

Järviravintoverkot muuttuvassa ympäristössä - tummumisen ja rehevöitymisen vaikutuksista

Kimmo Kahilainen



Esitelmän rakenne

- Ihmistoiminnan vaikutukset
- Suomen vedet tummuu
- Vaikutukset kalayhteisöön
- Vaikutukset ravintoverkkoon
- Evon haukihavainnot
- Meneillään olevista tutkimuksista
- Yhteenvedoa



Ihmistoiminnan vaikutukset

Jokien ja järvien hyödyntämisen pitkähistoria

Kalastus



Järven laskut pelloiksi



Myllyt



Koskien perkaukset



Tukin uitto



Voimalaitosrakentaminen



Ojitus



Jätevedet



Ravinteiden määrän ja veden värin muutokset

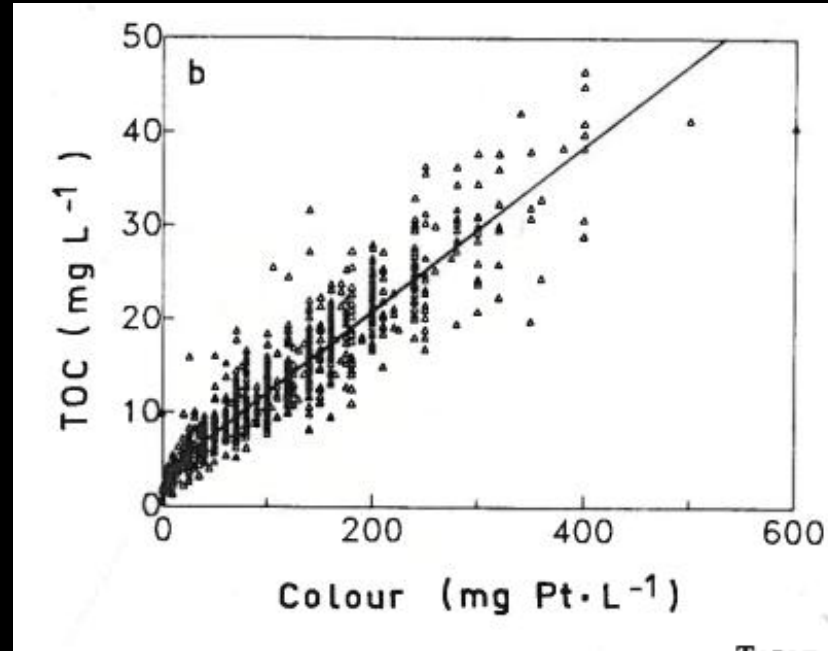
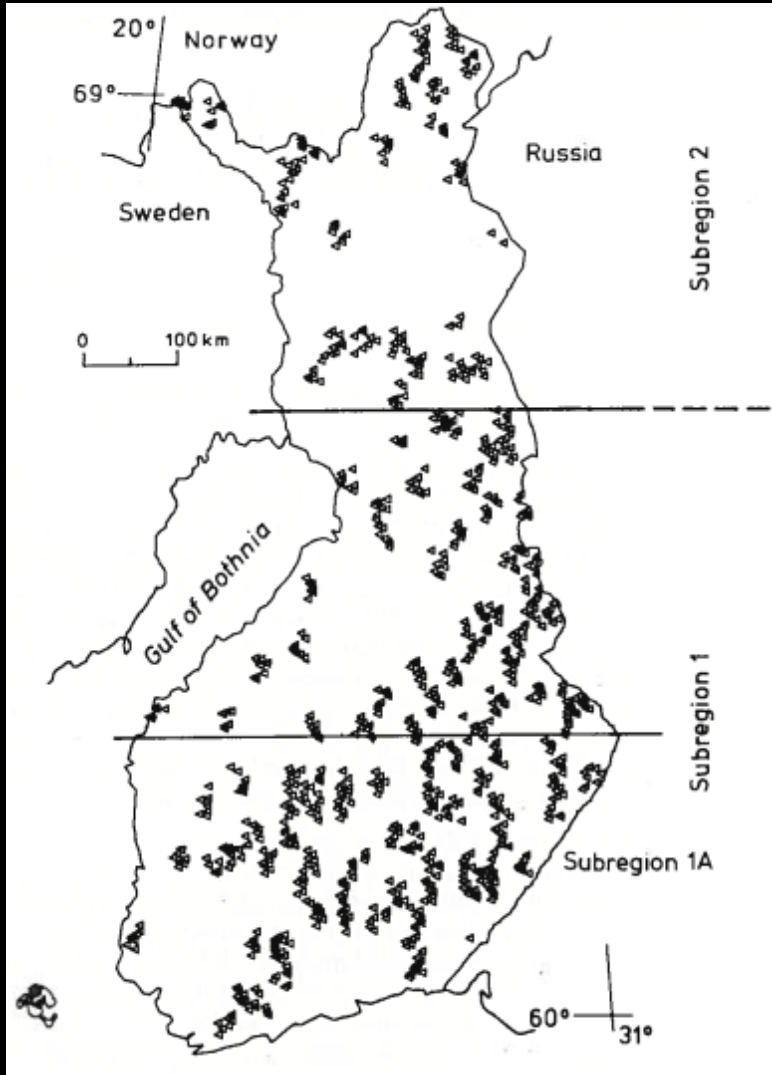


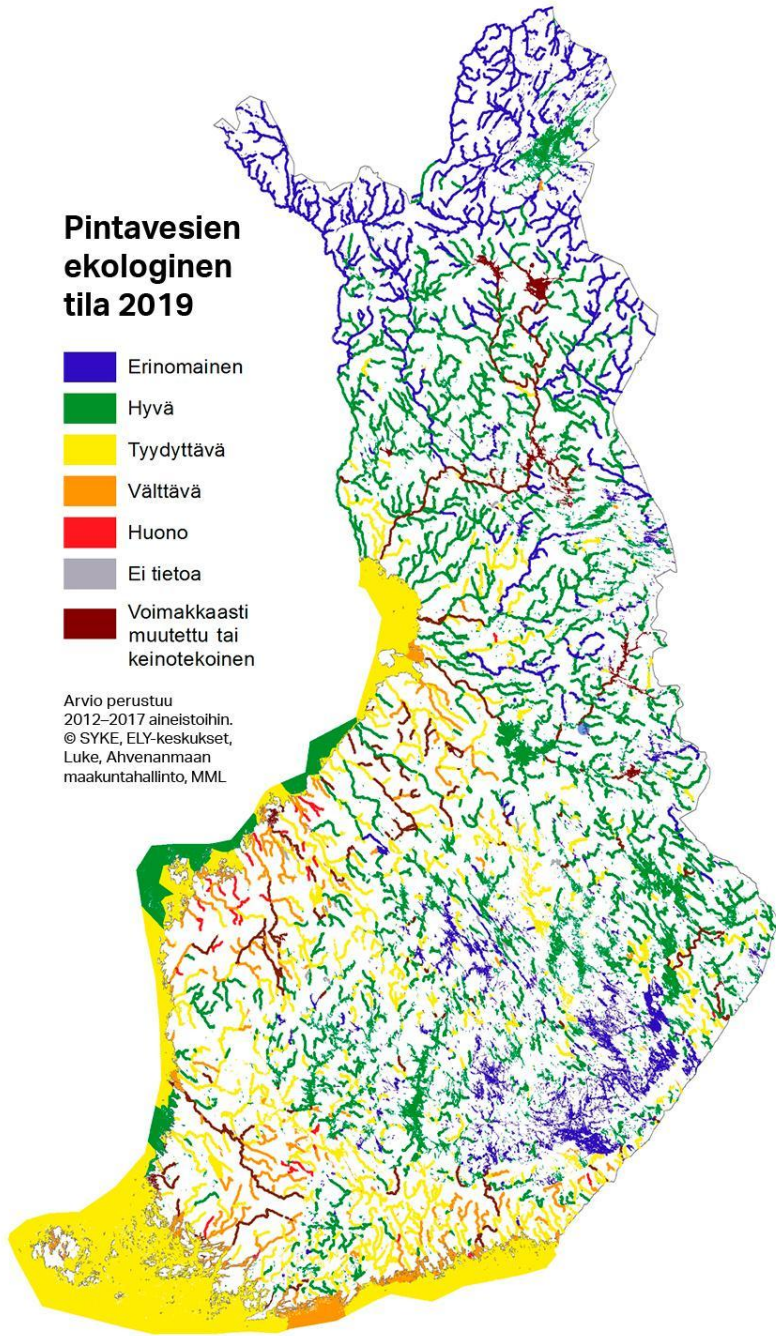
TABLE 4. Relationships of total iron, total nitrogen, total phosphorus, SiO_2 , and pH with TOC ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) for the full set of lakes ($n = 975\text{--}978$, $P < 0.0001$).

	r^2
$\ln \text{Fe } (\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}) = 2.2 + 1.5 \ln \text{TOC}$	0.69
$\ln \text{total N } (\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}) = 4.7 + 0.56 \ln \text{TOC}$	0.53
$\ln \text{total P } (\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}) = 1.0 + 0.73 \ln \text{TOC}$	0.41
$\text{SiO}_2 \text{ (mg}\cdot\text{L}^{-1}) = 1.7 + 0.20 \text{ TOC}$	0.31
$\text{pH} = 6.8 - 0.047 \text{ TOC}$	0.26

Pintavesien ekologinen tila 2019

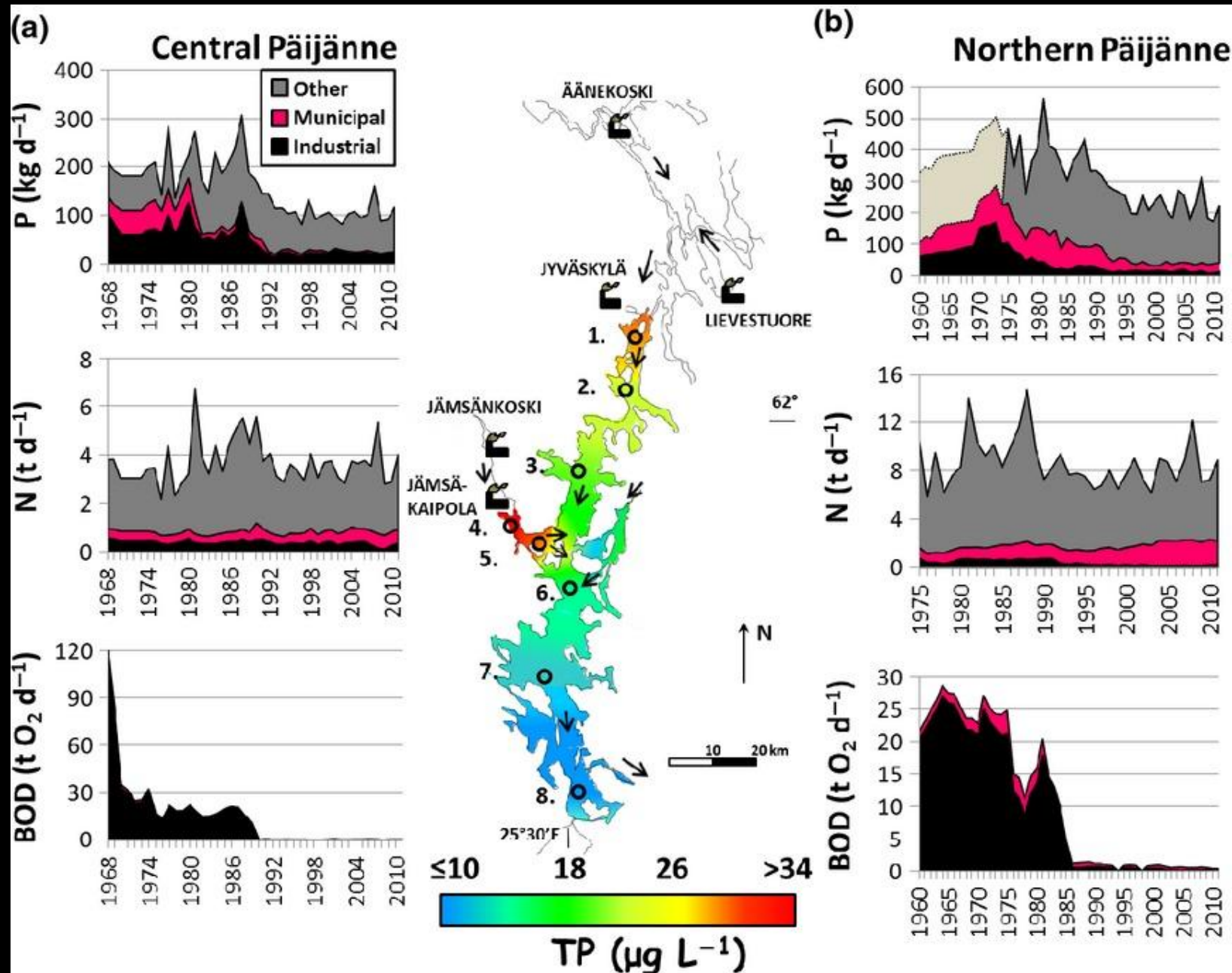
- Erinomainen
- Hyvä
- Tyydyttävä
- Välttävä
- Huono
- Ei tietoa
- Voimakkaasti muutettu tai keinotekoinen

Arvio perustuu
2012–2017 aineistoihin.
© SYKE, ELY-keskukset,
Luke, Ahvenanmaan
maakuntahallinto, MML

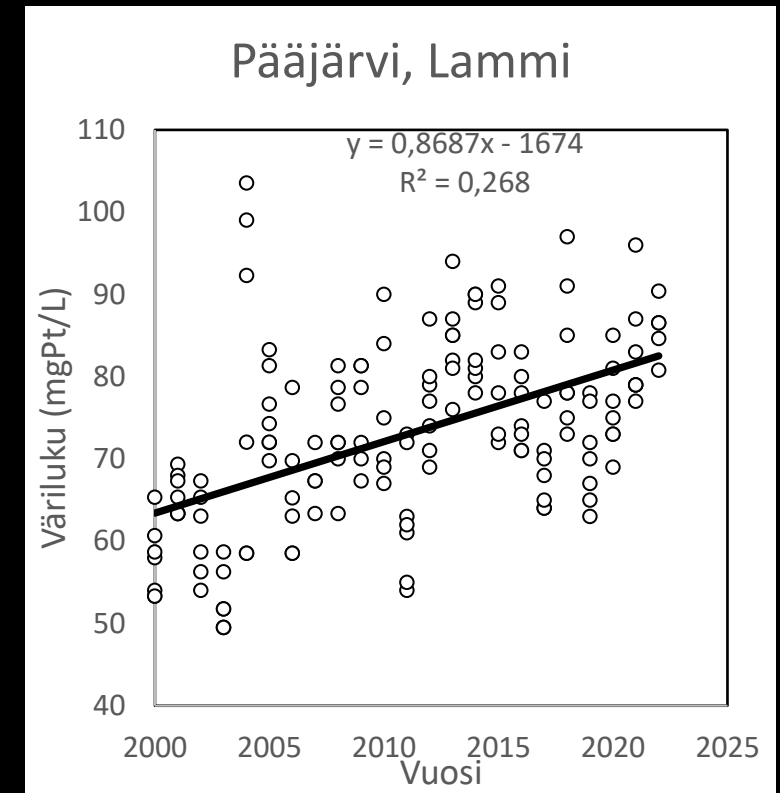
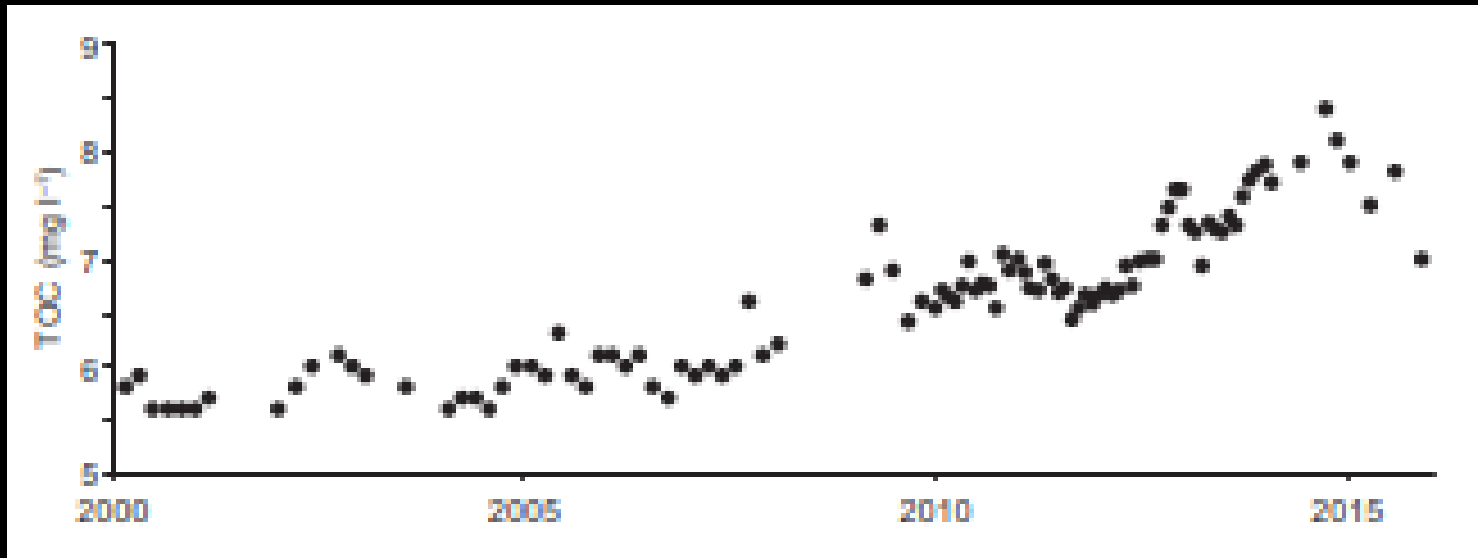


Suomen vedet tummuu

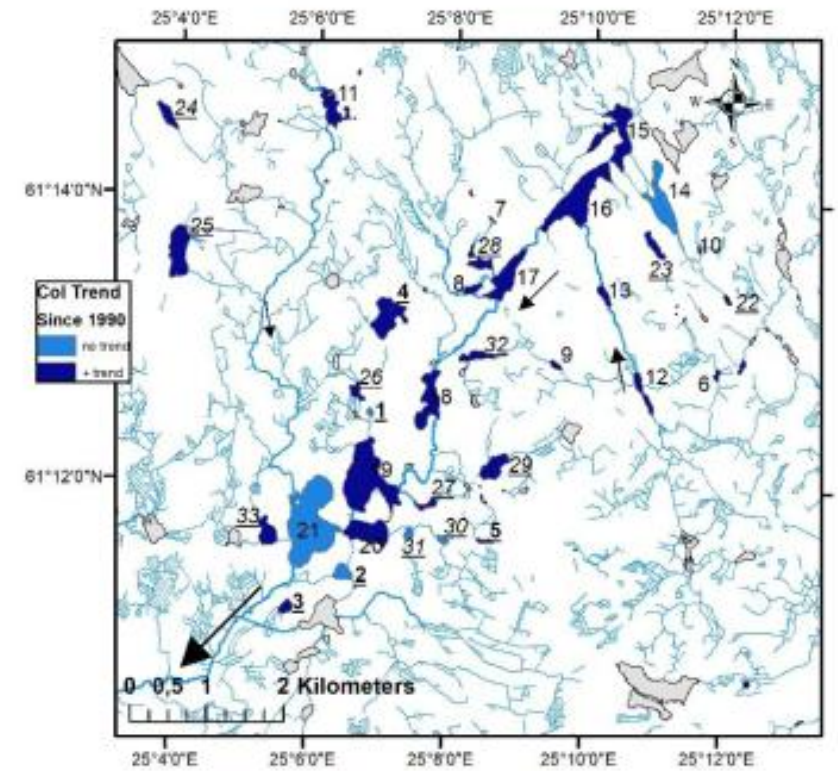
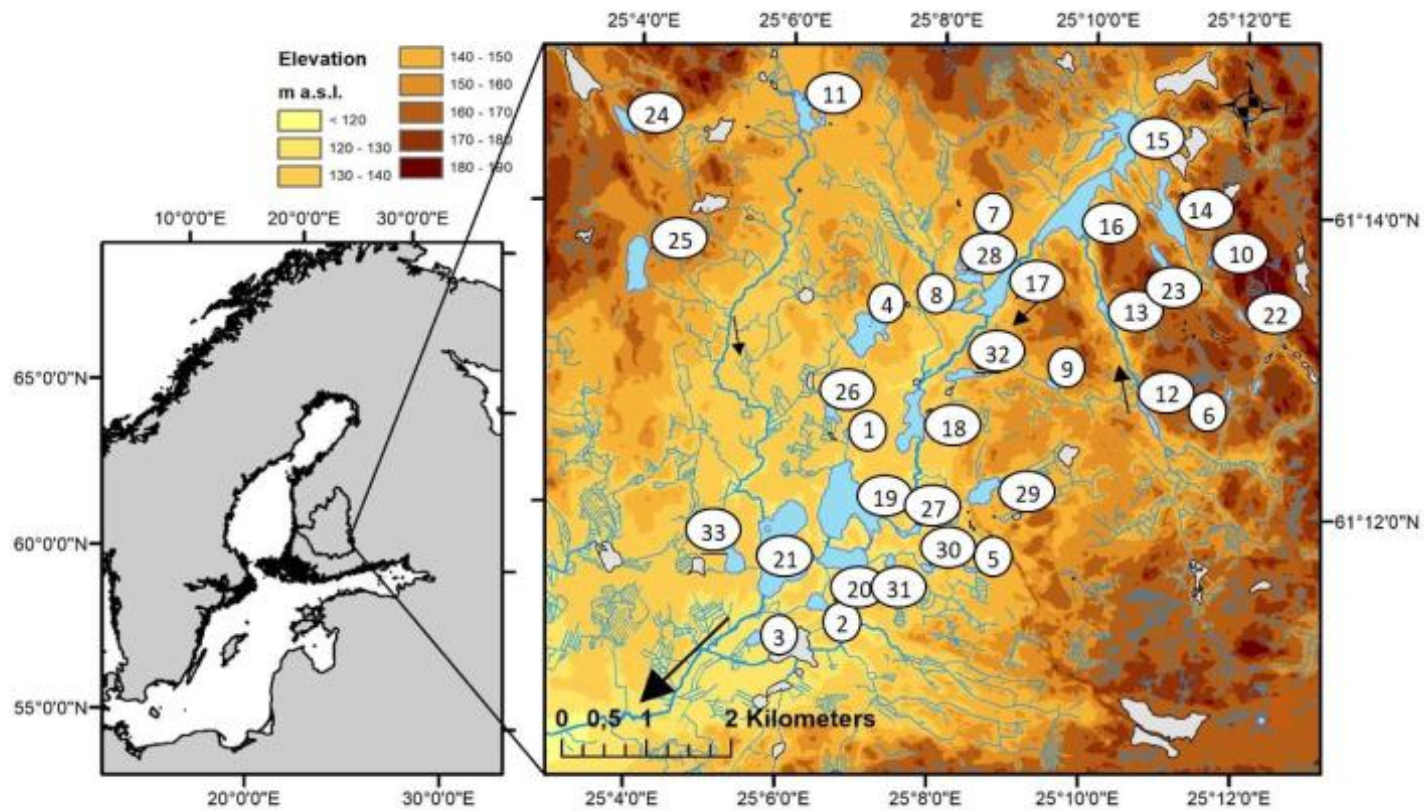
Päijänne



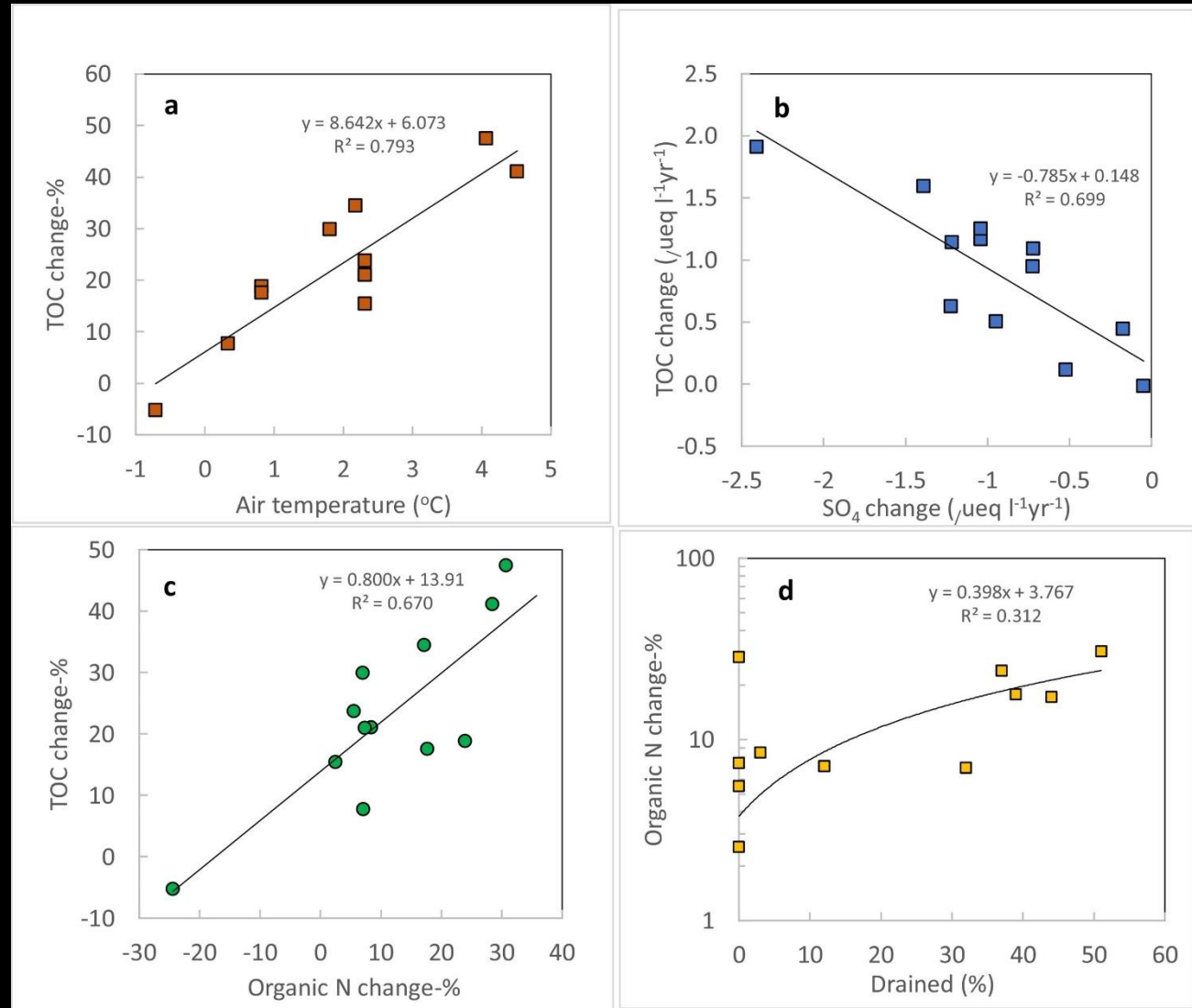
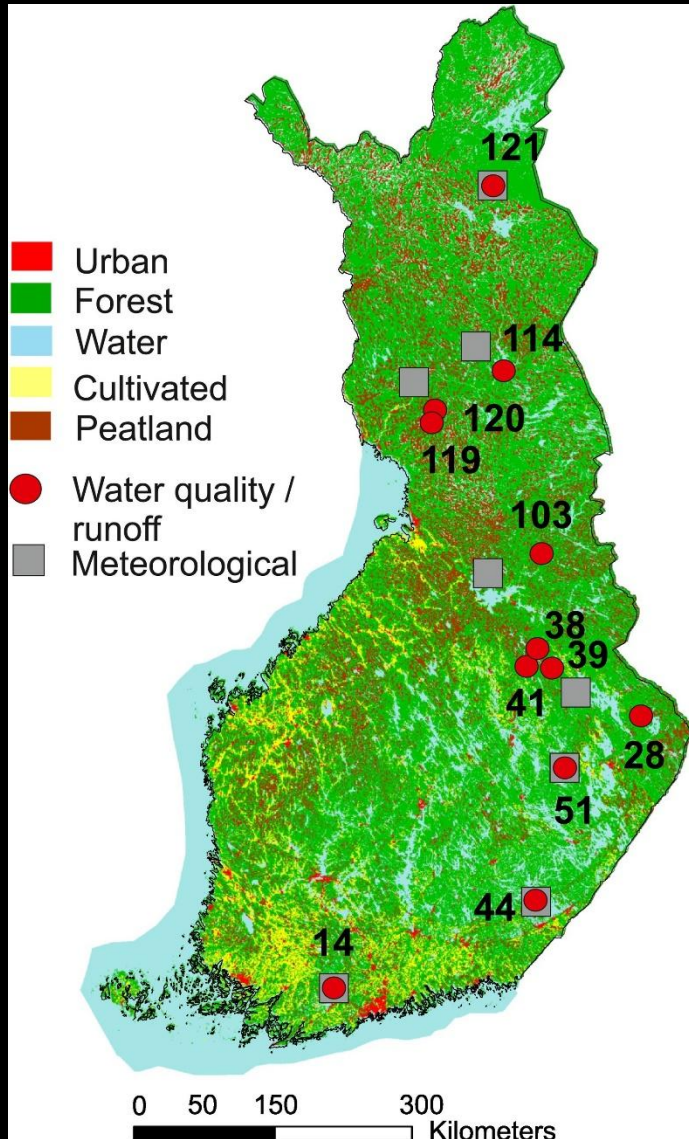
Päijänteiden ja Pääjärven veden väri nousussa



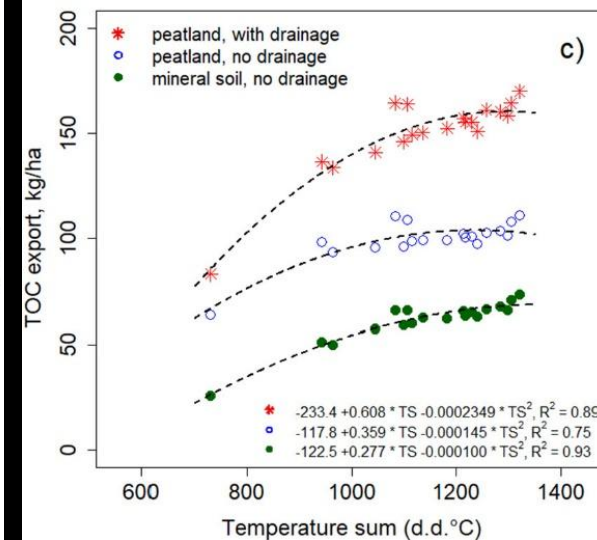
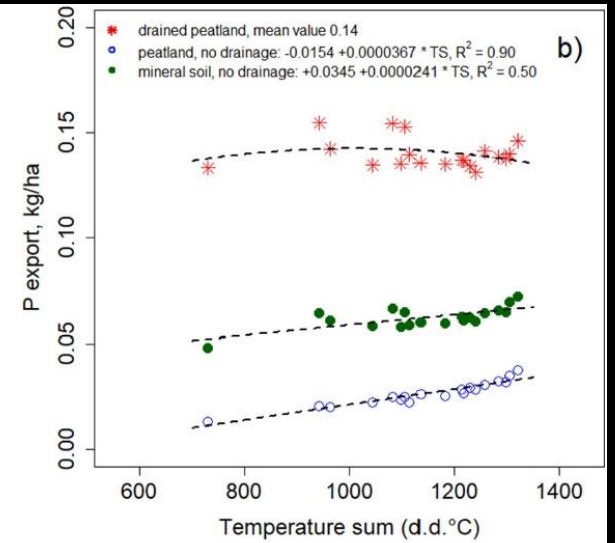
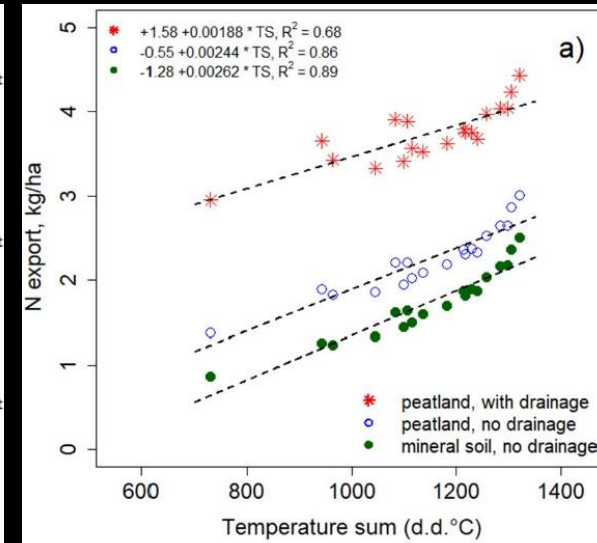
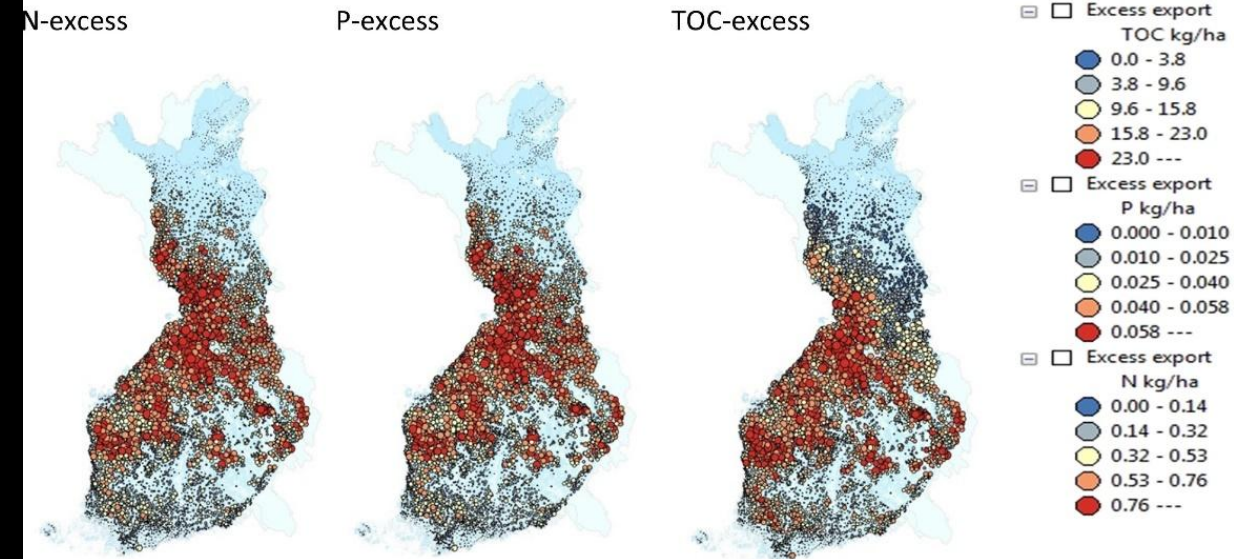
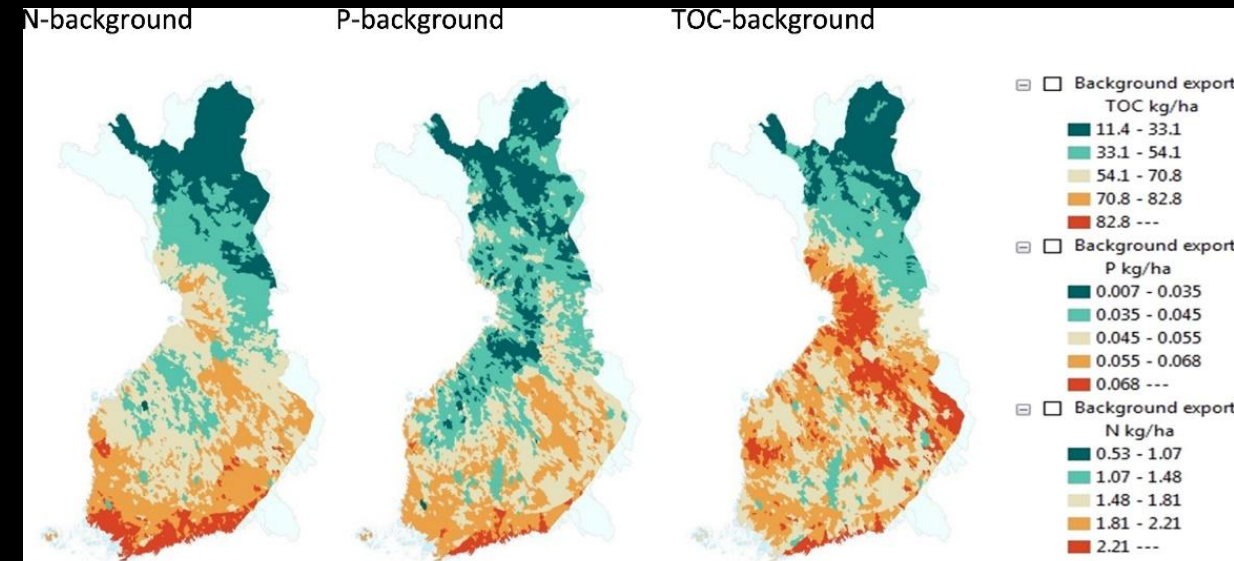
Evon veden väri kasvussa 1990-2019



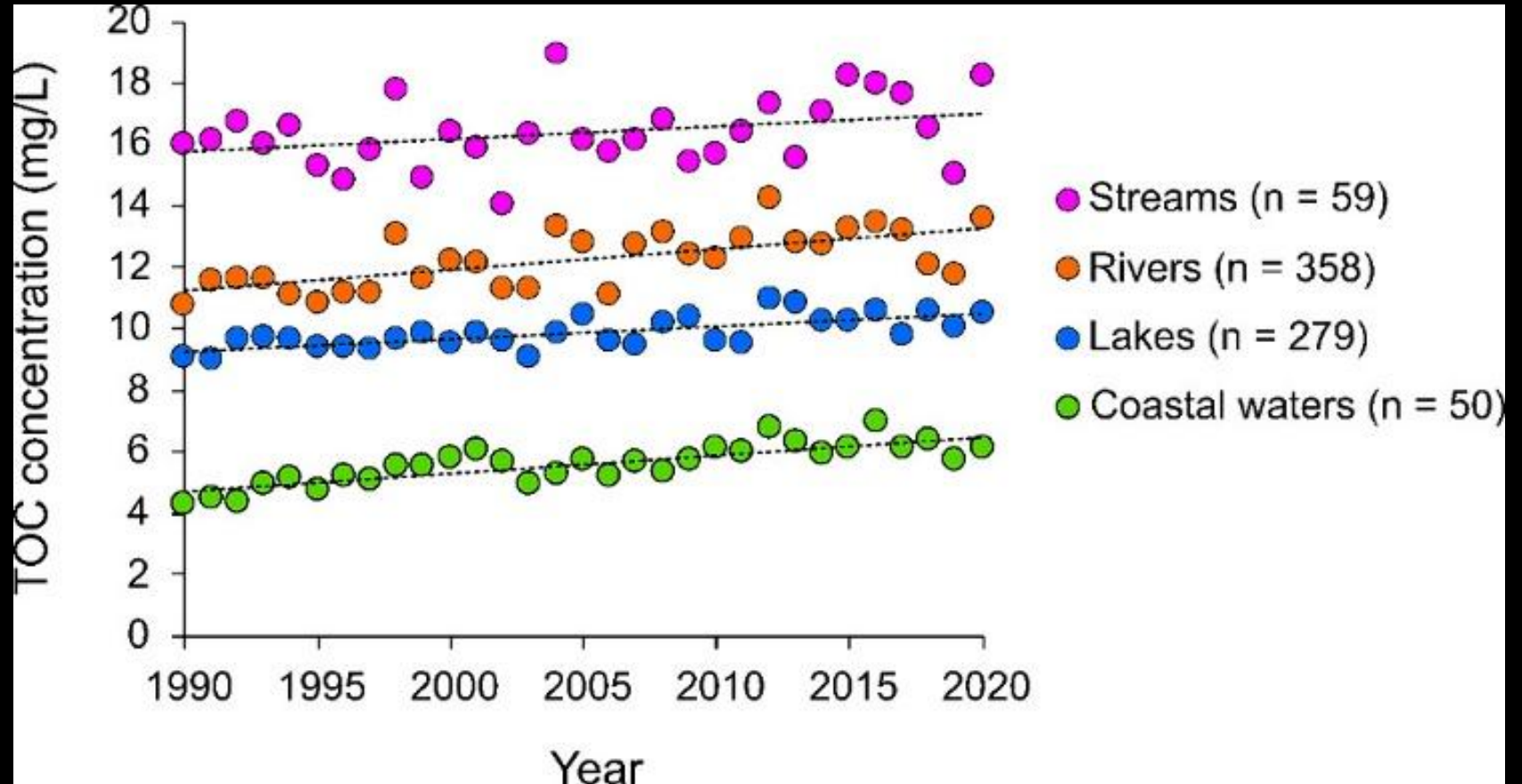
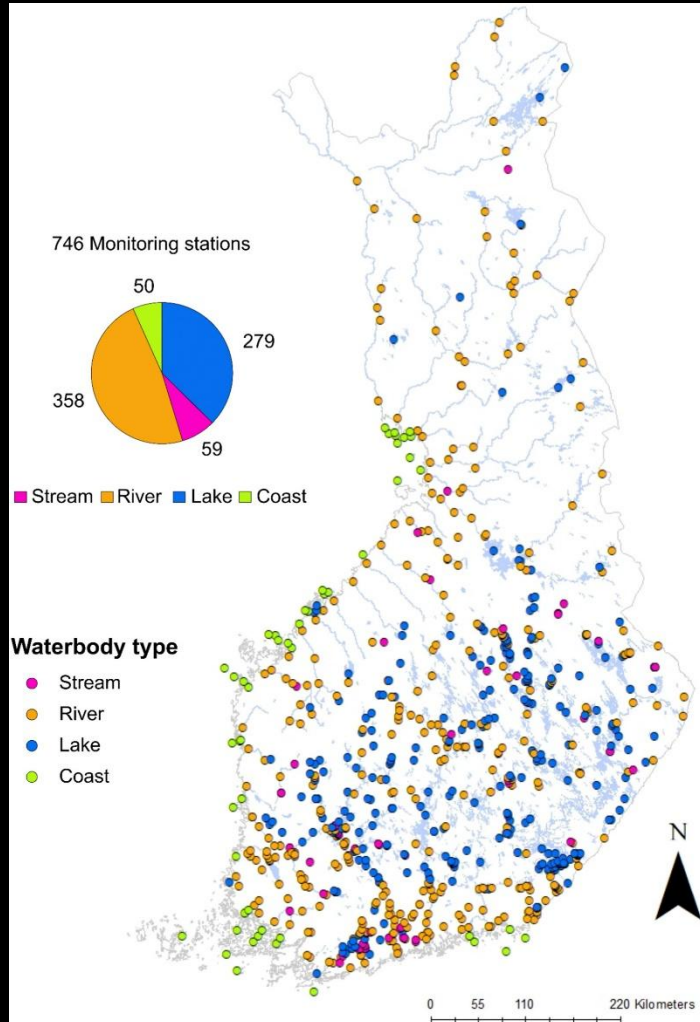
Hajakuormituksen aiheuttama nuhraantuminen



Soiden ojitus korostaa ravinnehuuhtoumia

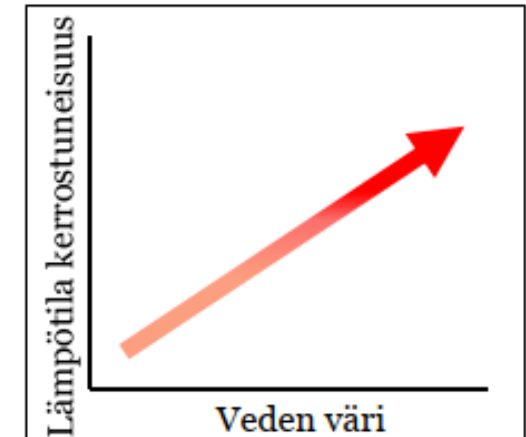
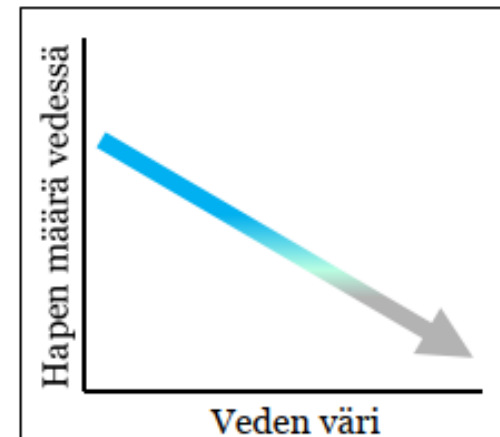
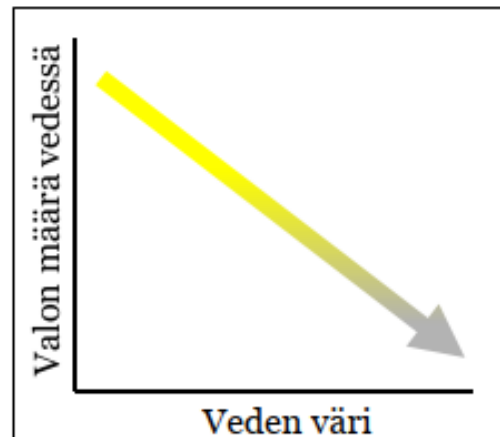
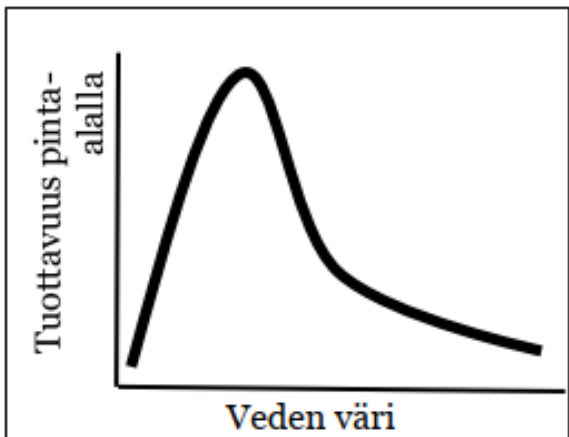
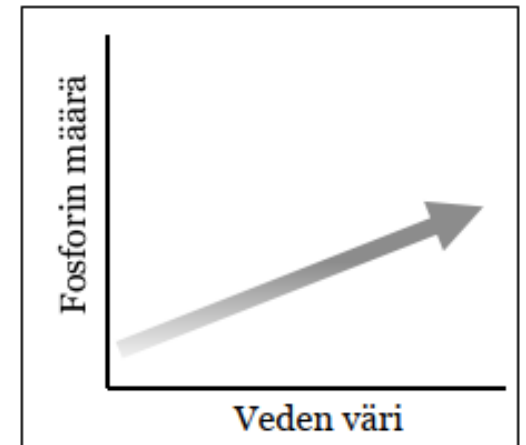
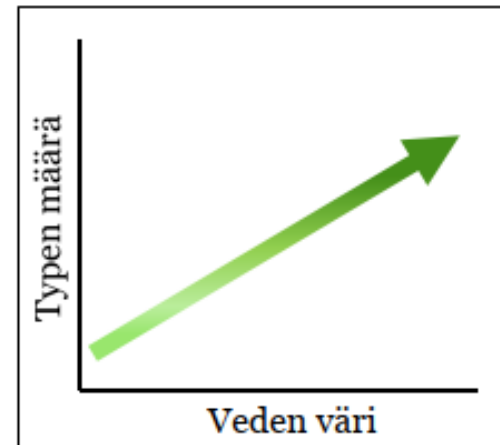
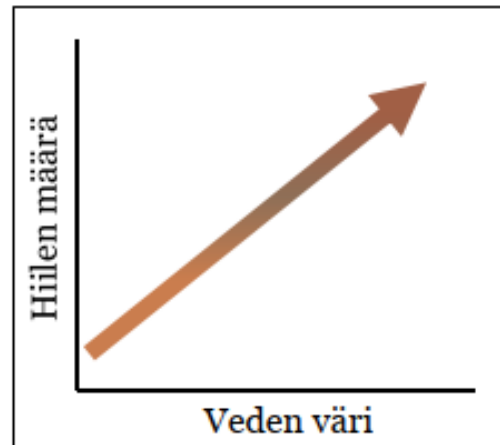
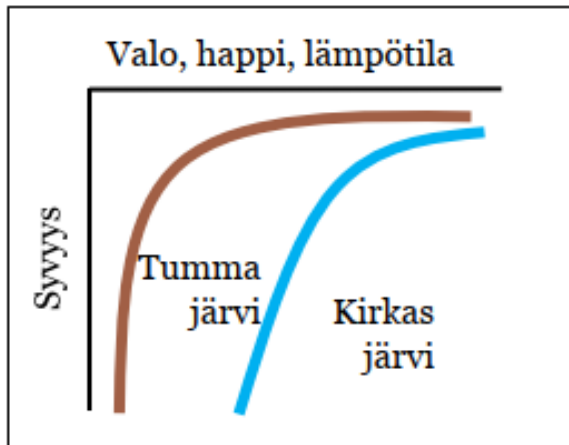


Vedet tummuu kautta maan

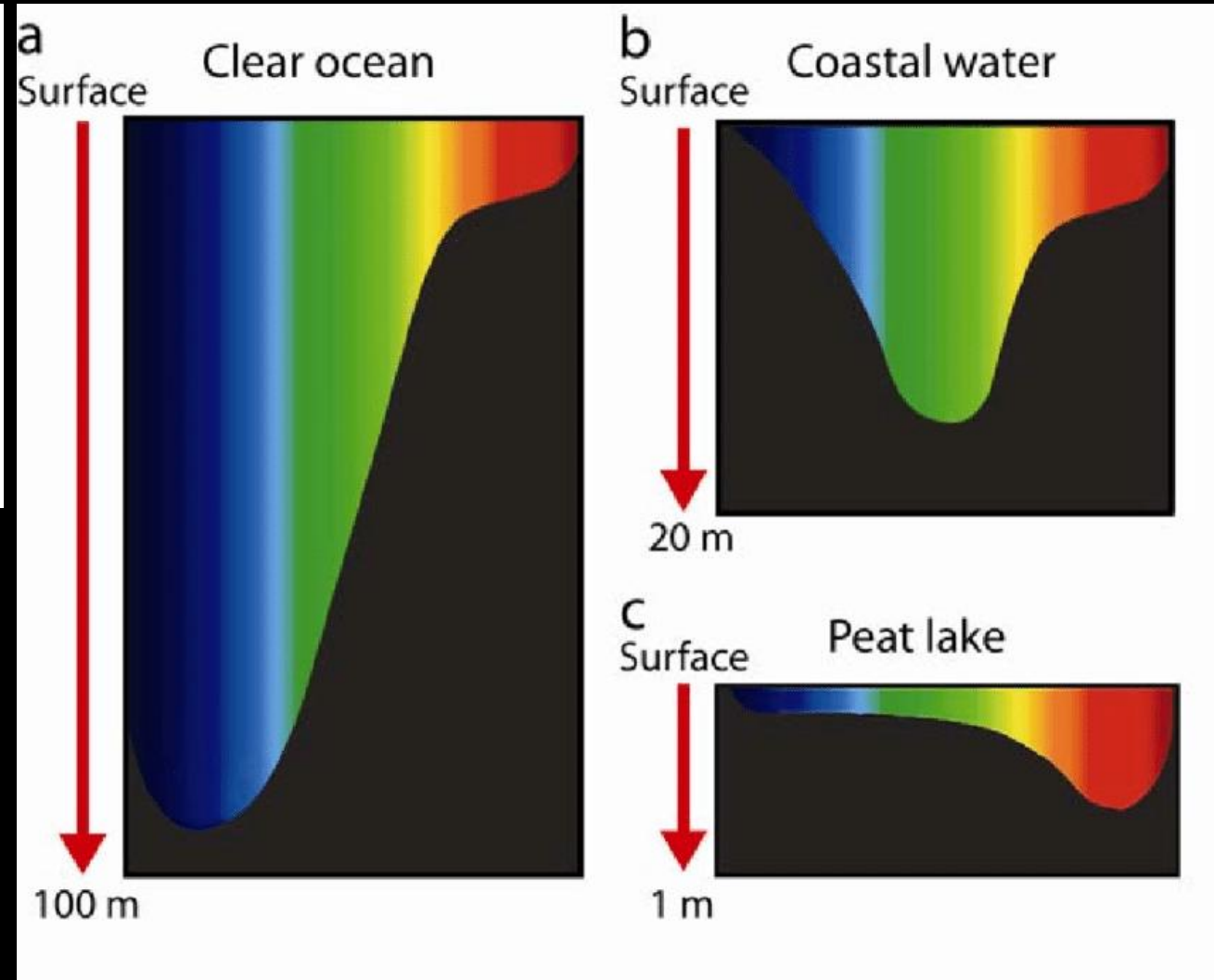
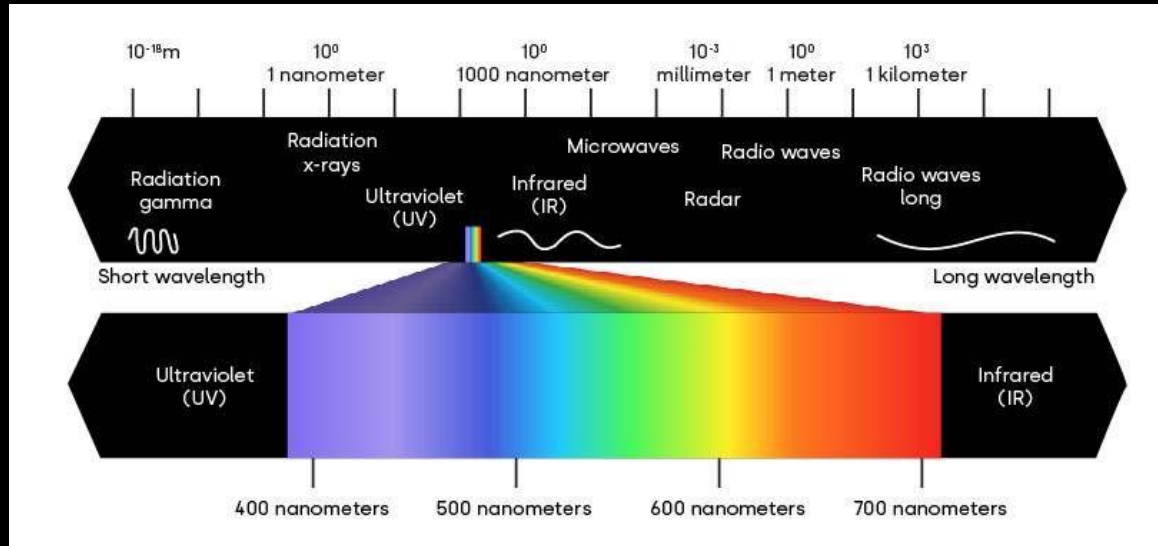


Tummuminen kalojen kannalta

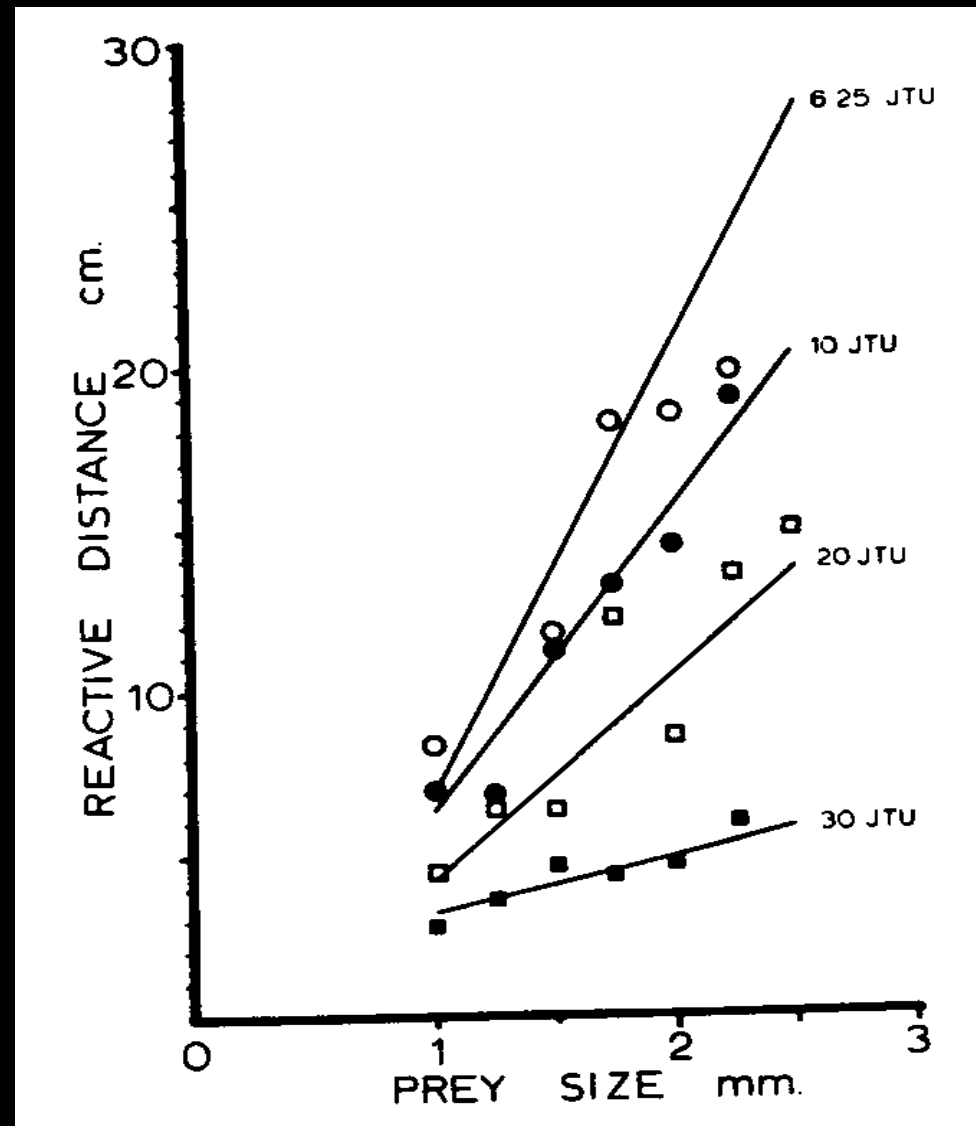
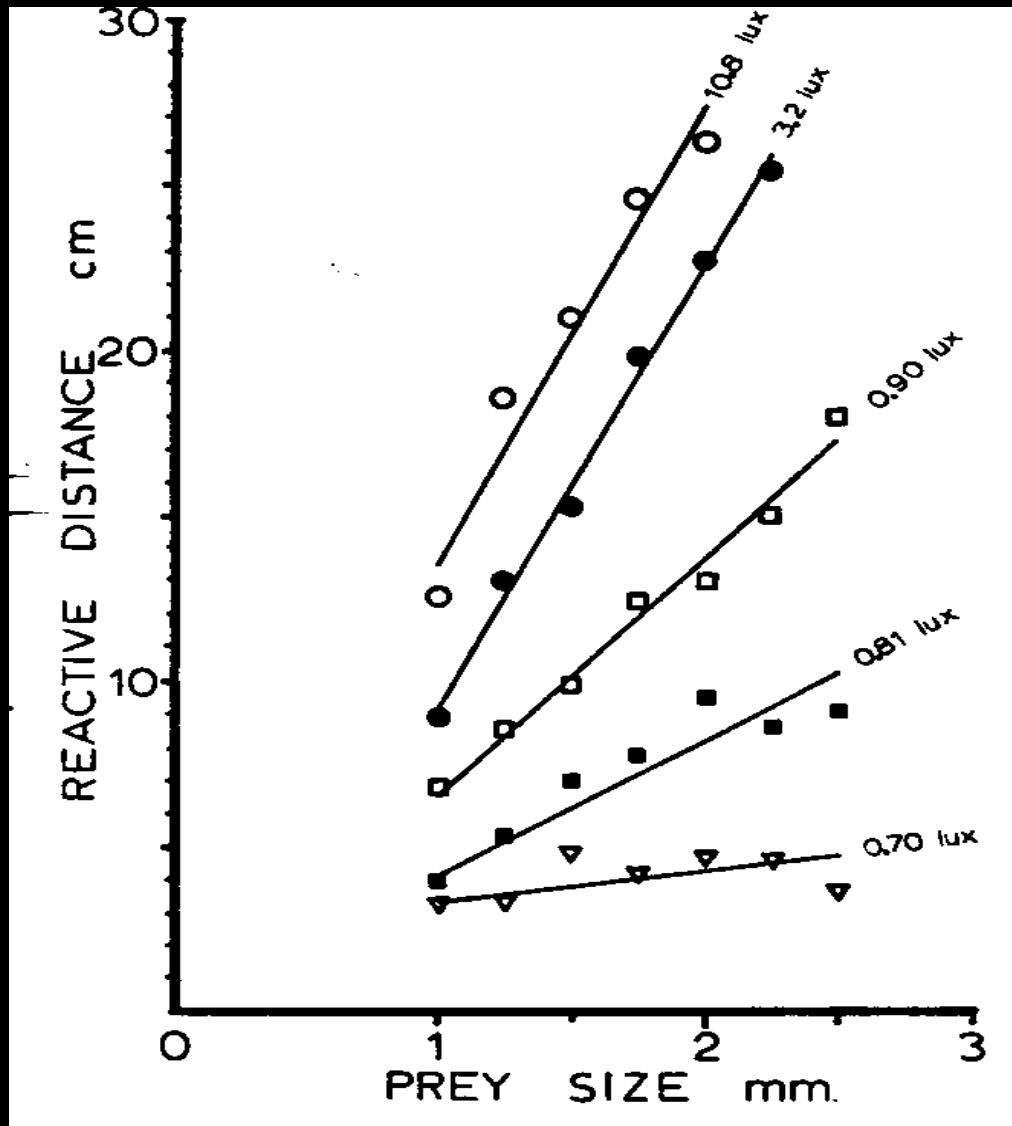
Veden värin yhteydet kalojen ja ravintoverkkojen kannalta merkittäviin muuttujiin yleisellä tasolla



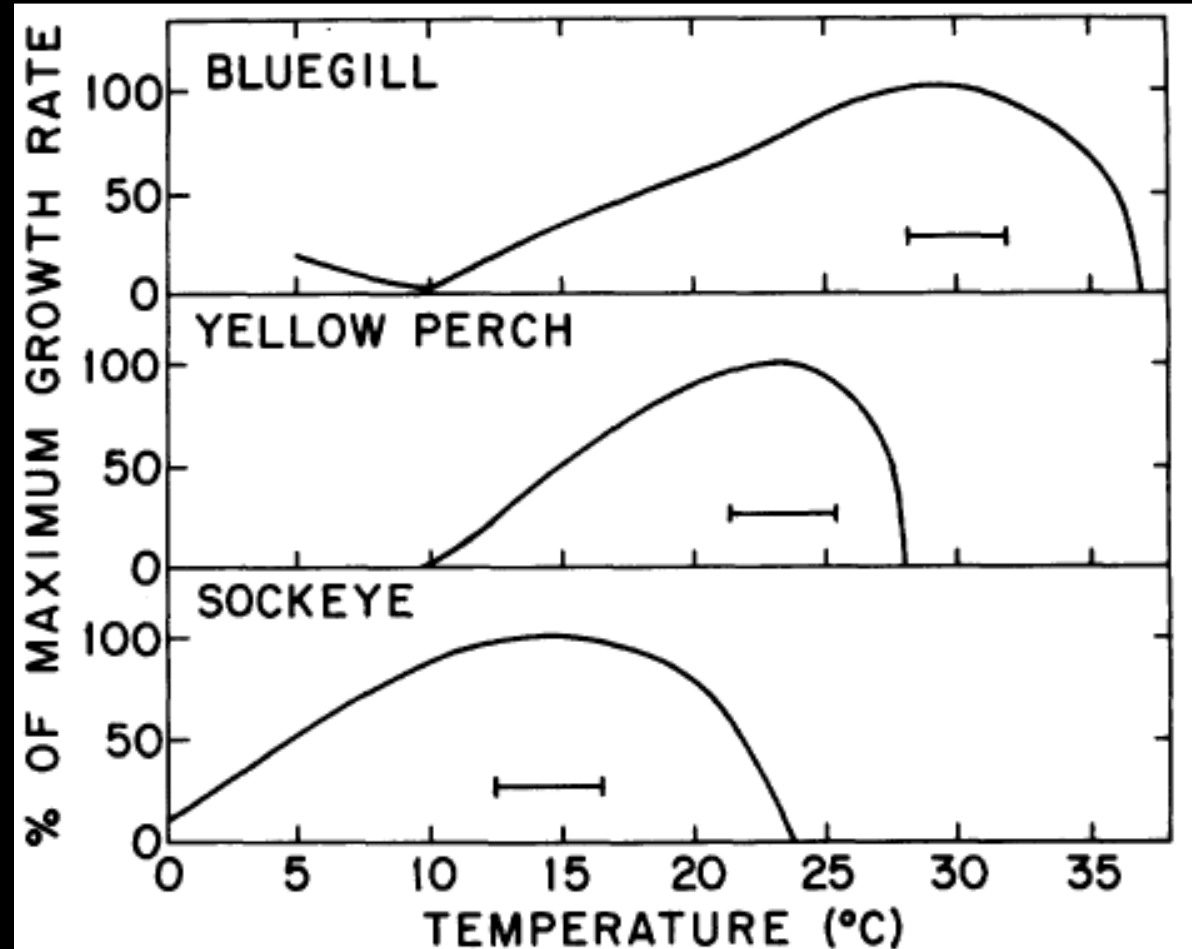
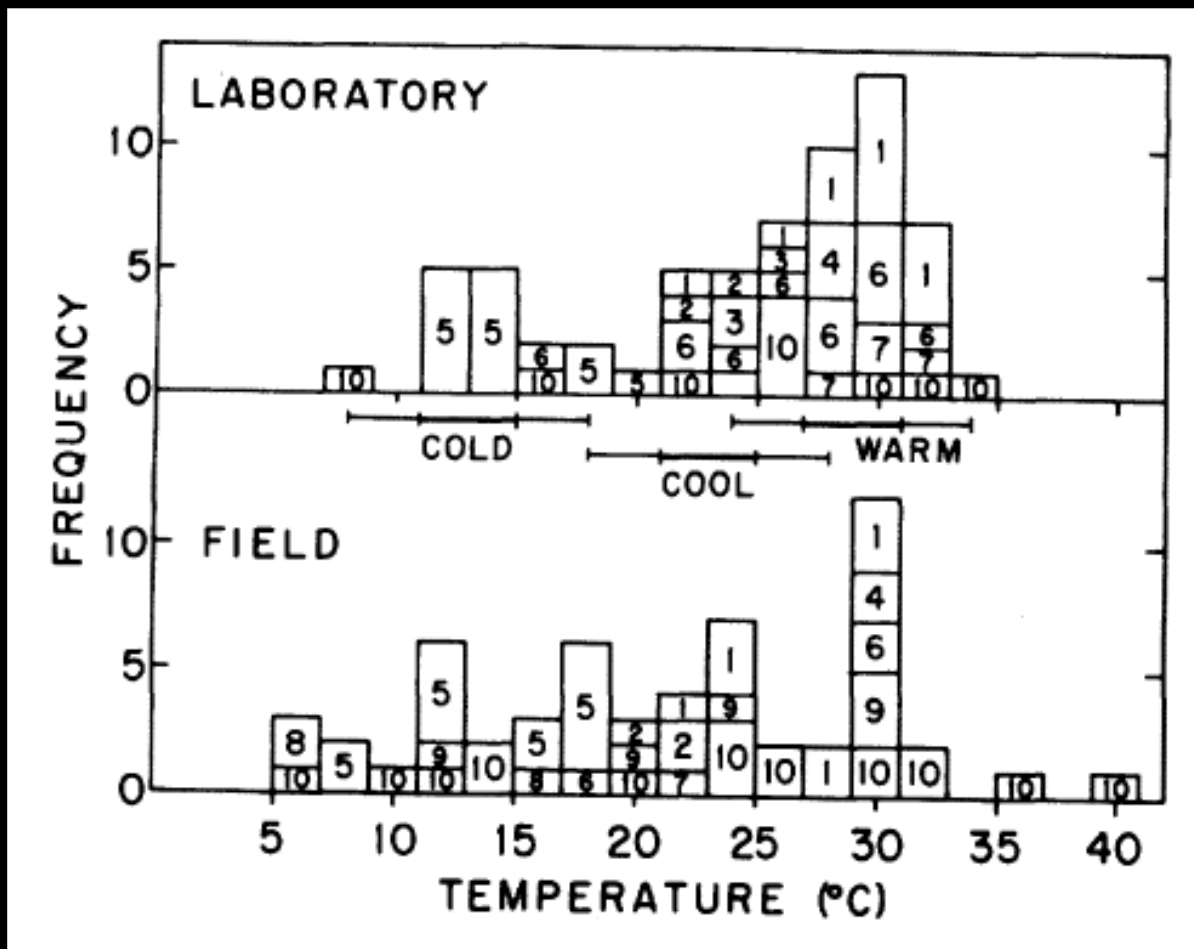
Veden värin vaikutus eri valon aallonpituuksien tunkeutumiseen vesipatsaassa



Valon määrän ja sameuden merkitys kalojen reaktiomatkaan



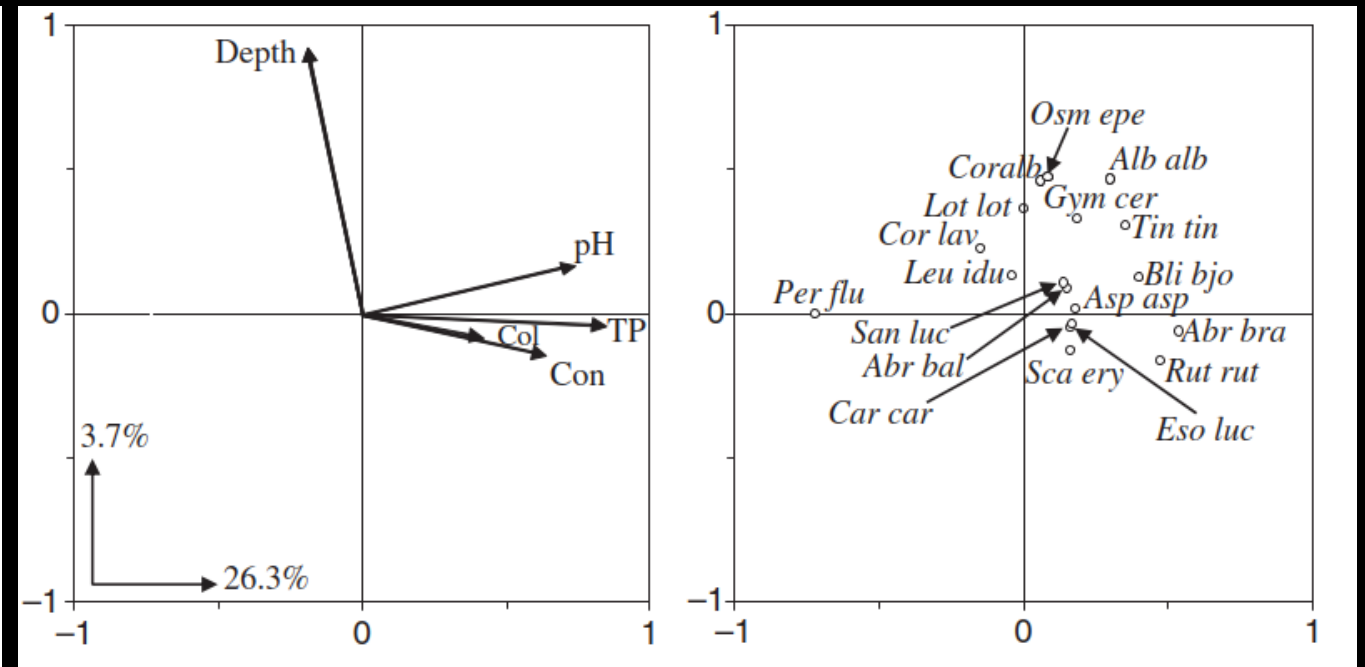
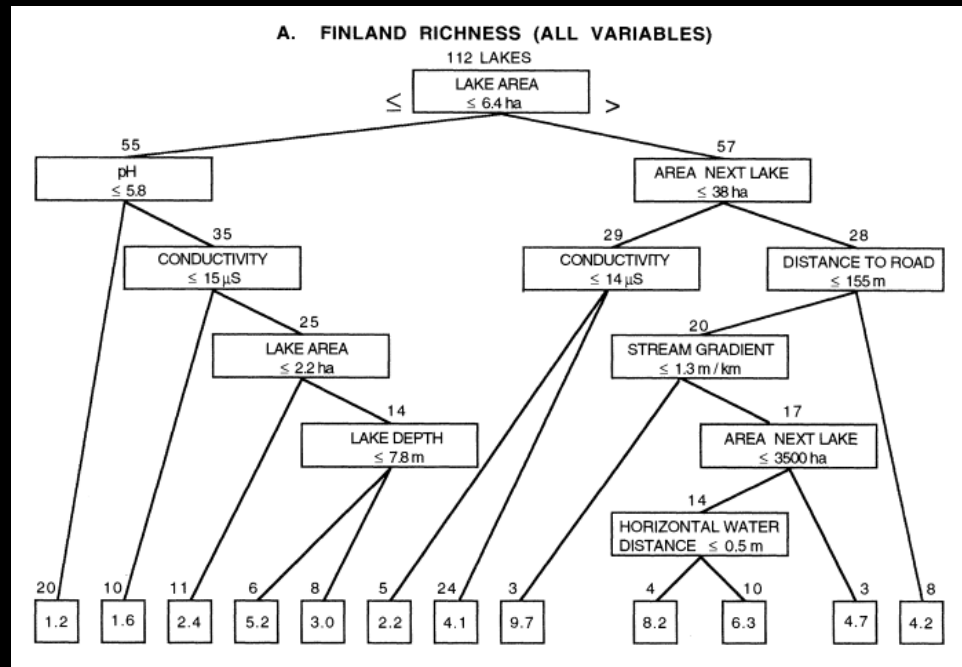
Kalat ovat sopeutuneet erilaisiin lämpötiloihin



Vaikutukset kalayhteisöön

Veden värin vaikutukset kalalajistoon

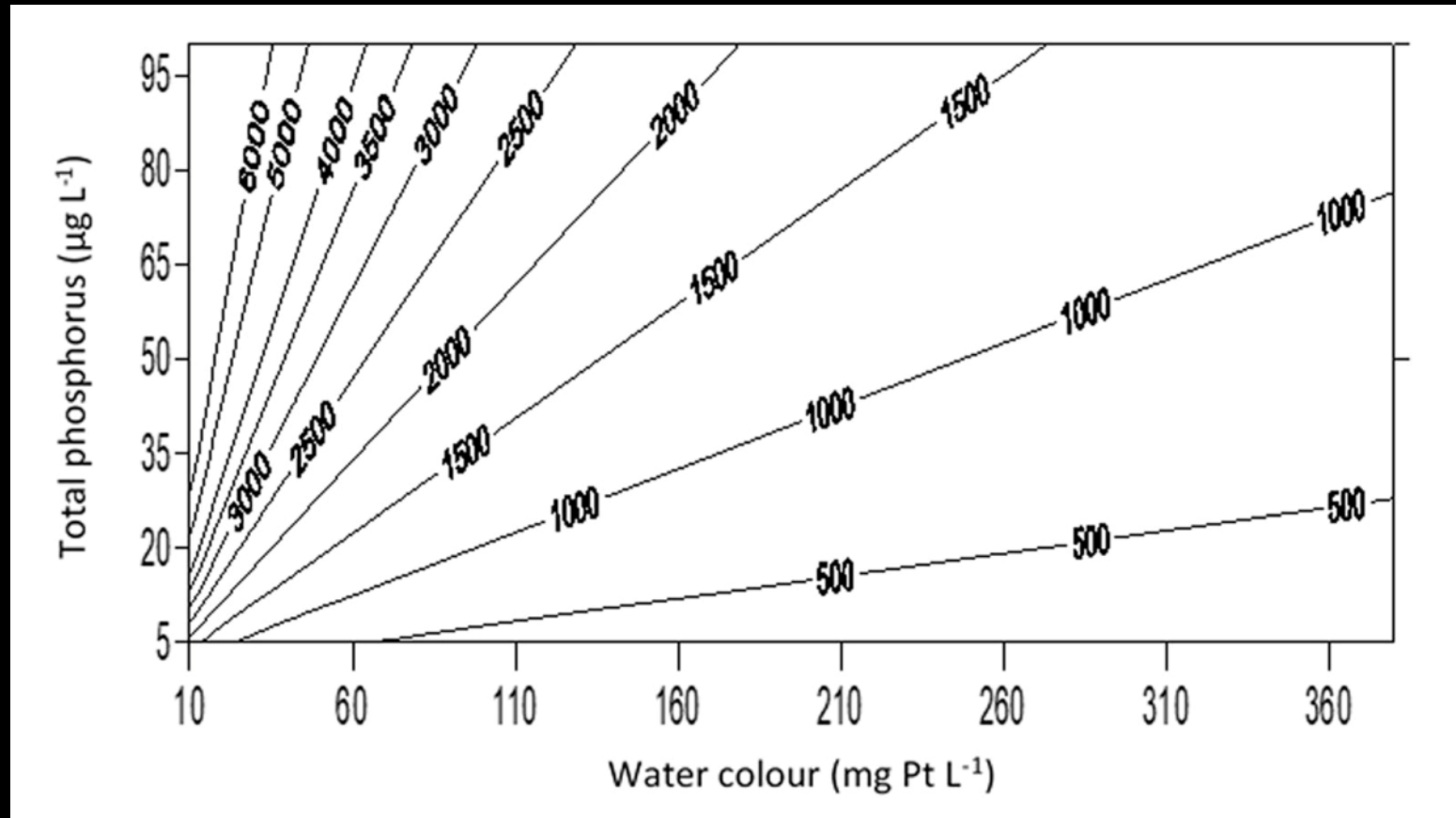
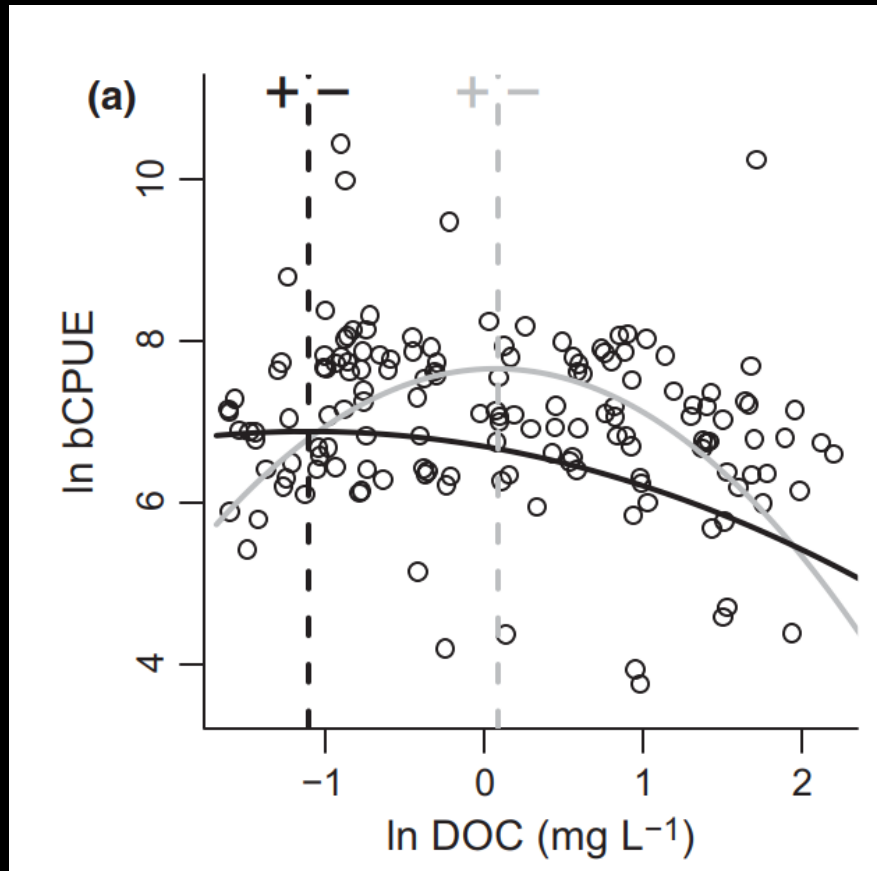
- Veden värin suora vaikutus kalalajien määrään jää usein muiden tekijöiden kuten järven pinta-alan, pH:n ja fosforin varjoon
- Tummumista hyvin sietäviä lajeja ovat ahven ja hauki. Mikäli pH pysyy siedettävällä tasolla >6 myös särki on tyypillinen laji



Värin ja verkkosaaliin välinen suhde

Norja: taimenen kappaleyksikkösaaliit

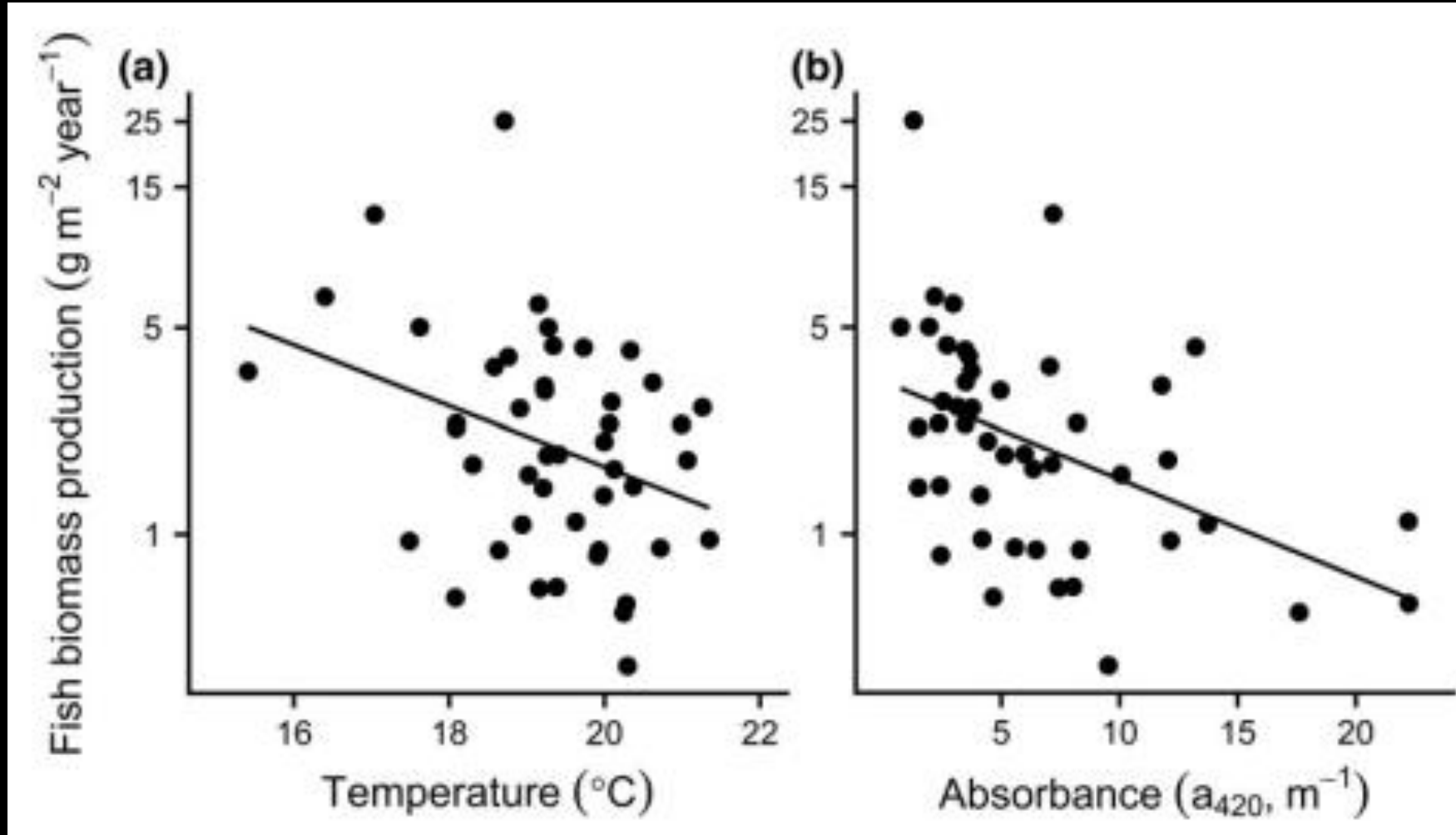
Etelä- ja Keski-Suomi: Nordic-kalastuksen painosaaliit matalissa järvissä



Finstad et al. 2014 Ecol. Lett.

Horppila et al. 2025 Ecosystems

Ahventuotanto vähenee tummissa vesissä

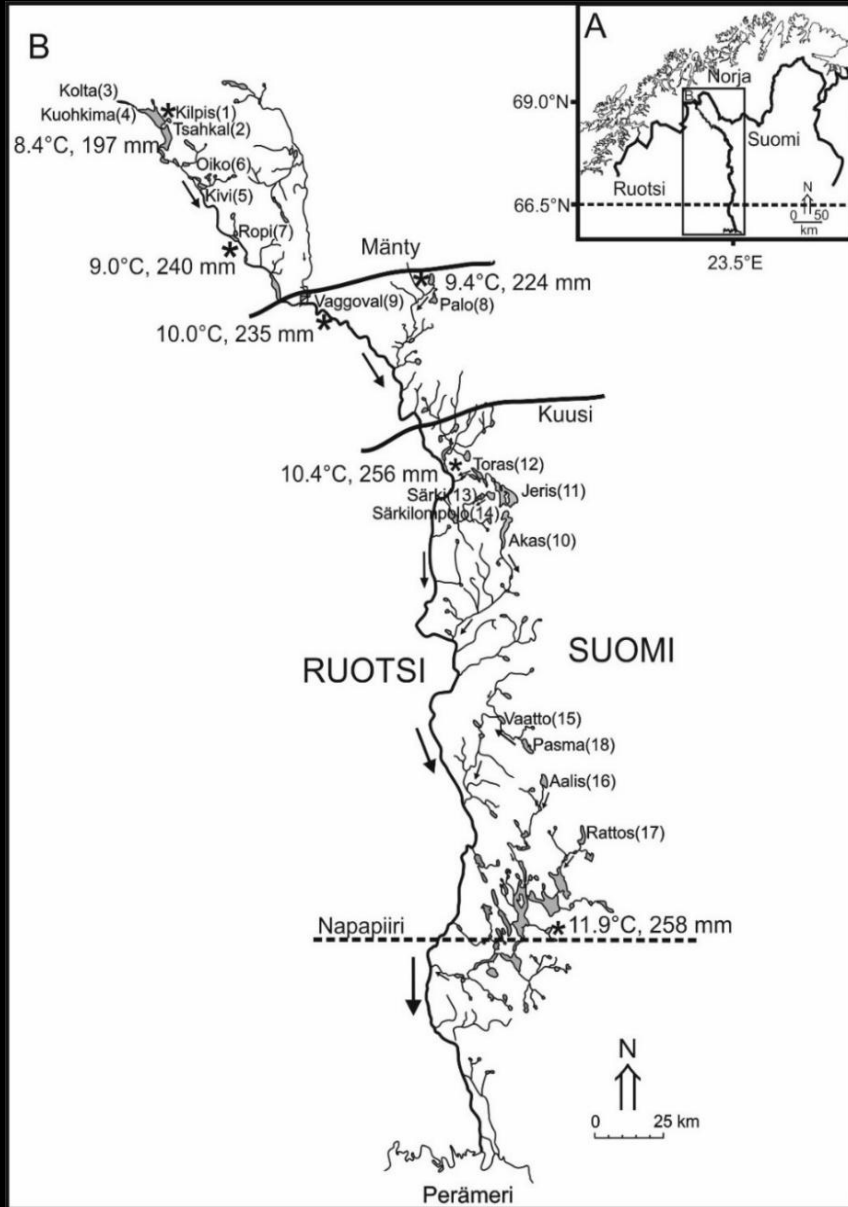


Tornio-Muoniojoen ilmasto-maankäyttökumo

Avovesikauden
lämpötila:
+3.2 °C

Sateisuus:
+30%

Kokonaisfosfori:
+45 µg/L



Siika



Muikku



Ahven



Hauki

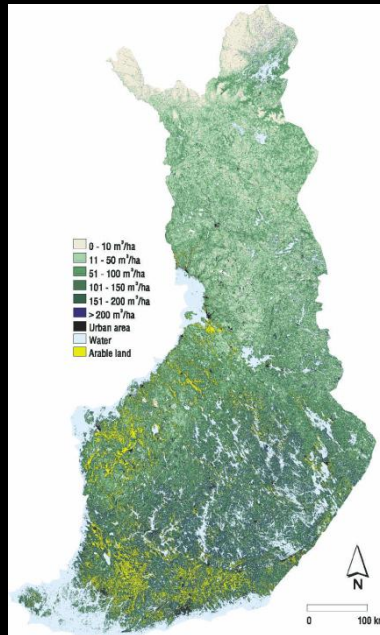


Kiiski

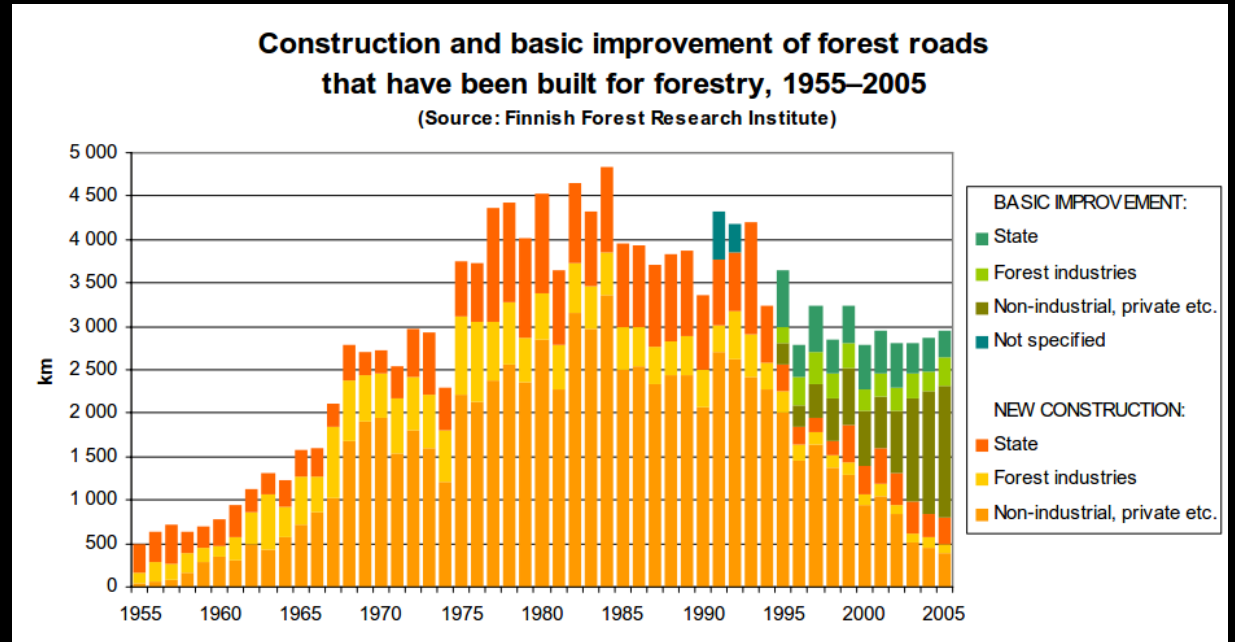
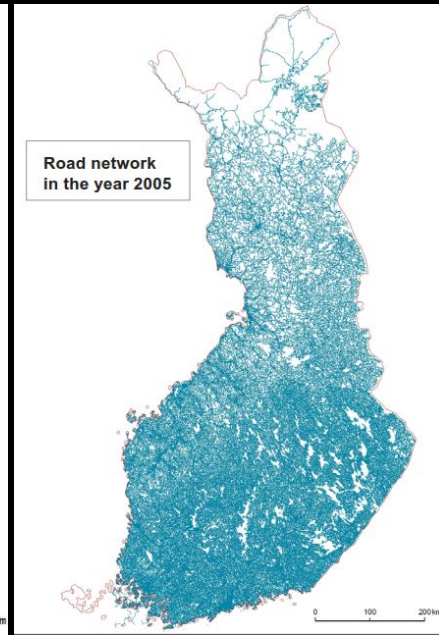


Särki

Metsätalouteen liittyvä maankäyttö



Puutilavuus ja Suomen tieverkosto



Metsätieden rakentaminen



Ilmakuva



Maanmuokkaus

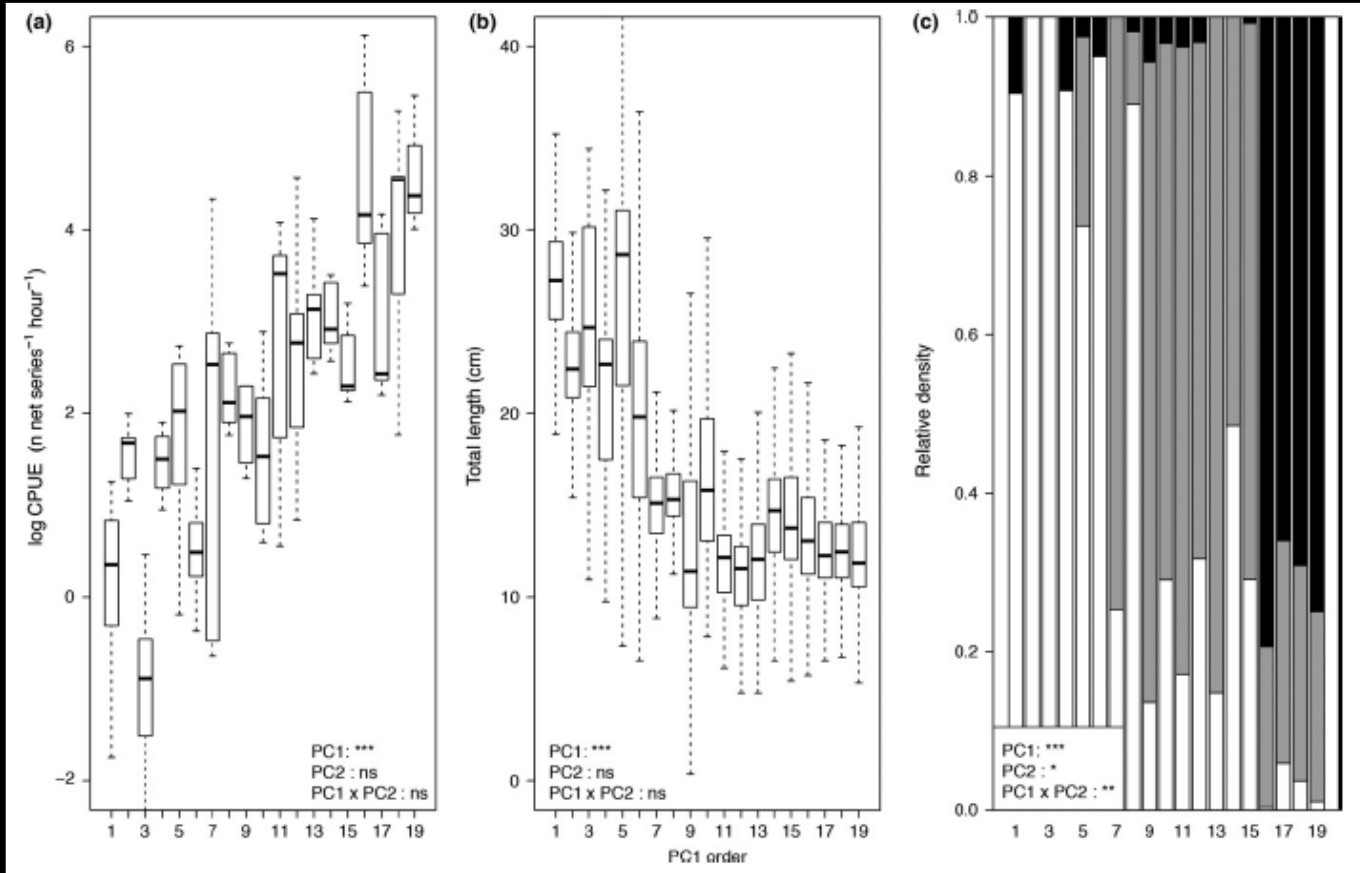


Ojitus

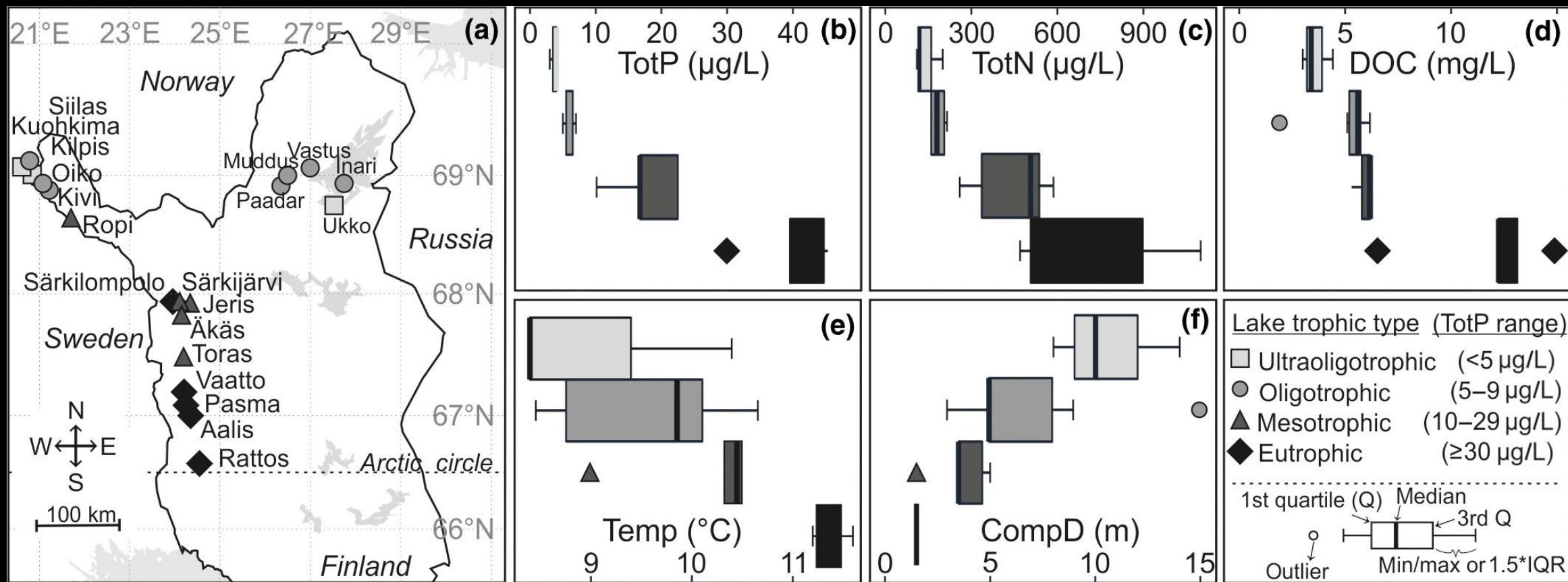


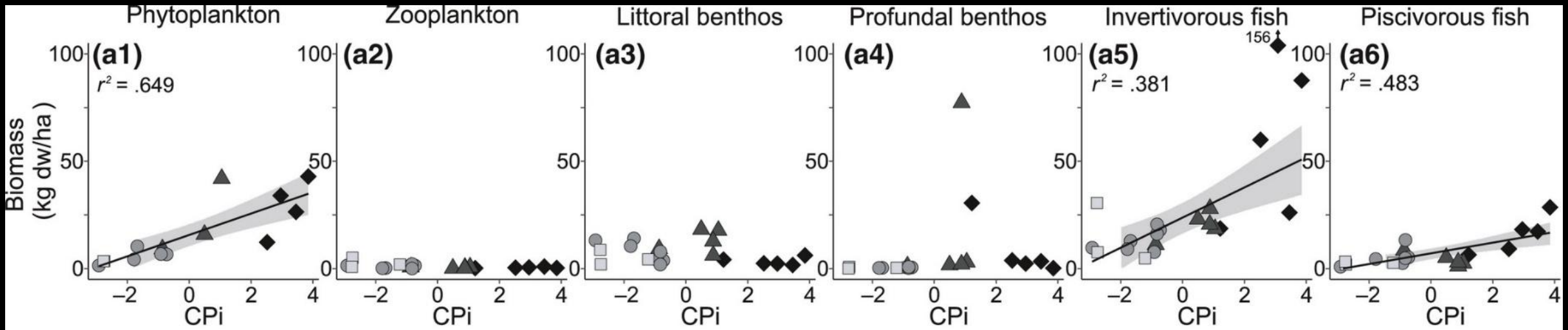
Eroosio

Kalayhteisömuutokset

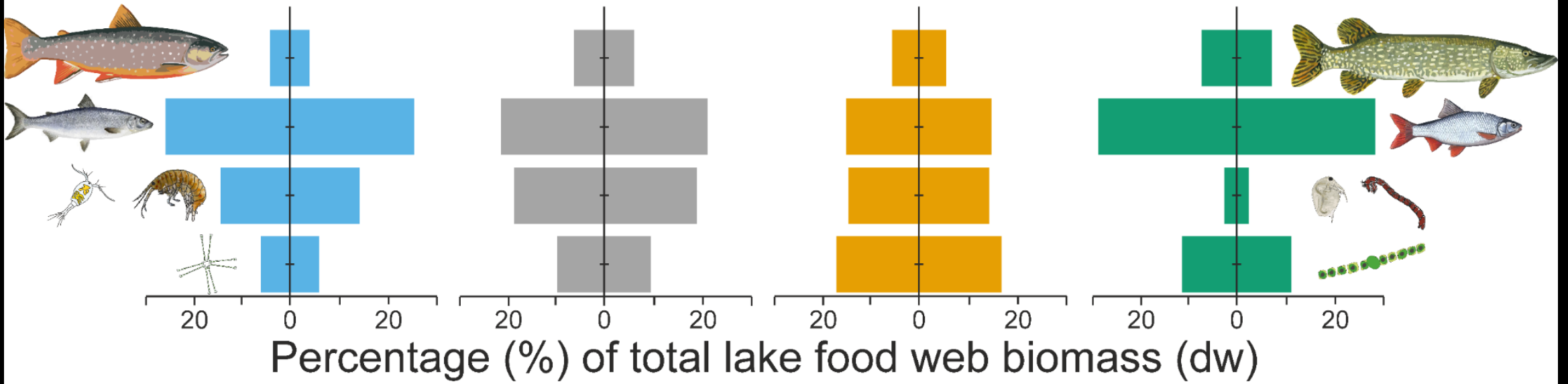


Vaikutukset ravintoverkoon





Increasing temperature and productivity →



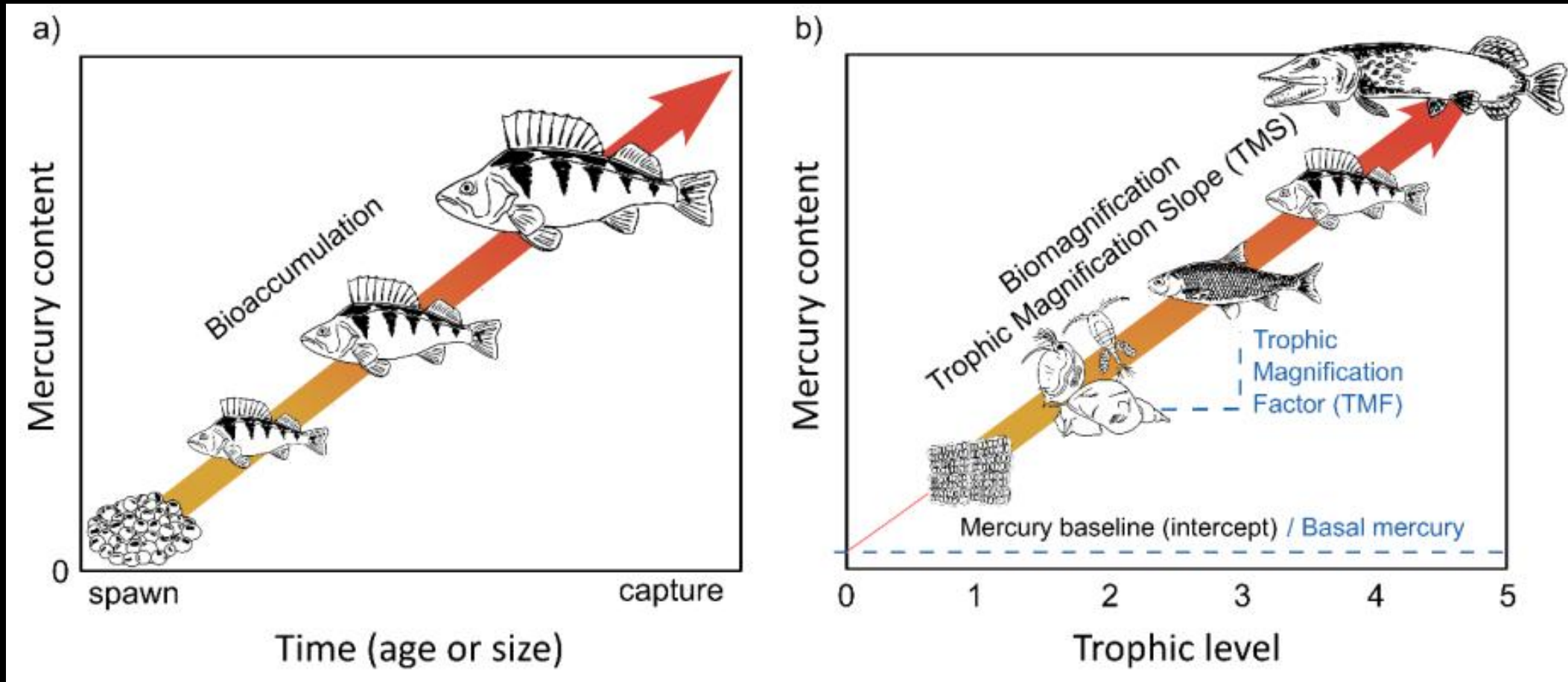
Ultraoligotrophic

Oligotrophic

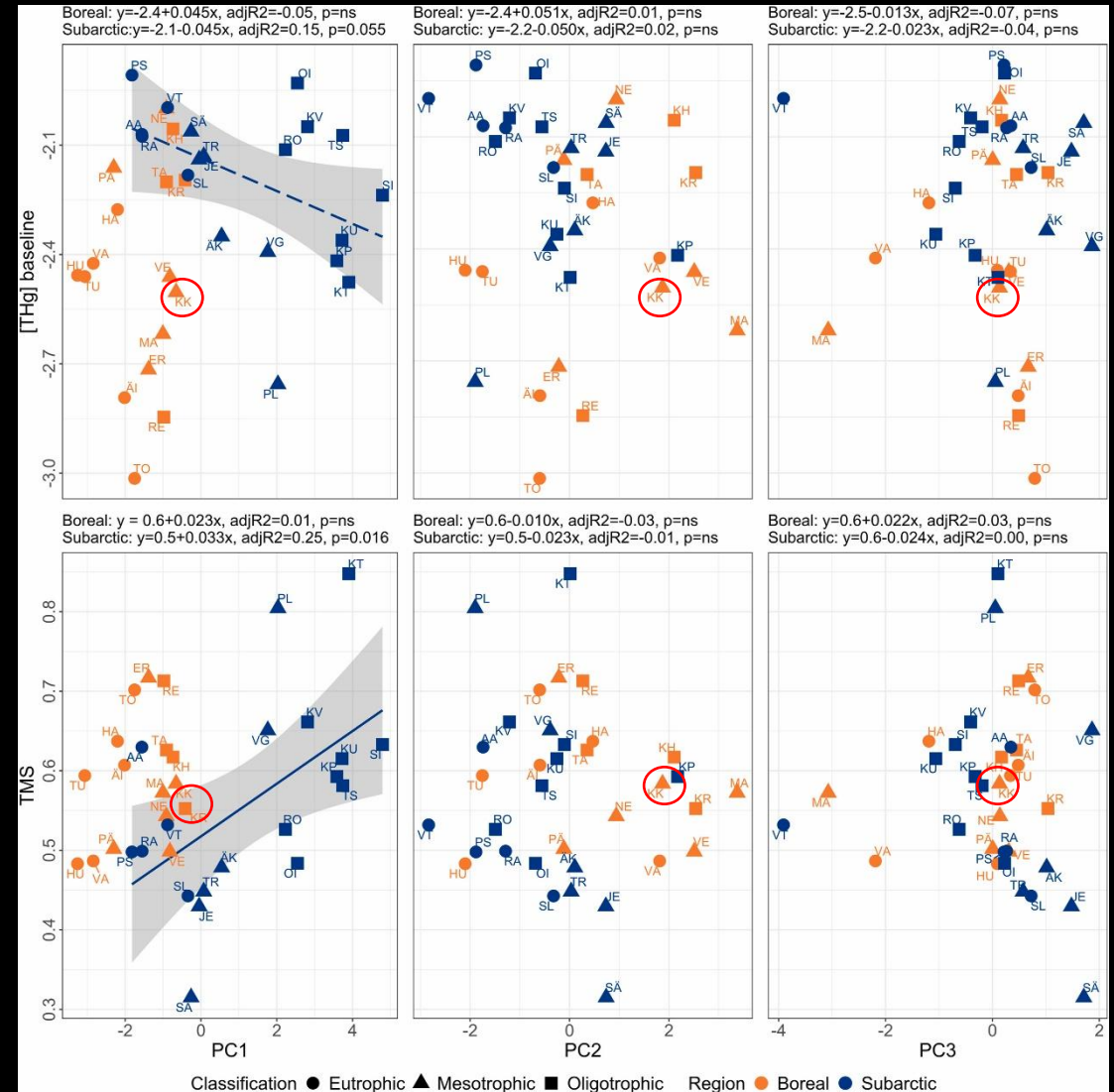
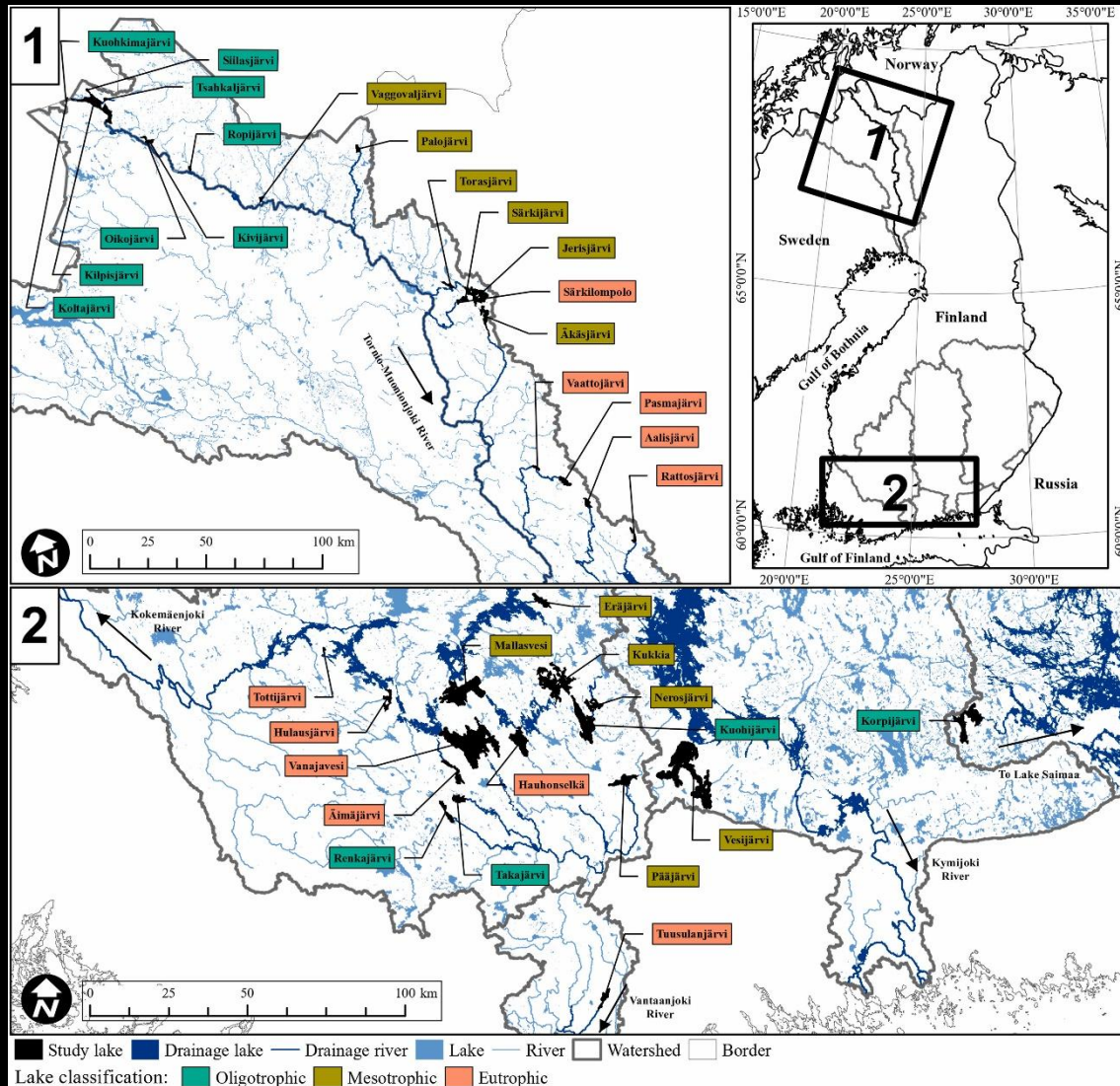
Mesotrophic

Eutrophic

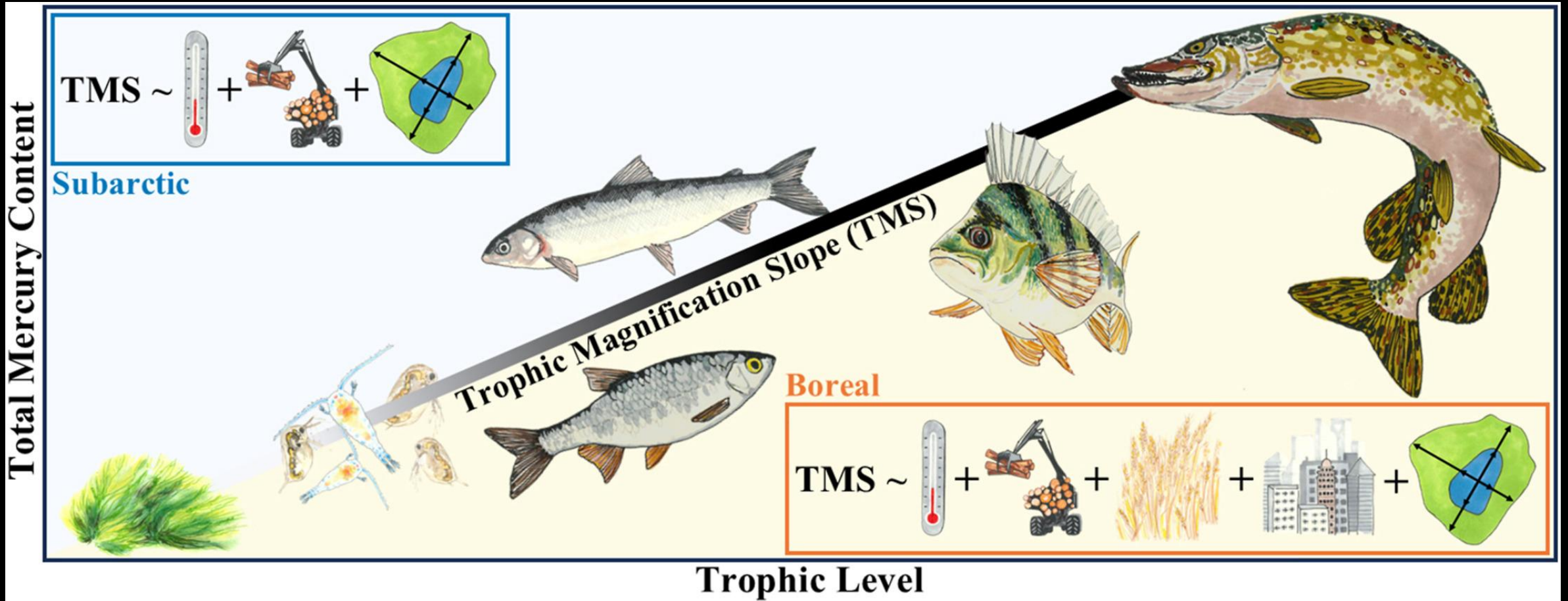
Elohopean kertyminen kaloihin ja rikastuminen ravintoverkossa



Elohopean rikastuminen järviravintoverkoissa



Elohopean rikastumista selittävät monet tekijät

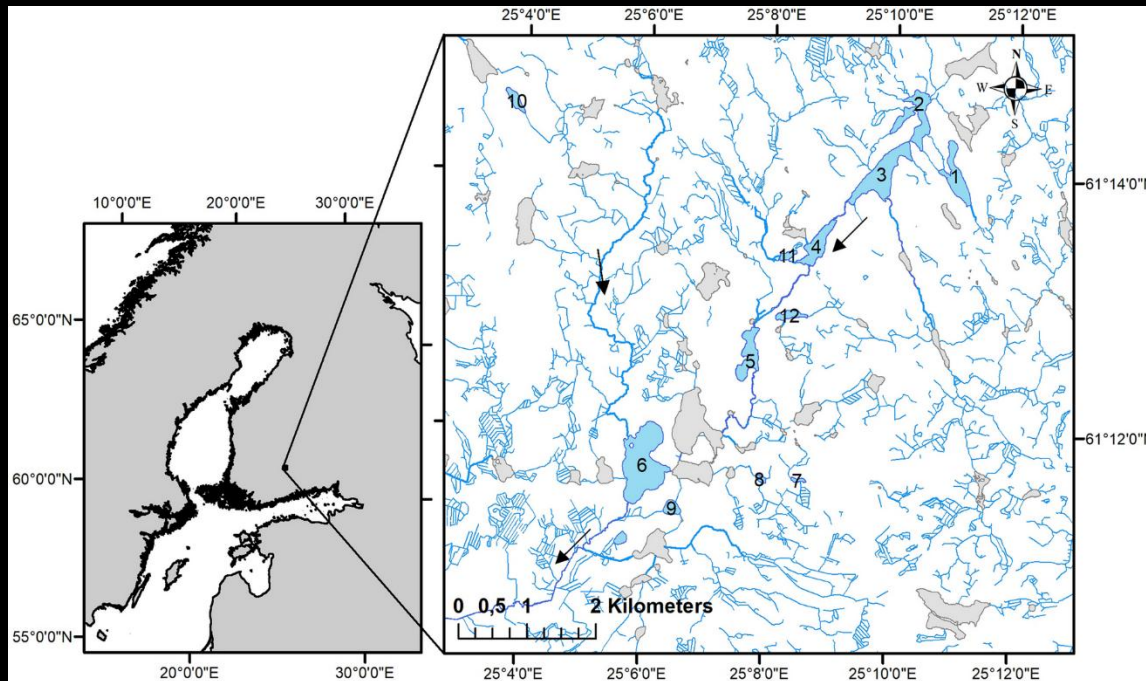


Hauki ja elohopea Evolla

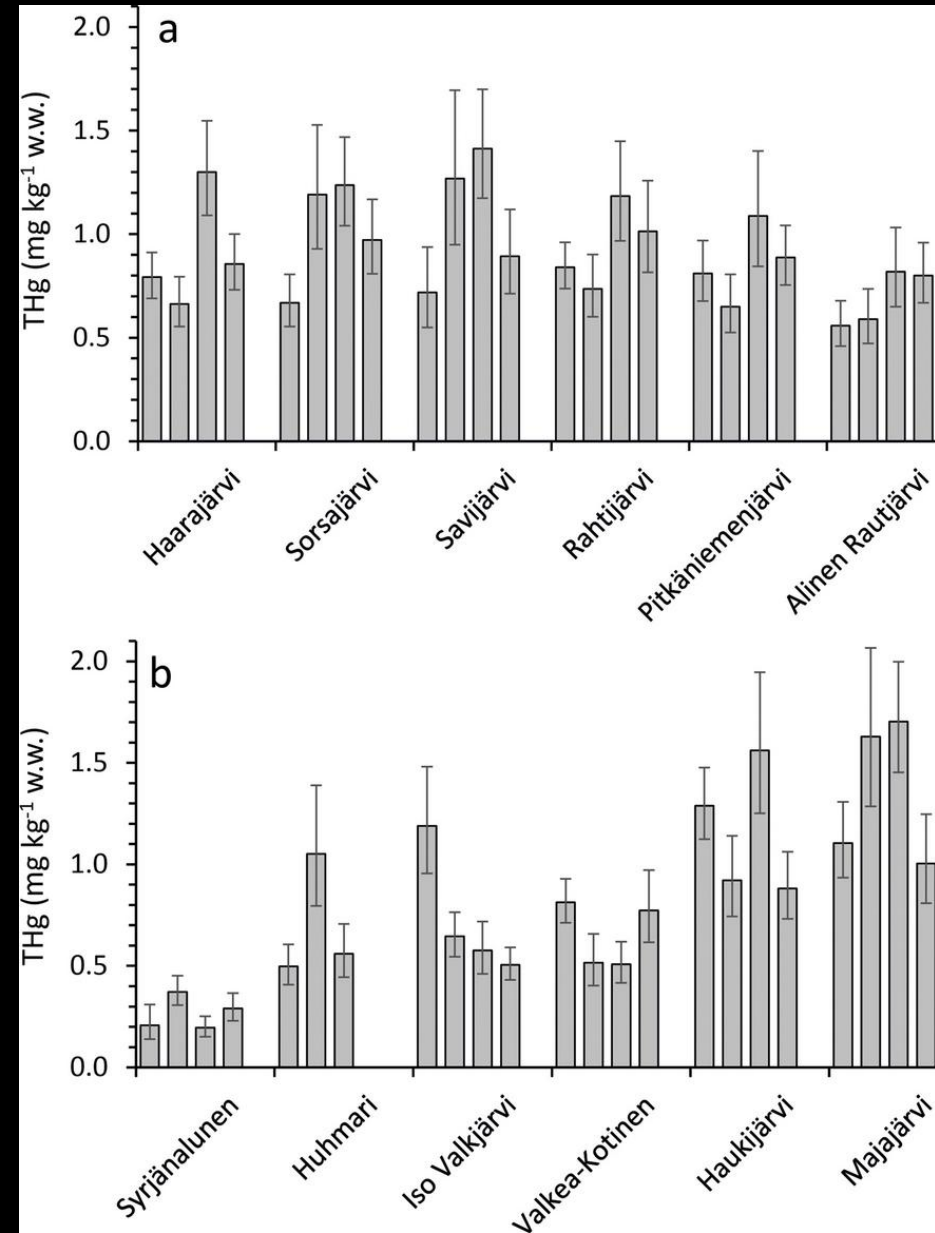
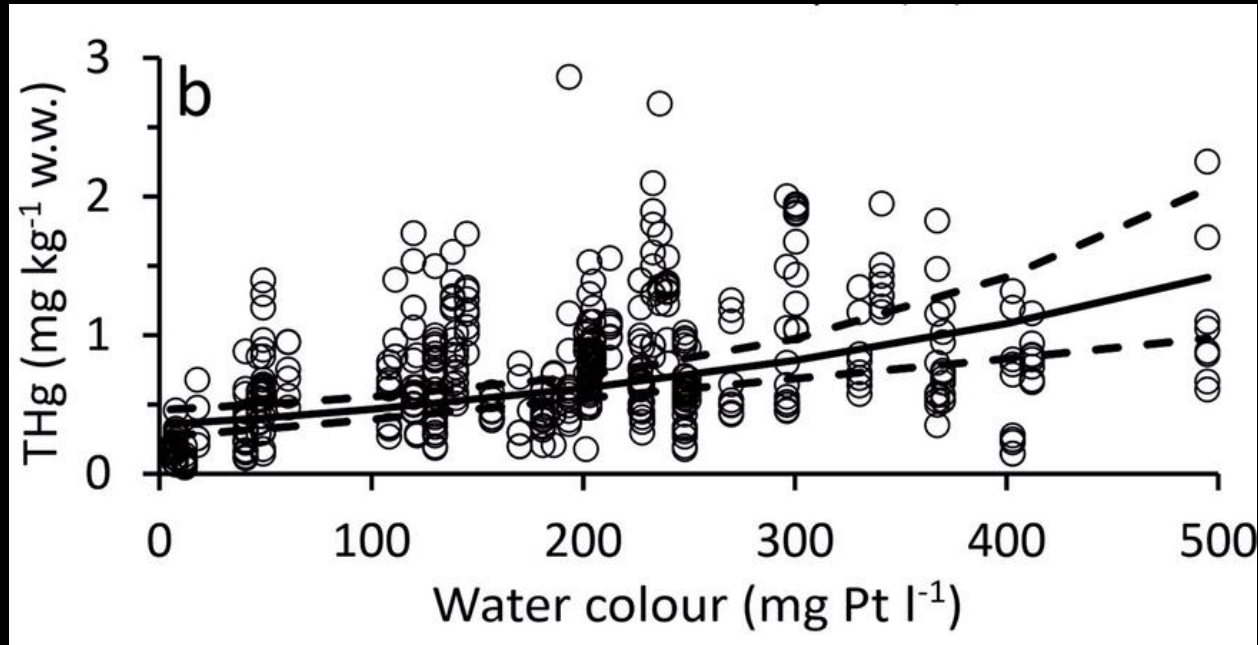
Evon hauki – veden väri ja elohopea



- Haukinäytteet (n. 10 kpl per järvi per ajankohta) eri vuosikymmeniltä 1982-2013
- 12 järveä hyvin kirkkaista hyvin tummiin järviin

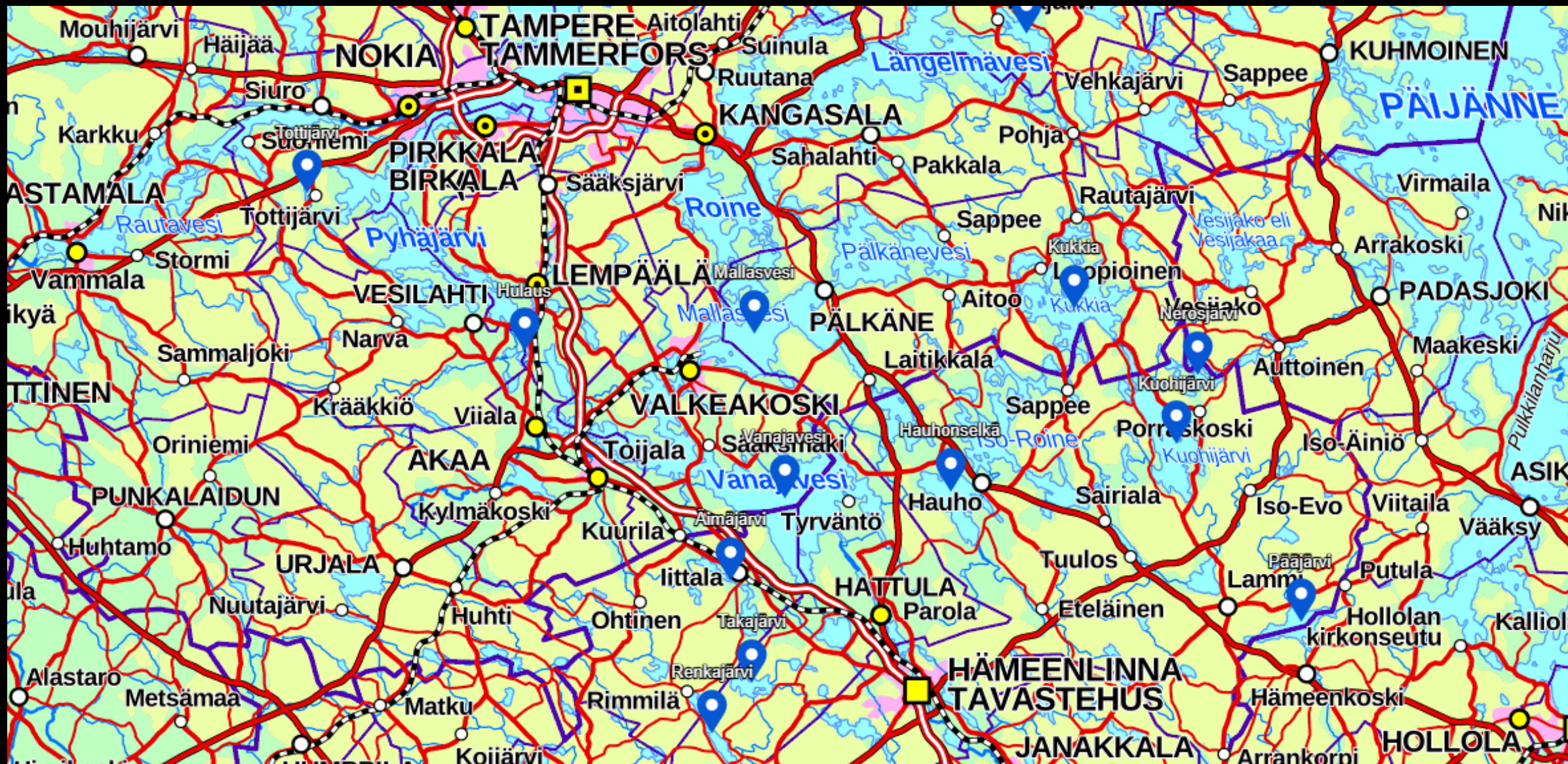


Evon haukituloksia



Meneillään olevista tutkimuskuvioista

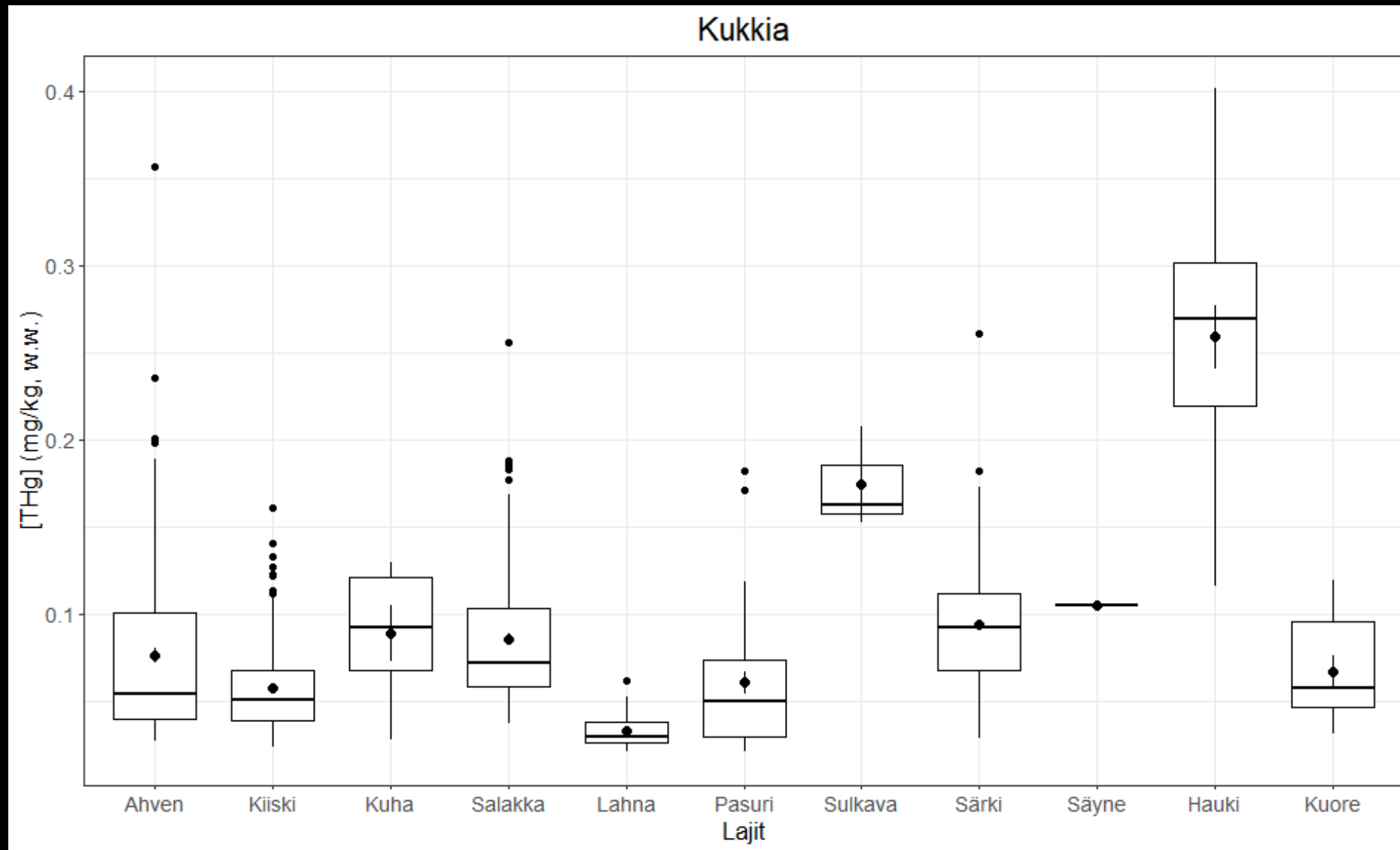
Kokemäenjoen suuremmat tutkimusjärvet



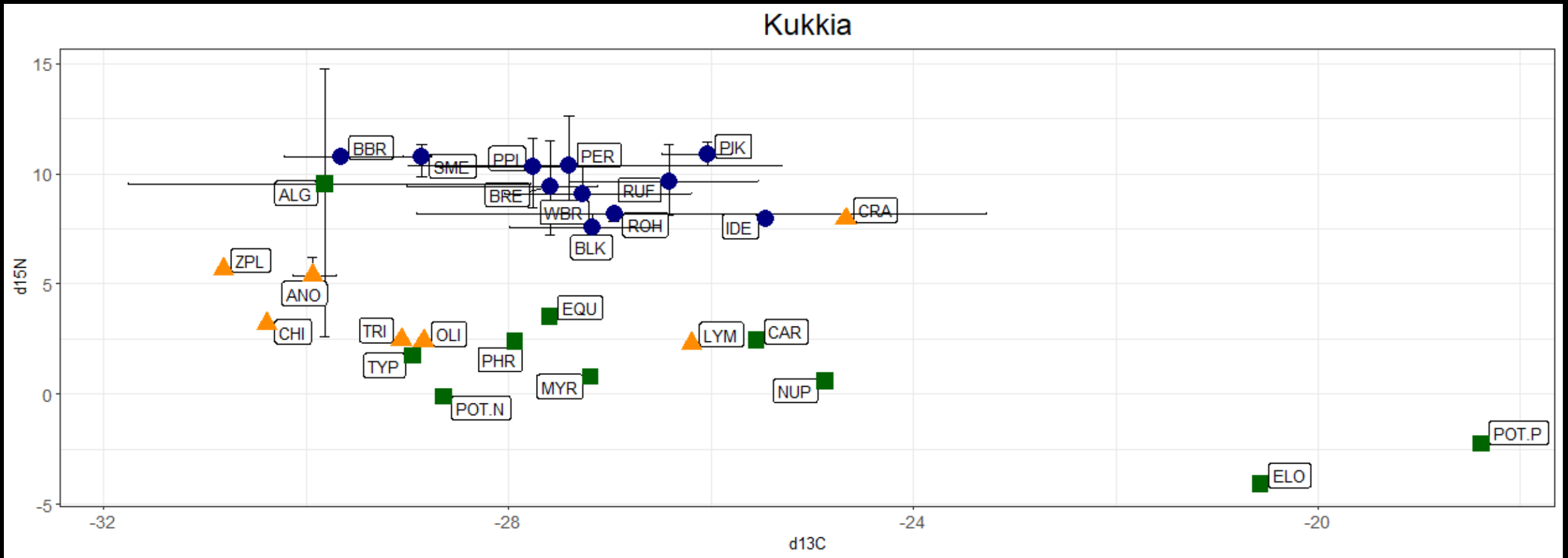
Vedenlaatutietoja

Järvi	Korkeus (m)	Pinta-ala (km2)	Maksimi-syvyys (m)	Näkösyvyys (m)	Väri (mg/L Pt)	Fosfori (ug/L)	Typpi (ug/L)	Hiili (mg/L)	chl-a (ug/L)	pH
Kuohijärvi	86.7	35	33	2.2	42	5.6	440	7	3.6	7
Takajärvi	109.6	6.1	18.3	2	68	8	503	11	3.8	7.4
Renkajärvi	121.9	6.2	29.3	2.1	63	7	440	13	4	7.3
Pääjärvi	102.9	13.5	85	1.5	77	12	1500	12	7	7.1
Mallasvesi	84.2	56.1	32.9	2	20	15	380	5	7.4	7.3
Nerosjärvi	93.5	7.8	20.5	2.5	65	16	430	10	8	7
Kukkia	86.6	43.9	35.6	2.2	21	16	340	7	4.3	7.1
Eräjärvi	87	8.4	10	0.9	27	27	640	11	22	7.3
Hauhonselkä	84.2	22.2	10	1	74	31	750	13	24	7.6
Äimäjärvi	81.8	8.6	9.9	1.1	28	41	944	12	17	7.6
Vanajanselkä	79.4	102.6	23.9	0.6	77	44	1300	10	26	7.4
Tottijärvi	87.6	0.7	6	0.7	21	52	900	9	38	7.2
Hulausjärvi	77.2	2.2	3.3	0.4	38	84	1300	15	84	7.3

Kukkian kalojen elohopeapitoisuus



Kukkian ravintoverkko isotooppien valossa



Yhteenvetoa

- Ihmistoiminta muuttaa vesien tilaa koko maan alueella ollen voimakkainta Eteläisessä-Suomessa
- Hajakuormituksen merkitys on kasvanut ja sen ennustettavuus on heikko ilmaston muuttuessa ja maankäytön voimistuessa
- Suomen vedet tummuu
- Kalayhteisöt ja ravintoverkot muuttuu
- Kalojen elohopeapitoisuus liittyy usein veden väriin
- Etelän ja pohjoisen järvet eroavat toisistaan sekä tummumisen kehityksen ja elohopean rikastumisen osalta
- Miten parantaa järvien tilaa muuttuvassa tulevaisuudessa?



Kiitokset mielenkiinnosta!

kimmo.kahilainen@helsinki.fi