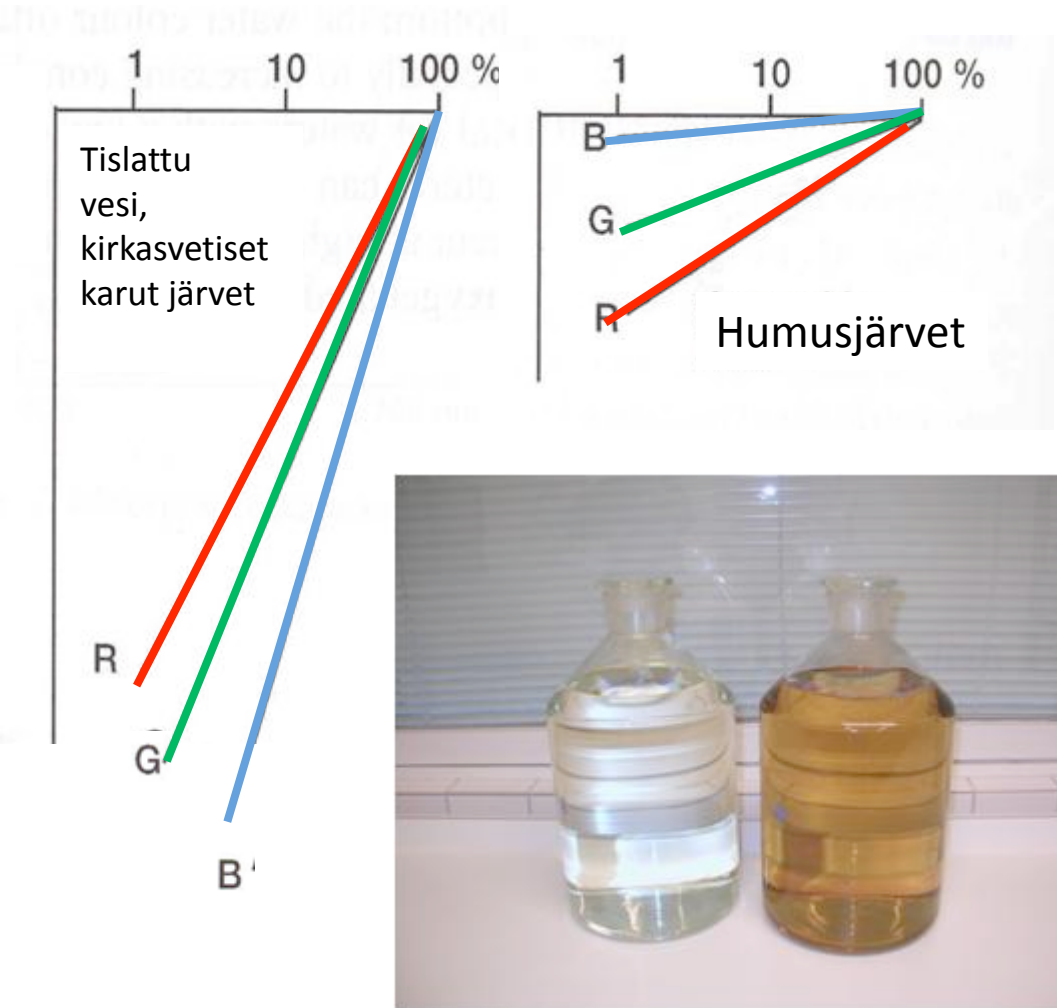


Valkea-Kotinen, pinta-ala 0.04 km^2
heinäkuu 2002



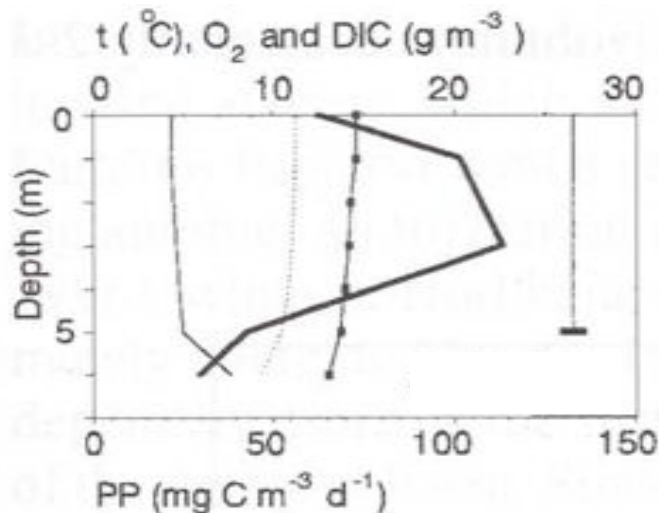
Pyhäselkä, pinta-ala 362 km^2
elokuu 2002

Humusaineet vaikuttavat valon tunkeutumiseen ja spektrijakaumaan vedessä

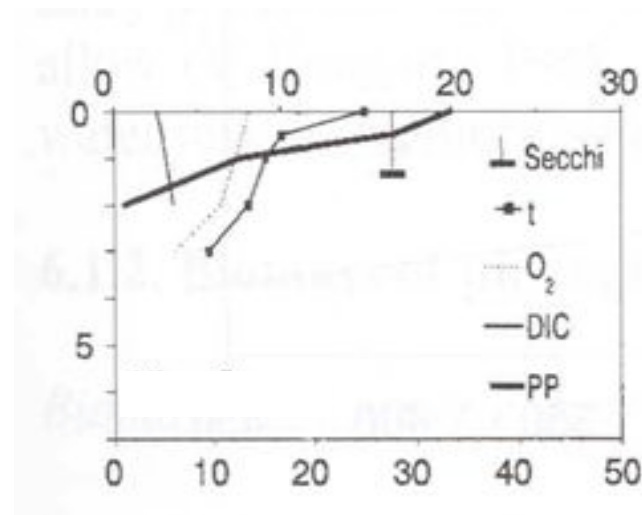


- Veden väri vaikuttaa tuottavan kerroksen paksuuteen (0.5 - 5 m)
- Humusjärvissä punainen valo tunkeutuu syvimälle

- Kirkasvetisen ja humuspitoisen järven kasviplanktontuotanto tuottavan kerroksen tilavuusyksikköä kohden ei eroa merkittävästi
- Veden väri ei suoraan vaikuta kasviplankton-tuotannon suuruuteen, ravinteiden saatavuus (P, N) vaikuttaa myös



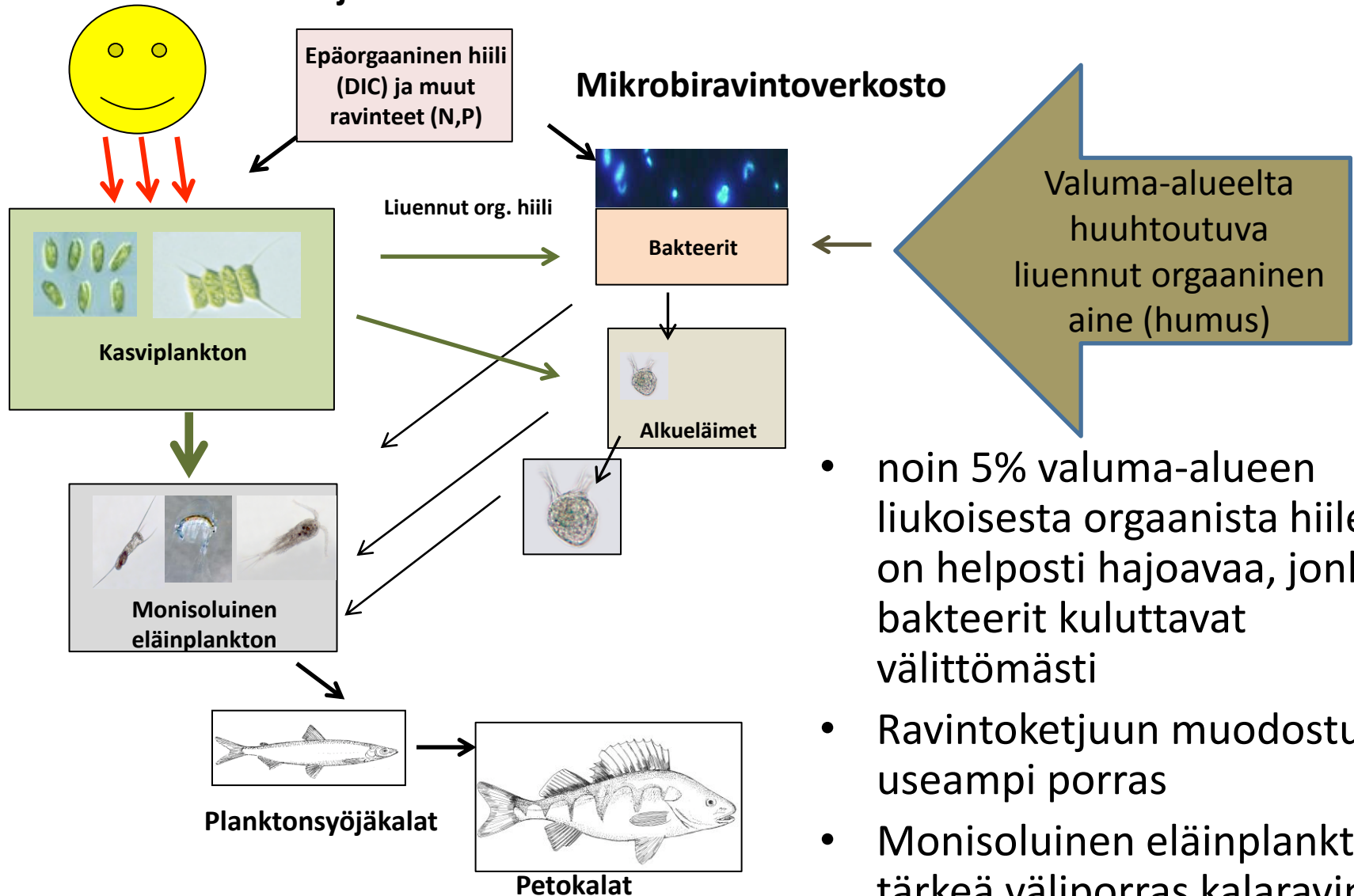
Kirkasvetinen järvi



Humusjärvi

Järvien ravintoverkosto

Kasviplanktoniin perustuva
'laidunnusravintoketju'



- noin 5% valuma-alueen liukoisesta orgaanista hiilestä on helposti hajoavaa, jonka bakteerit kuluttavat välittömästi
- Ravintoketjuun muodostuu useampi porras
- Monisoluiainen eläinplankton tärkeä väliporras kalaravintona

Humuksen vaikutukset järvien ravintoverkostoihin

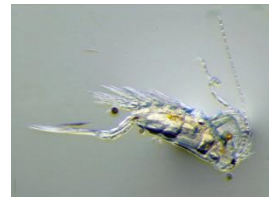
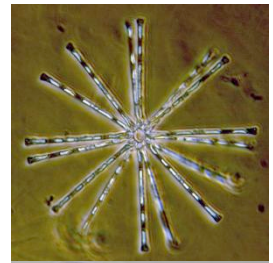
- Valuma-alueelta tuleva humus stimuloi jossain määrin bakteerien tuotantoa
- **Valtaosa kulutetusta humusperäisestä hiilestä kuluu bakteerien ja mikrobiravintoverkon hengitykseen → hapen kulutus, hiilidioksidin tuotto, hapettomissa oloissa myös metaanin tuottoa**
- Eläinplankton ei voi käyttää suoraan liuennutta orgaanista hiiltä ravinnokseen
- Useat eläinplanktonilajit kykenevät käyttämään bakteereita ja valuma-alueilta peräisin olevia orgaanisia hiukkasia ravinnoksi, mutta ne ovat heikkolaatuista ravintoa
- Pienissä humusjärvissä enimmillään 30-60% eläinplanktonin ravinnosta on mikrobiravintoketjusta peräisin

Humuksen laadulliset vaikutukset ravintoverkostoille



- Eläinplankton ja kalat eivät pysty itse tuottamaan välttämättömiä, monityydyttymättömiä rasvahappoja vaan saavat ne ravinnostaan, rasvahapot kertyvät myös ravintoketjussa
- Bakteerit eivät syntetisoi monityydyttymättömiä rasvahappoja
- Maakasveista peräisin olevat orgaaniset hiukkaset sisältävät tyydyttyneitä rasvahappoja ja ovat heikkolaatuista ravintoa eläinplanktonille
- Kalat tiedetään terveelliseksi ravinnoksi, sisältävät runsaasti monityydyttymättömiä 'omega-3' rasvahappoja (mm. EPA, DHA) jotka ovat välttämättömiä myös ihmisille
- **Monityydyttymättömät rasvahapot järvien ravintoverkostoissa ovat valtaosin peräisin kasviplanktonista**

- Kaikki kasviplanktonryhmät eivät tuota monityydyttymättömiä rasvahappoja yhtä tehokkaasti ja niiden kirjo vaihtelee myös
- Piilevät (*Diatomophyceae*) ja nielulevät (*Cryptophyceae*) tuottavat runsaasti monityydyttymättömiä rasvahappoja
→ erinomaista ravintoa eläinplanktonille
- Viherlevät (*Chlorophyta*) 'keskinkertaista' ravintoa eläinplanktonille
- Sinilevät (sinibakteerit, *Cyanophyta*) sisältävät runsaasti tyydyttyneitä rasvahappoja → heikkolaatuista ravintoa
- Laboratorio- ja kalanviljelykokeissa on havaittu ravinnon rasvahappokoostumuksen ja rasvojen määrän vaikuttavan myös kuluttajaportaan (eläinplankton, kalat) rasvahappokoostumukseen ja määriin



Humus ja elohopea

- Valuma-alueen humuksen mukana tulee myös elohopeaa vesistöihin
- Mikrobiaktiivisuus hapettomissa olosuhteissa myötävaikuttaa elohopean metyloitumiseen
- Metyylielohopea kertyy ravintoketjussa, mitä useampi porras ravintoketjussa on, sitä enemmän sitä kertyy ylempien portaiden saalistajiin
- Suomessa korkeimmat elohopeapitoisuudet on mitattu pienten humusjärvien petokaloista