

Suomen vesistöjen tummuminen



Antti Räike

Suomen ympäristökeskus

Merikeskus

Mitä vesien tummumisella tarkoitetaan?



- Tummumisella käsitetään humuksen lisääntymistä, joka ilmenee veden ”ruskettumisena”
 - Myös rauta tummentaa vettä
 - Veden väristä Suomessa keskimäärin 29 % aiheutuu raudasta (Xiao et al. 2014)
- Muutkin tekijät värjäävät vettä, kuten levät, siitepöly ja savipartikkelit



Kuva: Henrik Korhonen



Kuva: Riku Lumiaro

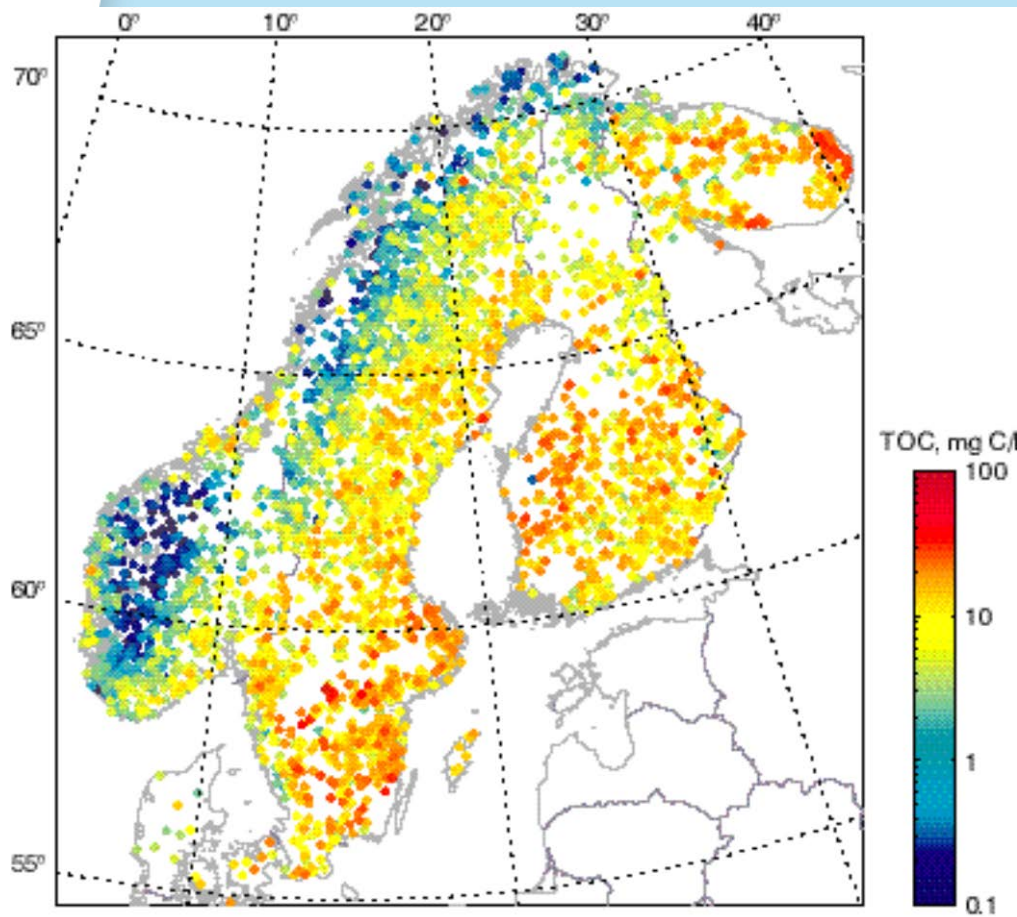
Mitä humus on?

- Tummaa, eloperäistä ainetta, jossa on runsaasti humushappoja
- Humus muodostuu eloperäisten ainesten maatumisesta ja kasvien muuttumisesta turpeeksi
- Humus esiintyy vesistössä kiinteänä ja liuenneena sekä näiden välimuotona kolloidina
- Valtaosa (>90 %) Suomen vesistöjen humuksesta on liuenneessa muodossa

Miten humuksen määrää vesissä mitataan?

- Humuksen pitoisuutta kuvaavat muuttujat:
 - Orgaaninen hiili (TOC)
 - Myös muu orgaaninen aines mukana
 - Väri
 - Myös muut väriä aiheuttavat aineet mukana
 - Kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn})
 - Epäorgaaniset happea kuluttavat aineet mukana
 - UV-absorbanssi
 - Muutkin aineet kuin humus absorboivat valoa
- Korreloivat yleisesti ottaen hyvin keskenään
- COD_{Mn} -määritys yleisimmin Suomen vesistöseurannoissa käytetty muuttuja
- TOC/DOC ja absorbanssi kansanvälisesti käytetyimmät menetelmät

Pohjoismaisten järvien TOC-pitoisuus

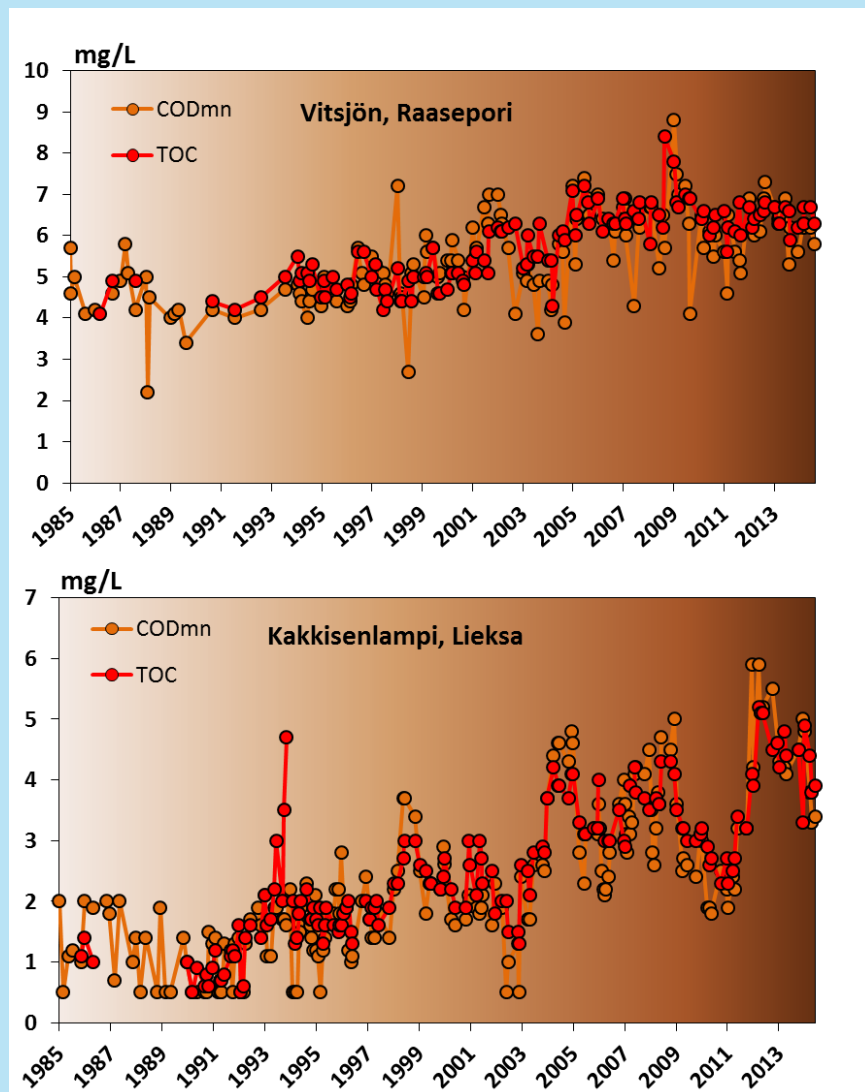


- Keskipitoisuudet Suomessa
 - Järvet: 8.5 mg/l
 - Joet ja purot: 14 mg/l
- Vaihtelu suurta: 2 - >50 mg/l
 - Turvevaltaisilta alueilta suurin kuorma
 - Järvialueella yleisesti ottaen alhaiset pitoisuudet samoin kuin Lapissa

Lähde: Nordic Lake Survey 1995

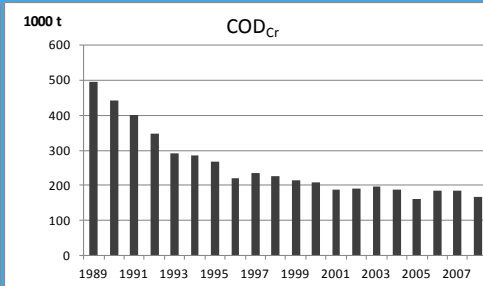
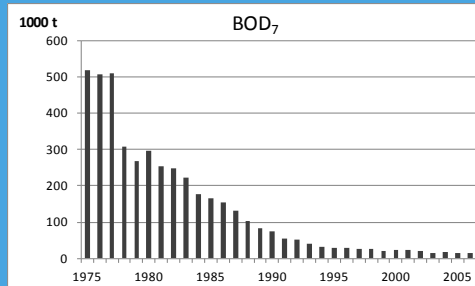
Pienten metsäjärvien vedenlaadun seuranta referenssialueilla

- Vesistöissä tapahtuvat muutokset ilmaantuvat yleensä ensin pienissä vesistöissä ja muutokset voivat olla hyvinkin suuria
- Tässä esimerkkinä kaksi pientä metsäjärveä, joilla humuspitoisuudet alkoivat kasvaa 1990-luvun alkupuolella
- Kuukausittainen ja vuosien välinen vaihtelu voi olla suurta ja siksi tarvitaan pitkiä ja tiheitä aikasarjoja

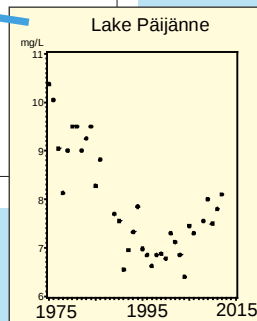
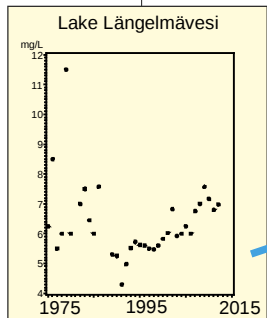
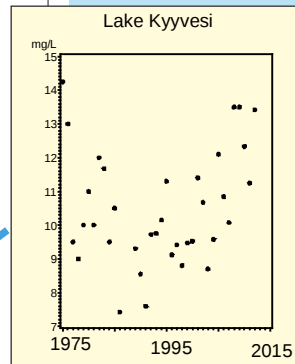
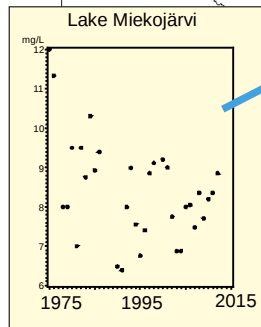
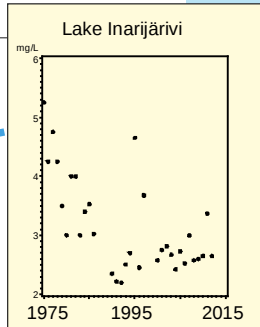


Järvien ja jokien tummuminen

Orgaanisen aineen pistekuormitus



● = Nouseva trendi



- Useissa pistekuormitetuissa vesistössä humuspitoisuudet laskivat vuosina 1975-1990
- Pitoisuudet ovat olleet nousussa vuoden 1995 jälkeen
- Lapin vesistöissä ei nousua

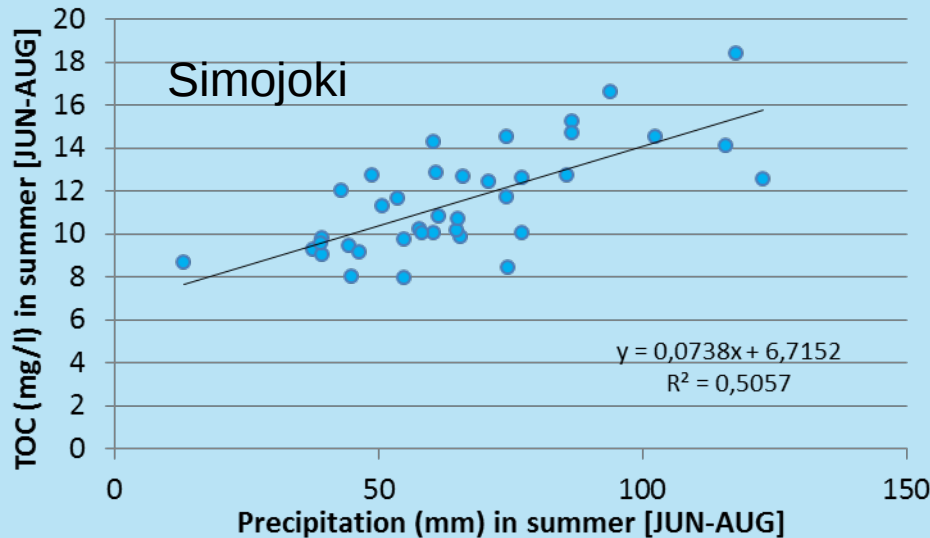
Mikä aiheuttaa tummumisen?

- Pohjoisella pallonpuoliskolla yleinen ilmiö
- Sen vuoksi syiden ajatellaan olevan globaaleja:
 - Vähentynyt hapen laskeuma
 - Orgaanisen hiilen liukoisuus lisääntyy
 - Ilmaston lämpeneminen
 - Monia erilaisia vaikutuksia
- Muita syitä mm.:
 - Pistekuormitus
 - Maankäytön muutokset
 - Suomessa metsäojitukset alueellisesti laajin vaikuttaja



Maita joissa havaittu kasvava TOC-trendi

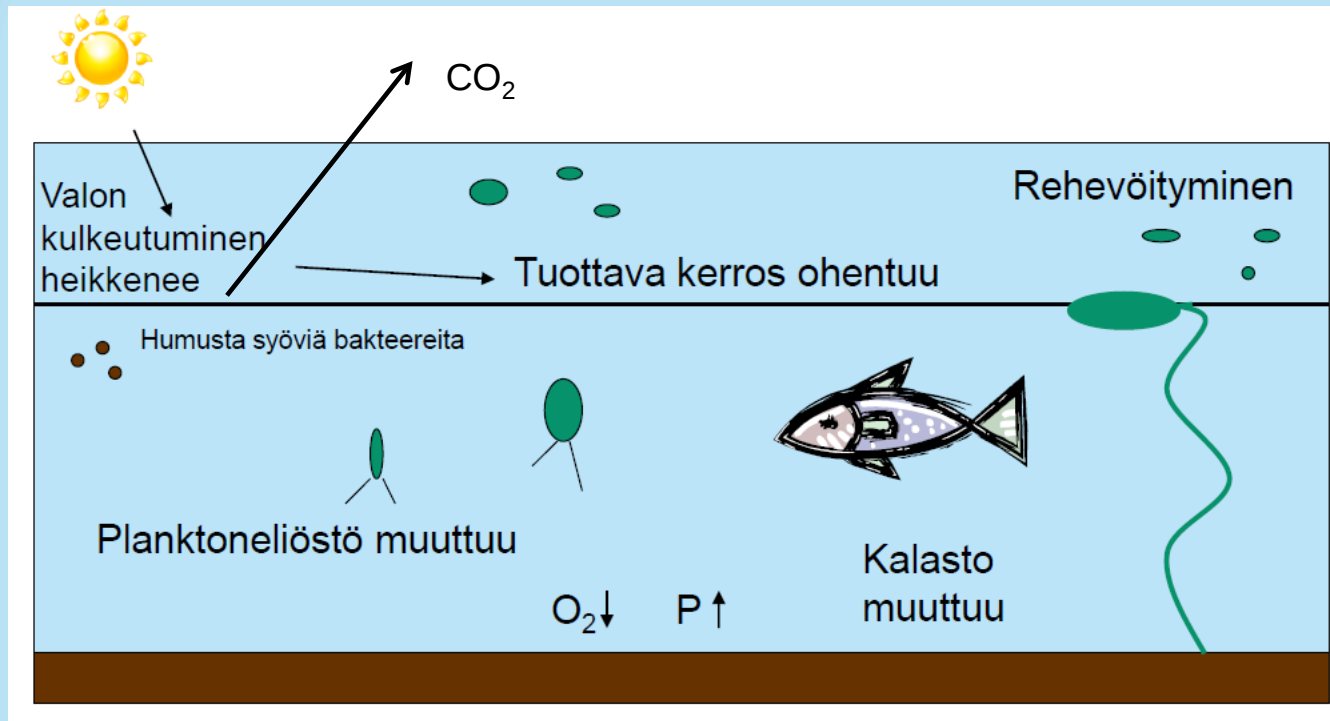
Sääolosuhteiden vaikutus



Lähde: Lepistö et al. 2013

- Sadanta keskeinen vesien TOC-pitoisuuteen vaikuttava tekijä
 - Muutokset sadannassa ratkaisevassa asemassa
- Leudot talvet lisäävät TOC-huuhtoumia sisävesiin
 - Lumeton ja roudaton maa altis sadannan aiheuttamalle huuhtoumalle
 - Talvihuuhtouman kasvu saattaa vähentää vuotuista hajotustoimintaa järvissä

Tummunumisen vaikutukset vesistöissä



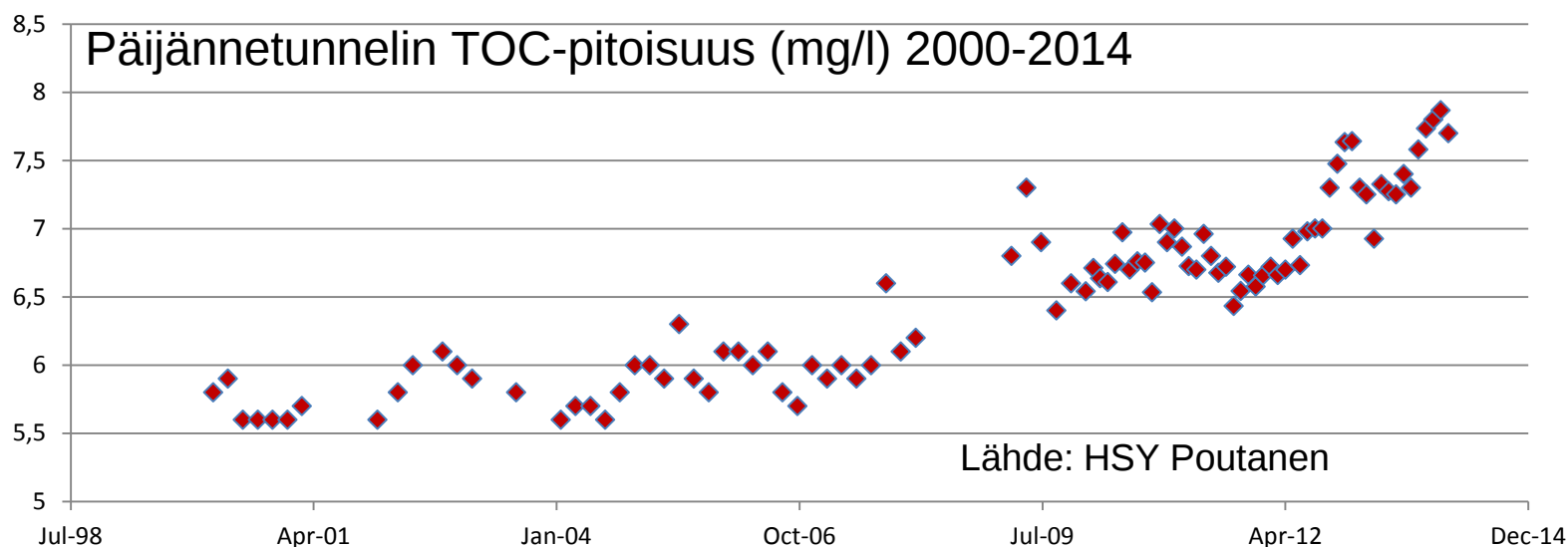
Lähde:
Pöyry 2012

- Fysikaaliset vaikutukset
 - Valoympäristö
 - Lämpötila
- Biologiset vaikutukset
 - Perustuotanto
 - Eliöstö

Vesistöjen lisääntynyt orgaanisen aineen hajotustoiminta voimistaa ilmaston muutosta

Tummumisen yhteiskunnalliset vaikutukset

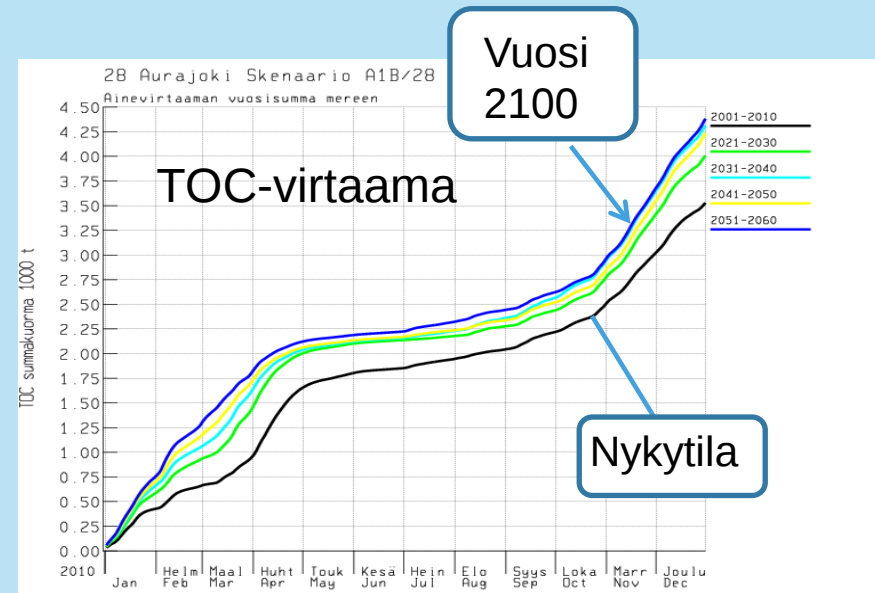
- Tummumisen vaikutukset raakaveteen
 - DOMQUA-projekti
 - Tarkoituksena ennustaa tulevia muutoksia ja löytää sopeutumiskeinoja
 - Yhteispohjoismainen projekti. Suomesta mukana HSY ja SYKE
 - Pääkohdealue Suomessa Kymijoen vesistöalue ja etenkin Päijänne
 - Päijänteen TOC-pitoisuus on noussut selkeästi viimeisen viiden vuoden aikana
 - Myös puhdistetun veden TOC on noussut → lisähaasteita vedenkäsittelylle, kustannukset nousevat



Alustava malliennuste tulevaisuudesta

Aurajoki (VEMALA-malli)

- TOC-virtaaman ennustetaan tulevaisuudessa kasvavan Aurajoessa n. 20 % nykytasosta vuoteen 2100 mennessä
- Malli huomioi tällä hetkellä vain virtaamamuutosten vaikutuksen TOC-kuormaan



Yhteenveto

- Humuspitoisuudet ovat kasvaneet Suomen sisävesissä 1990-luvun puolivälin jälkeen
- Nousun syistä ei olla yksimielisiä ja vaikuttaa siltä, että sen takana on useampi eri tekijä
- Humuspitoisuuksien odotetaan jatkossakin kasvavan, mikä tulee asettamaan haasteita hajakuormituksen vähentämiselle ja raakavedenottojen vedenpuhdistamiselle
- Vesistöjen tummumisella on ihmisen kannalta lähinnä epätoivottuja vaikutuksia

Kiitos!

