

Kuinka vesiekosysteemit reagoivat muutokseen? Millainen on Pälkäneen järvien tila?



Kirsi Kuoppamäki, FT, Dos., ympäristöasiantuntija, tutkija
Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry

Kuinka vesiekosysteemit reagoivat muutokseen?

Maailma muuttuu

Päivästä päivään ympäröivä maisema näyttää enimmäkseen samalta kuin eilenkin: vain vähäisiä tai ei mitään muutoksia

- Ihmiset ovat pääsääntöisesti lyhytnäköisiä eivätkä kovin hyviä hahmottamaan pitkän ajan kuluessa tapahtuvia muutoksia
- Esim. aurinkokeskeinen maailmankuva, evoluutio ja auto olivat aikanaan vaikeita käsittää saati hyväksyä...
- ...eikä meille ole edelleenkään helppoa mieltää kuinka ympäröivä maailma ja sen muodostavat ekosysteemit ovat jatkuvassa muutostilassa
- Ekologiset systeemit kykenevät sopeutumaan muutoksiin, mutta kaikella on kuitenkin rajansa
- Ennen pitkää seuraukset havaitaan → ympäristönsuojelun ongelmien yksi juurisyistä

Walker & Salt 2006. Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world. Island Press, Washington, D.C., USA. 174 p.

Kuvat: Google

Suoria tekijöitä, jotka aiheuttavat muutoksia ekosysteemeissä

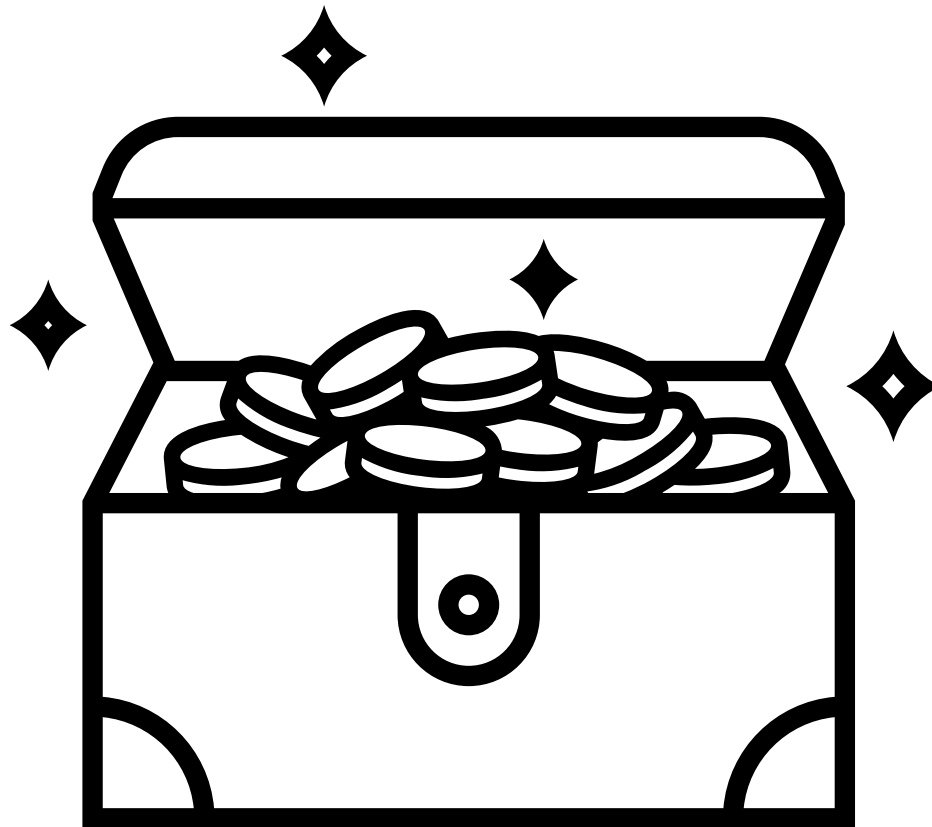
- maankäyttö
- uudet lajit tai lajien häviäminen
- teknologiset vaikutukset
- ulkoinen ravinne- ym. kuormitus
- luonnonvarojen kulutus
- ilmastonmuutos



Kuva Keurusselältä 2021: Rio Gandara, HS, <https://dynamic.hs.fi/a/2021/hakattumielenmaisema>

Millennium Ecosystem Assessment 2003,
"Conceptual Framework" report
www.millenniumassessment.org or <http://MAweb.org>

Epäsuoria tekijöitä, jotka aiheuttavat muutoksia ekosysteemeissä



- talous
- globalisaatio, markkinat
- sosiaalis-poliittiset tekijät
- hallinto, lainsäädäntö
- teknologia ja tiede
- kulttuuri, uskonto
- kuluttajavalinnat

Millennium Ecosystem Assessment 2003,
"Conceptual Framework" report
www.millenniumassessment.org or <http://MAweb.org>

Muutokset aiheuttavat häiriöitä



Kuva: Pertti Vesanen

- Ekosysteemin vasteet häiriöihin riippuvat sen joustavuudesta (resilienssistä)
= kyky vastaanottaa muutoksia ja silti ylläpitää pääosin sama rakenne, toiminta ja puskurimekanismit
= kyky käydä läpi muutoksia ilman että ylitetään kynnysarvo, jonka toisella puolella ekosysteemin tila muuttuu olennaisesti toisenlaiseksi
- Ekosysteemien toiminta on epälineaarista dynamiikkaa ajallisesti ja alueellisesti

Walker & Salt 2006. Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world. Island Press, Washington, D.C., USA. 174 p.

Ekosysteemi muuttuu kun sen joustavuus (resilienssi) murtuu

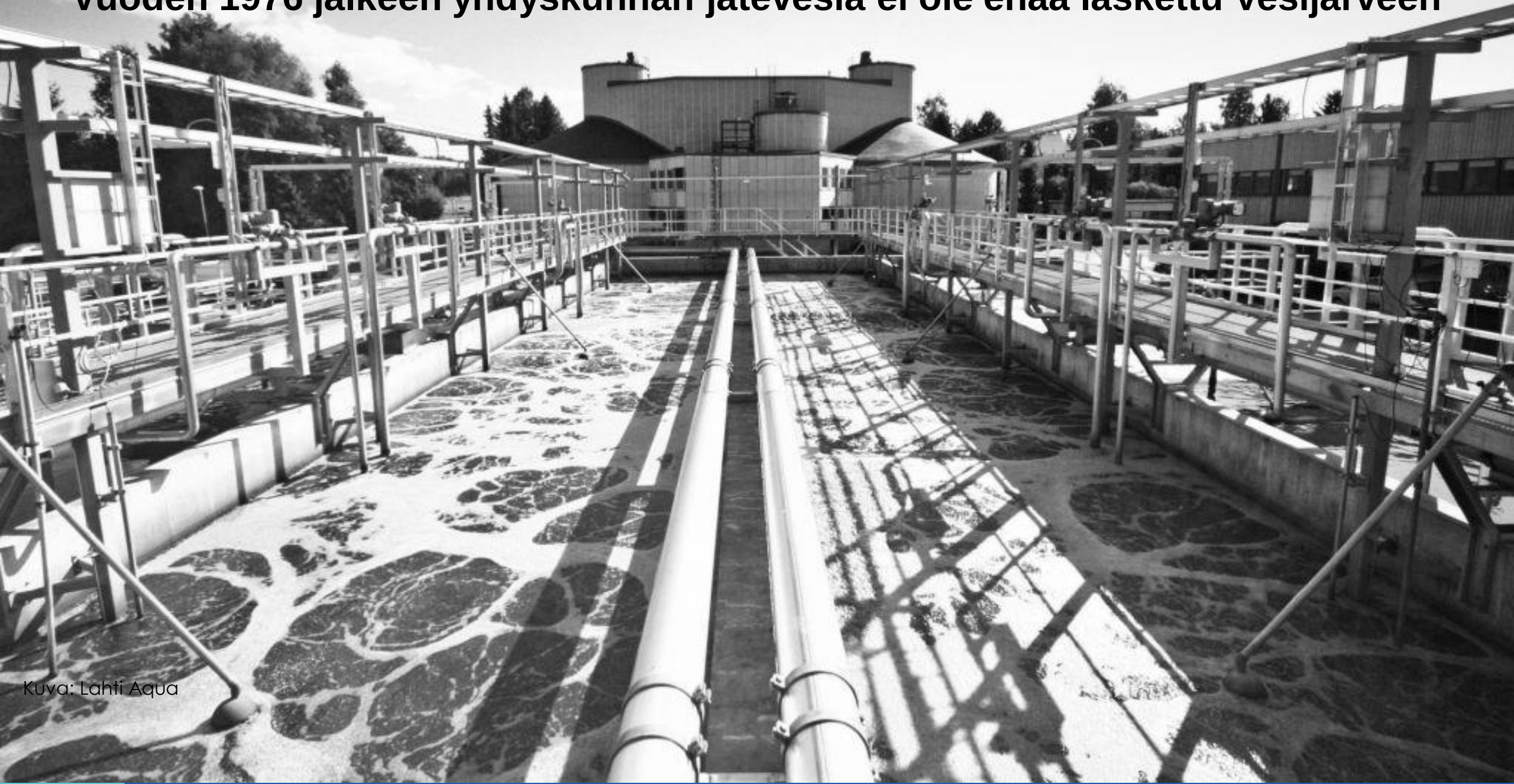


Kuva kirjasta *Lahti, kuvia kaupungista* (kuva ilmeisesti vuodelta 1978)

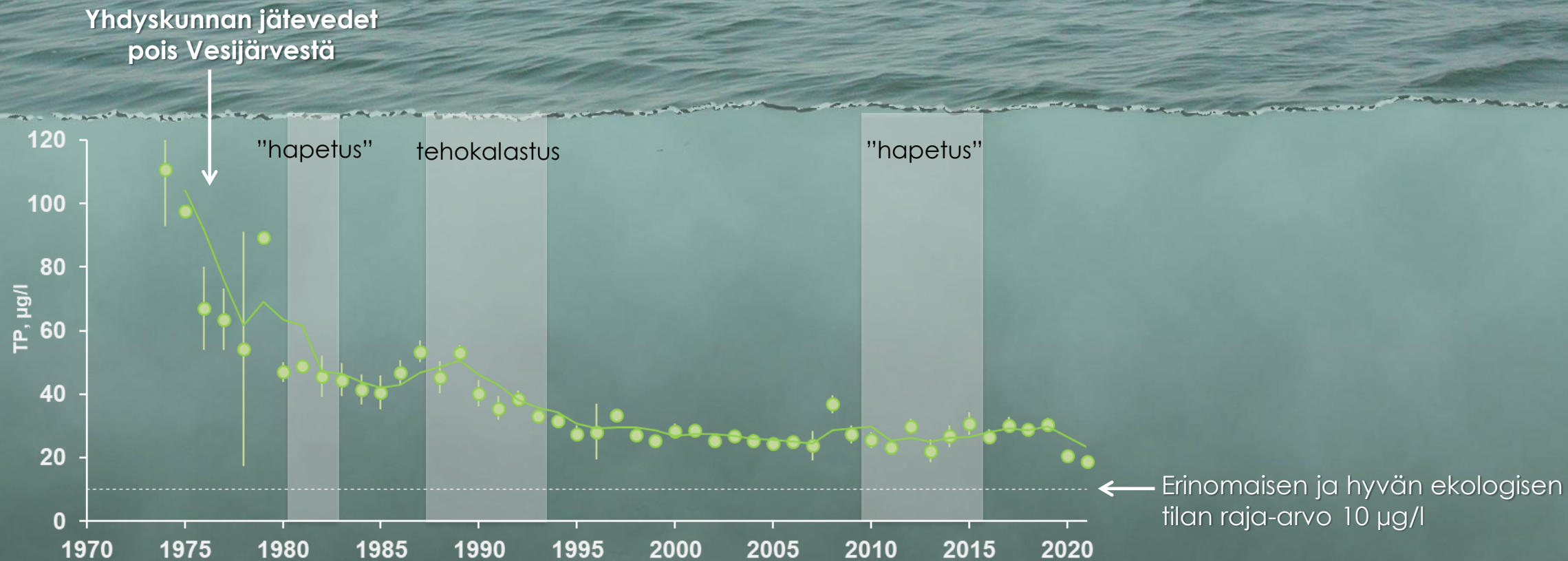
- Tarpeeksi iso hetkellinen häirö tai tarpeeksi pitkään jatkunut vähittäinen häiriö → ekosysteemin tila muuttuu
- Johtaa heilahdukseen toisenlaiseen tilaan, jota ohjaavat erilaiset prosessit
- Esimerkiksi: pitkäaikainen ravinnekuormitus tekee ennen karun ja kirkasvetisen järven reheväksi ja levien samentamaksi
 - Runsastuneiden planktonlevien aiheuttaman veden samentumisen vuoksi uposlehtinen vesikasvillisuus taantuu

Esim. Anttila, S., Ketola, M., Kuoppamäki, K. & Kairesalo, T. 2013. Identification of a biomanipulation-driven regime shift in Lake Vesijärvi: implications for lake management. *Freshwater Biology* 58, 1494-1502.

Vuoden 1976 jälkeen yhdyskunnan jätevesiä ei ole enää laskettu Vesijärveen



Fosforipitoisuus Lahden Vesijärven Enonselän ulappavedessä



Kaikella on rajansa: lopulta muutos voi tapahtua hyvinkin nopeasti



Kuva: Matti Honkavaara

- Kun järviekosysteemin tila heilahtaa yli kynnysarvon, uusi tila “vastustaa” kunnostustoimia
 - uusi tila on joustava, resilientti
- Ravintoverkon rakenne ja toiminta muuttuu olennaisesti toisenlaiseksi, mikä vaikuttaa ravinteiden kiertoon

Carpenter 2003. Regime shifts in lake ecosystems: pattern and variation. Excellence in Ecology 15, Ecology Institute, 195 p.

Fosforikuormitus suosii sinileviä

- Jos fosforikuormituksen kynnysarvo tiedetään, voidaan arvioida kuinka paljon järvi sitä sietää ja pystytään estämään rehevöityminen
- Suuri ongelma: kriittisiä kynnysarvoja erittäin vaikea löytää ennen kuin ne ylitetään
- Kaiken lisäksi kynnysarvot muuttuvat ajan myötä kun ekosysteemin rakenne ja toiminta muuttuu

Vesijärven satama, elokuu 2016

Kuva: Kirsi Kuoppamäki

Carpenter 2003. Regime shifts in lake ecosystems: pattern and variation. Excellence in Ecology 15, Ecology Institute, 195 p.

Tutkimus auttaa ymmärtämään häiriöiden, kunnostusten jne. vaikutuksia



- Kokeellinen tutkimus: voidaan manipuloida erilaisia tekijöitä, kuten ravinnekuormitusta, kalojen määrää ja/tai vesikasvillisuutta
- Kokonaisen järviekosysteemin tilan pitkäaikainen saurantatutkimus:
 - Nähdään millaisia muutoksia tunnetut ulkoiset ja/tai sisäiset häiriöt aiheuttavat
 - Havaitaan suuntaus minne järven tila on kenties muuttumassa jotta asiaan voidaan reagoida mahdollisimman ajoissa
 - Etenkin hitaasti muuttuvien tekijöiden mittaaminen (kuten ravinnepitoisuus)

Tutkimus auttaa löytämään keinoja vesistöjen kunnostamiseen

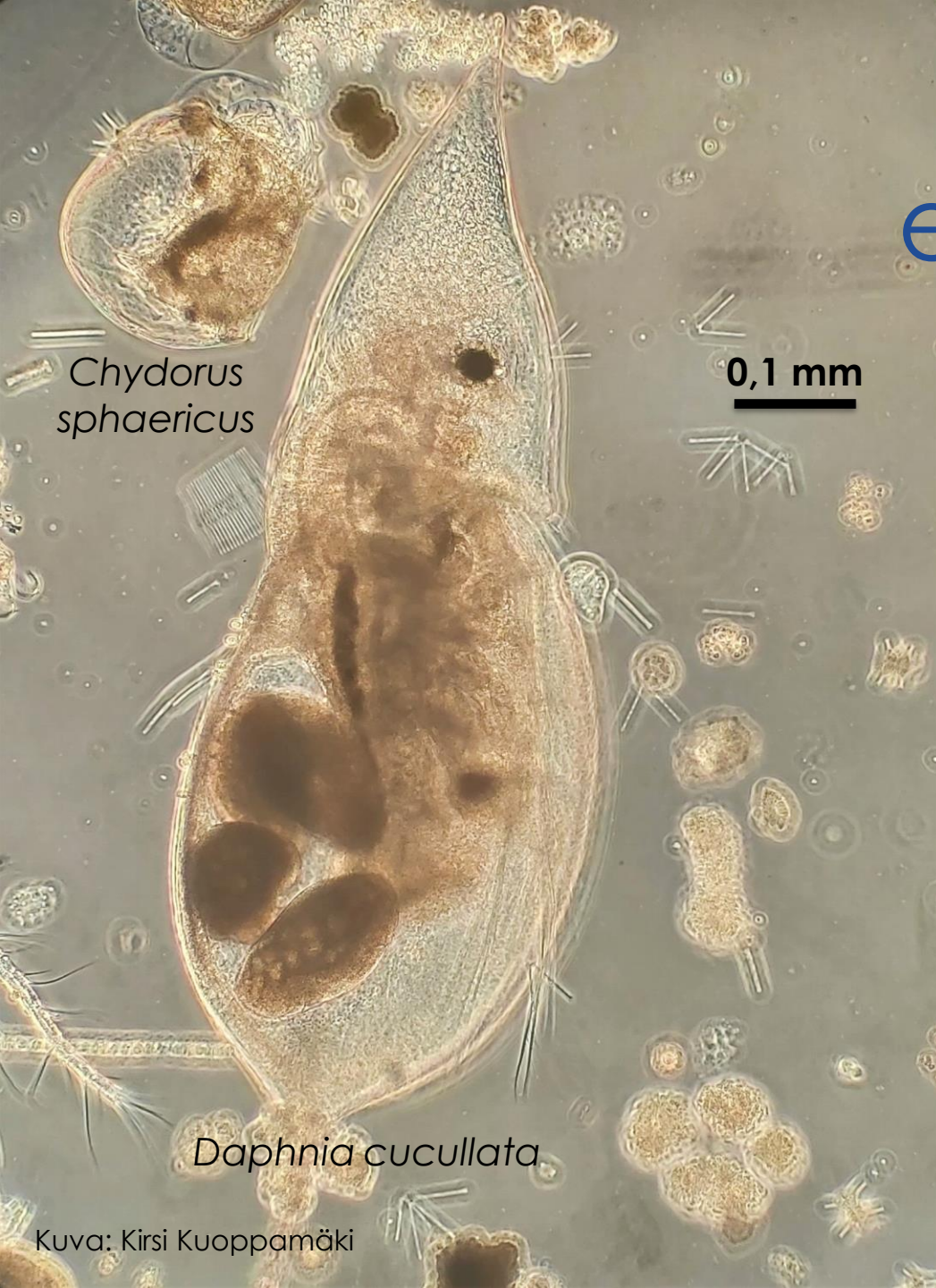


Kuva: Kirsi Kuoppamäki

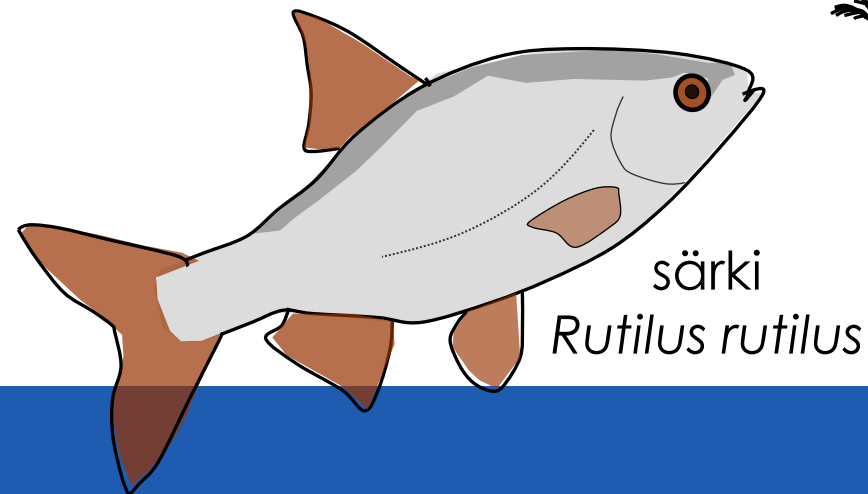
- Esimerkiksi uposlehtinen vesikasvillisuus auttaa ylläpitämään kirkasvetistä tilaa vaikka ravinteita olisikin runsaasti
 - Ottavat vedestä ravinteita
 - Vähentävät sedimentin sekoittumista veteen
 - Varjostavat
 - Erittävät kemikaaleja, jotka estävät leviää kasvamasta
- Uposlehtinen vesikasvillisuus tarjoaa lisäksi piilopaikkoja vesikirpuille

Ravintoverkko ohjaa ekosysteemin toimintaa

- Kun planktonia syöviä kaloja on vähän, isokokoiset vesikirput ja muut suuret planktonäyriäiset voivat esiintyä runsaina ja pystyvät säätelemään planktonlevien yhteisön koostumusta ja määrää...
- ...toisin kuin pienikokoiset vesikirput, jotka runsastuvat kun planktonia syövät kalat valikoivat suurikokoisia vesikirppuja ravinnokseen



Kuva: Kirsi Kuoppamäki



Ravintoverkko ohjaa ekosysteemin toimintaa



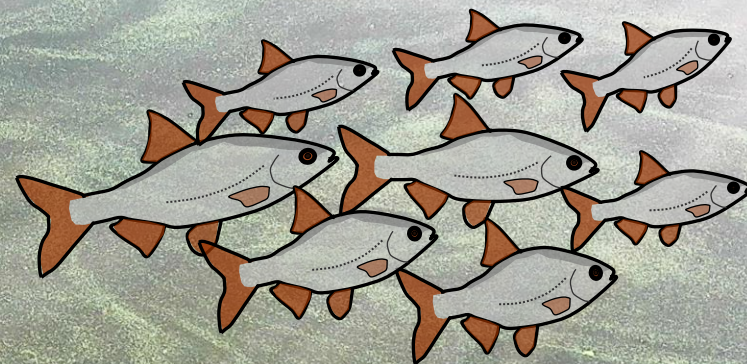
- Etenkin suurikokoiset *Daphnia*-vesikirput sitovat biomassaansa tehokkaasti etenkin fosforia, joka on silloin poissa levien saatavilta
→ Suurikokoisista vesikirpuista koostuva eläinplanktonyhteisö voi estää sinileväkukintojen syntymistä
- Ravintoverkolla keskeinen merkitys ravinteiden kierrossa järviekosysteemeissä



Daphnia longiremis

Kuva: Kirsi Kuoppamäki

Kalat, etenkin särki, kierrätti ravinteita ja siirsi niitä
ranta-alueilta ulapalle levien käytettäväksi



Tehokalastus 1988-1993

Hoitokalastus 1994-



Kuva: Lasse Tuominen

- Vesijärven Enoselältä kalastettiin yli 1,2 milj. kg (460 kg/ha) “roskakalaa”
 - pääasiassa särkeä (*Rutilus rutilus*): 52 %
 - toiseksi runsain saaliskala oli kuore (*Osmerus eperlanus*): 28 %
 - Molemmat syövät erittäin tehokkaasti eläinplanktonia, kuoreen ravintona on pelkästään eläinplankton
- Samalla istutettiin petokaloja, kuten kuhaa (*Stizostedion lucioperca*)
- ns. biomanipulatio
- Sen jälkeen jatkettu vuosittain hoitokalastusta

VESISTÖT

Lähes kymmenentuhatta loppia ahmii helteen tappamia pikkukaloja Lahdessa – biologin mukaan järvessä on poikkeuksellisen paha happikato

Vesijärven Enonselkä on valkoisenaan lokkeja, jotka hotkivat pintaan happea haukkomaan tulleet kuoret. Veden happipitoisuus laskee lämpötilan noustessa. Pitkä hellekausi aiheuttaa ongelmia rehevöityneiden järvien lisäksi matalissa järvissä.



Katso video tuhansien loppien syömingeistä Vesijärvellä, jossa on tapahtunut pikkukalojen joukkokuolema. Loppiasiantuntija Pekka Salikko kertoo, että Enonselällä näyttää nyt olevan loppien mielestä jopa runsaampi ruokatarjoilu kuin jätteenkäsittelylaitoksella.

JOHANNA TALASTERÄ

<https://yle.fi/uutiset/3-12023326>

16.7. 18:20 • Päivitetty 16.7. 19:31



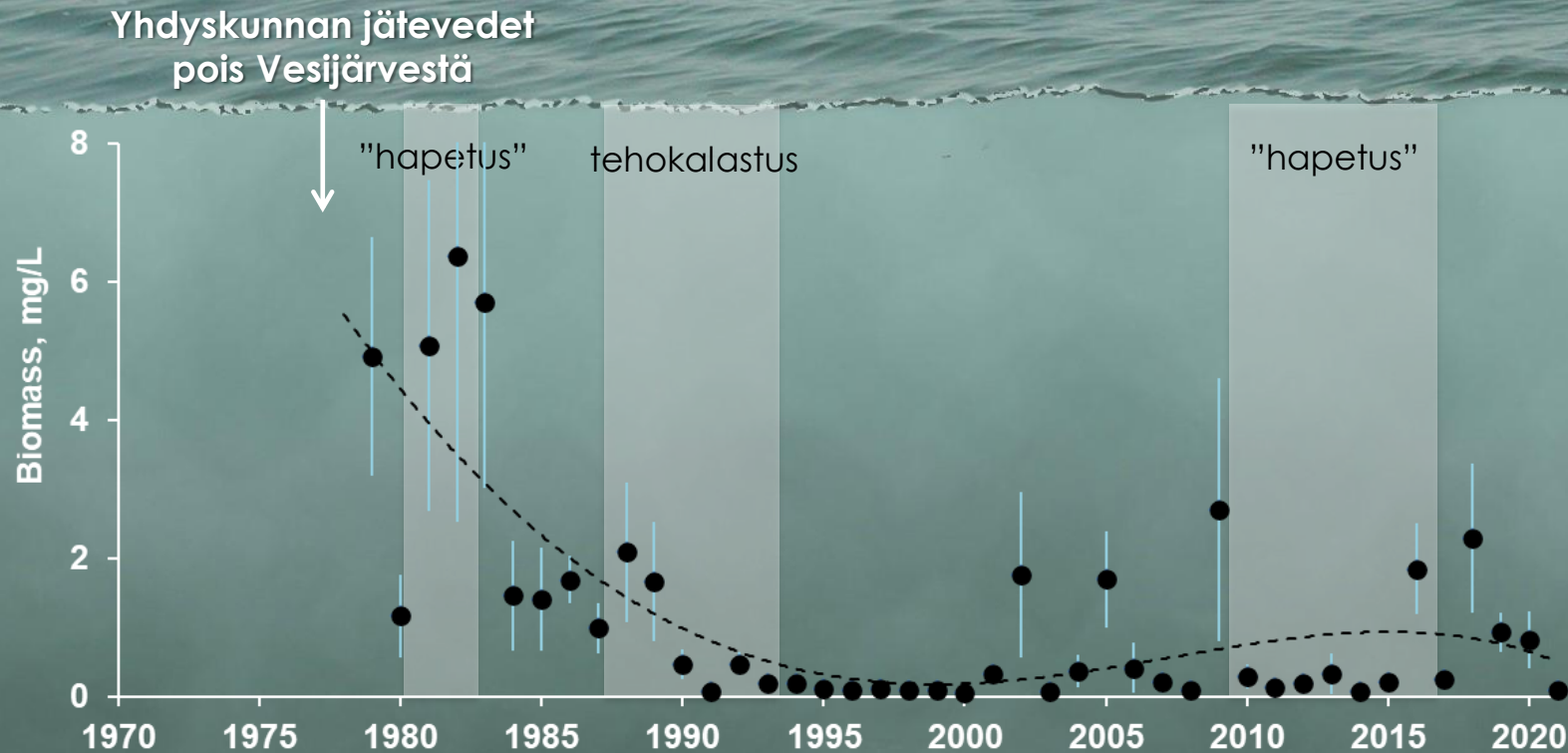
Viime päivinä lahtelaiset ovat ihmetelleet Vesijärven rannoille ajautuneita pikkukaloja. Paljon kuoreita ja muita pieniä kaloja on kuollut, koska pitkään jatkunut helle on lämmittänyt järven pintaveden liian kuumaksi. Tästä seuraa

Luonnon järjestämä biomanipulaatio 2021



Kuva: Juha Uusitalo

Sinilevien määrä Lahden Vesijärven Enonselän ulappavedessä



Kuva: Kirsi Kuoppamäki, data haettu Hertta-tietokannasta



Vesijärven satama, elokuu 2015
Kuva: Kirsi Kuoppamäki

Pälkäneelläkin sinileväkukintoja

Juhannuksen aikoihin 2021 rehottanut sinilevä huoletti monia Pälkäne- ja Mallasveden ranta-asukkaita

www.aitosuvi.fi/ajankohtaista/rantojen-umpeenkasvu-vedenkorkeuden-vaihtelu-ja-veden-samentuminen-huolettavat

Sinileväkukinnat näkyvät satelliittikuvissakin



Kuva 28.6.2019; www.syke.fi/tarkka

2 km

Pälkäneen järvien ekologinen tila

Erinomainen
Hyvä
Tyydyttävä
Välttävä

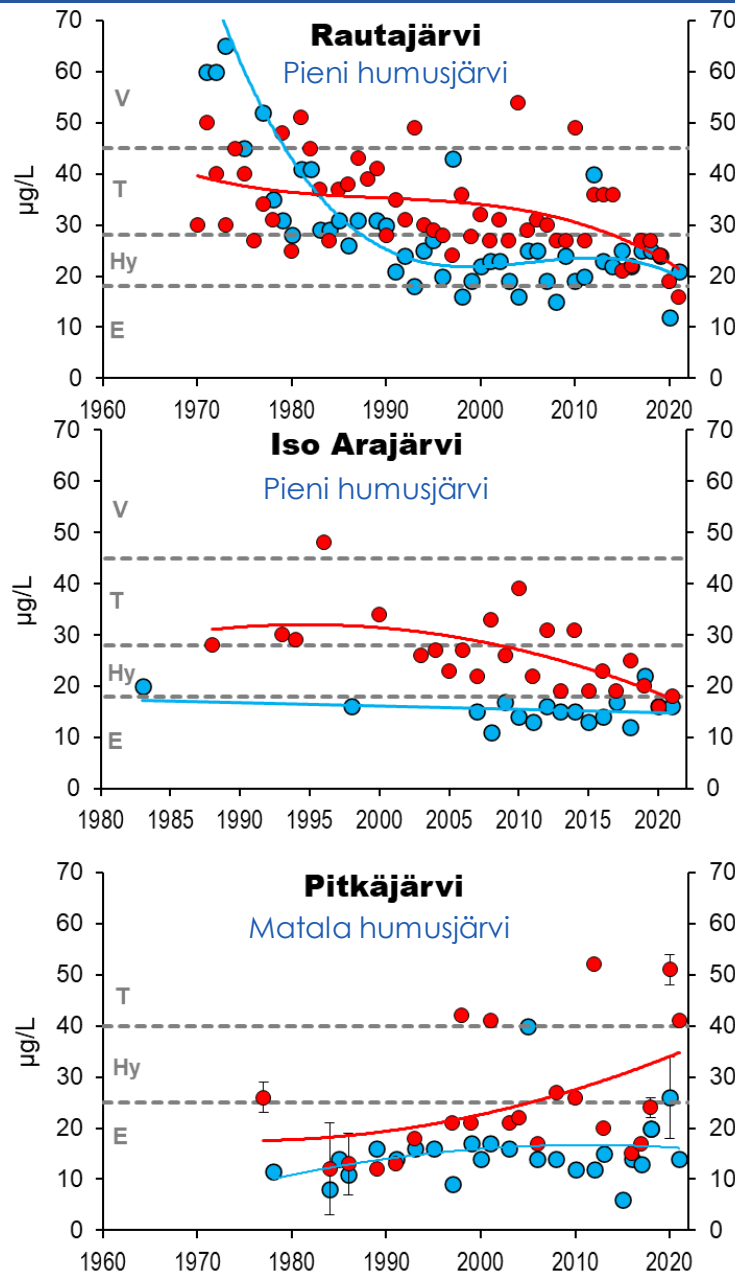
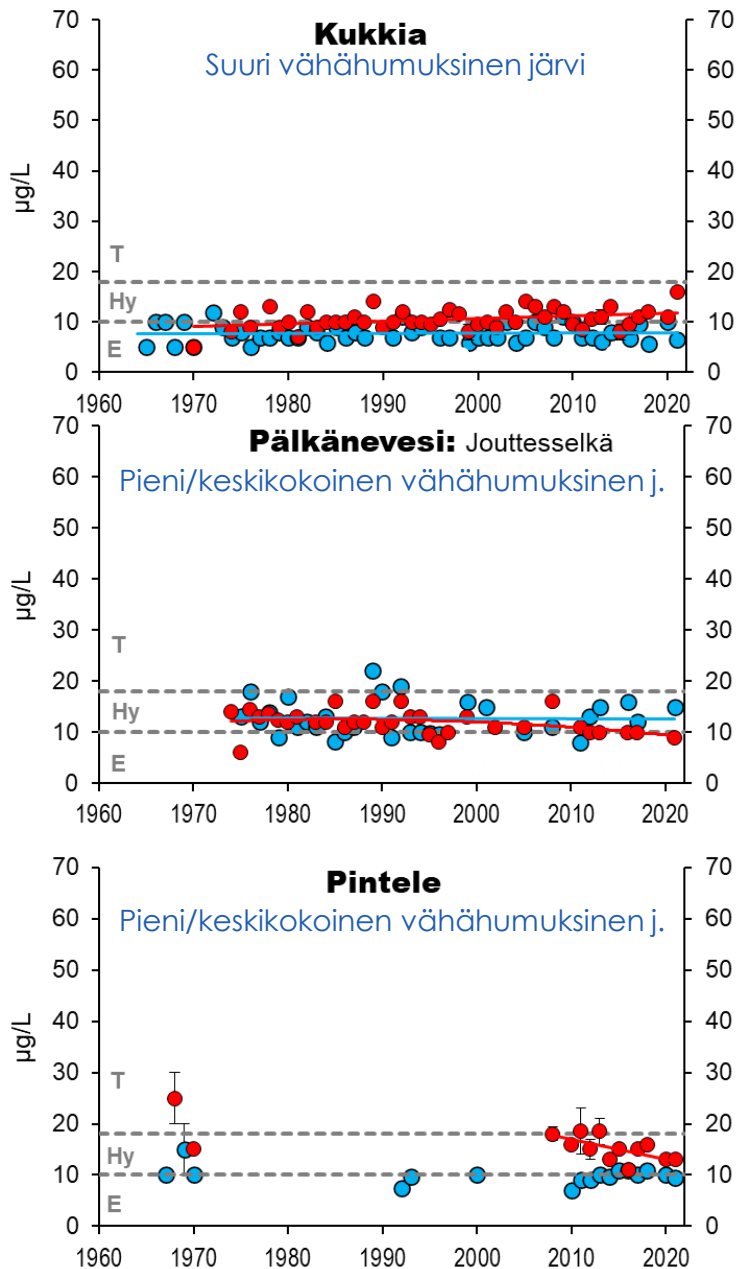
0 1.5 3km

1:500



Pälkäneen järvet ja lammet

1 Ahvenisjärvi	21 Iso-Sorsamo	41 Kurkijärvi	61 Pikku-Rummakko	81 Suojärvi
2 Ahvenainen	22 Jouttijärvi (Aitoo)	42 Kyläjärv (Padankoski)	62 Vähä-Kailo	82 Sydänmaanjärvi
3 Aivujärvi	23 Jouttijärvi (Laitikkala)	43 Kyläjärv (Puutikkala)	63 Pikku-Sorsamo	83 Syväjärvi
4 Ali-Ansiojärvi	24 Kailajärvi	44 Kytöjärvi	64 Pintele	84 Tuoresjärvi
5 Ansajärvi	25 Kaislammi	45 Kyynäröjärvi	65 Pitkäjärvi	85 Tyköläjärvi
6 Arajärvi	26 Kalajärvi	46 Leppäjärvi	66 Pyhäjärvi	86 Urkanjärvi
7 Haisjärvi	27 Kalaton	47 Levälampi	67 Pyhänpöhtianjärvi	87 Uurajärvi
8 Hangasjärvi	28 Kallioisjärvi	48 Maisenjärvi	68 Rautajärvi	88 Vähä Arajärvi
9 Haukijärvi	29 Karijärvi	49 Mallasvesi	69 Riuttajärvi	89 Vähä Hirvijärvi
10 Heinäjärv	30 Karttaslampi	50 Masolammi	70 Roholanvuoren lähde	90 Vähäjärv (Knuuttila)
11 Ihanainen	31 Kauhajärvi	51 Matkijärvi	71 Roine Tossanselkä	91 Vähäjärv (Kuohij.itään)
12 Innasjärvi	32 Keski-Rummakko	52 Mertajärvi	72 Romunlähde	92 Vahlajärvi
13 Iso Arajärvi	33 Kiimajärvi	53 Musta-Sorsamo	73 Sammasjärvi	93 Vasajärvi
14 Iso-Herrailanjärvi	34 Kilpijärvi	54 Mutasjärvi	74 Sappeenjärvi	94 Vekuna
15 Iso Hirvijärvi	35 Kissalampi	55 Niemisjärvi	75 Särkijärvi	95 Verkkojärvi
16 Iso Mustijärvi	36 Koijärvi	56 Oksijärvi	76 Savistenjärvi	96 Vihajärvi
17 Iso-Kailo	37 Kotajärvi	57 Pälkänevesi	77 Särkijärvi	97 Vuorilammi
18 Iso-Laippa	38 Kouvalanjärvi	58 Pihtilampi	78 Särkijärvi	98 Yli-Ansiojärvi
19 Iso-Rummakko	39 Kukkia	59 Pikku-Kaila	79 Sorvalampi	99 Ämmätsänjärvi
20 Iso-Saarijärvi	40 Kuohujärvi	60 Pikkulammi	80 Sulkajärvi	



● = kesä
● = talvi

Fosforipitoisuuden kehitys pitkällä aikavälillä

Ekologisen tilan luokat:

E = Erinomainen

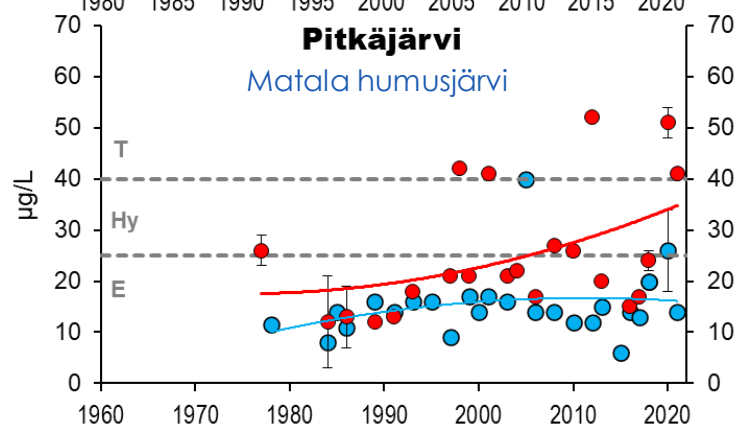
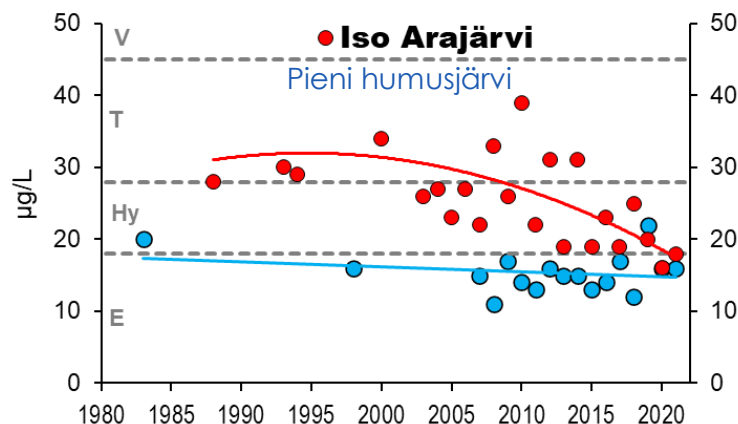
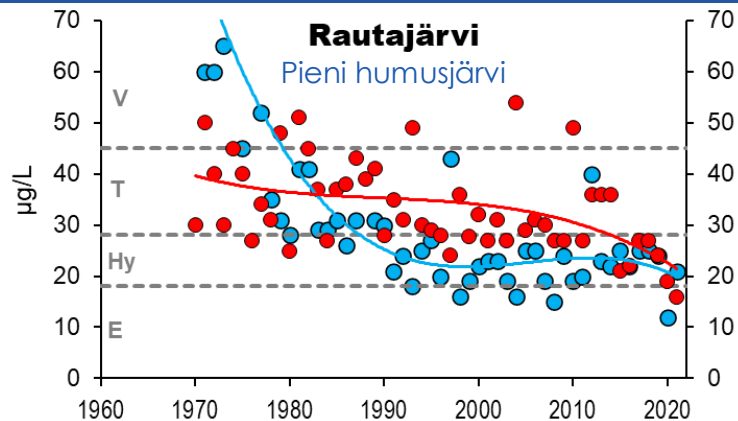
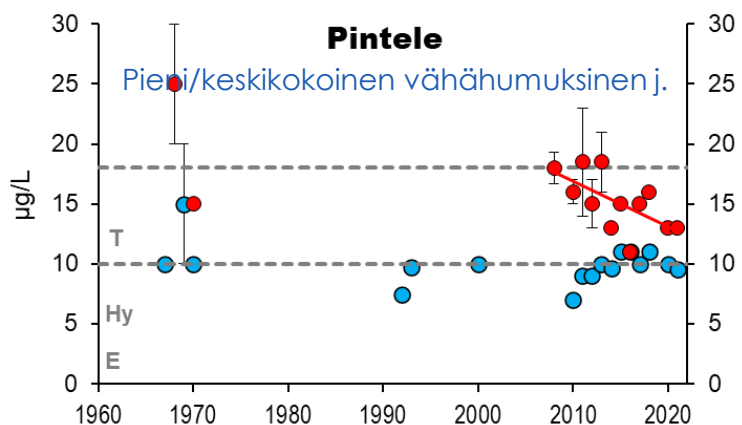
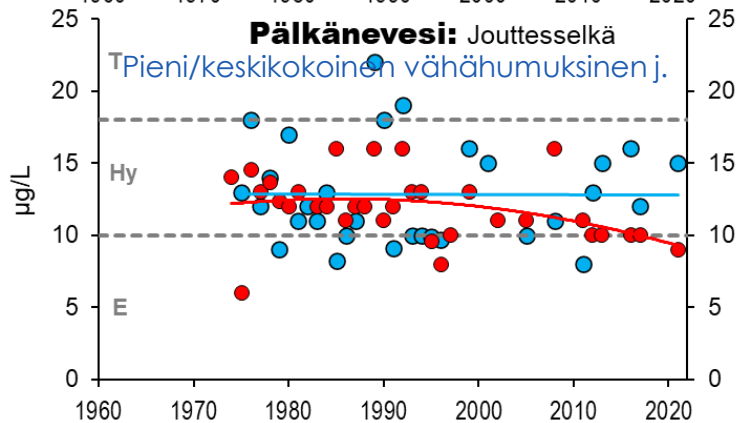
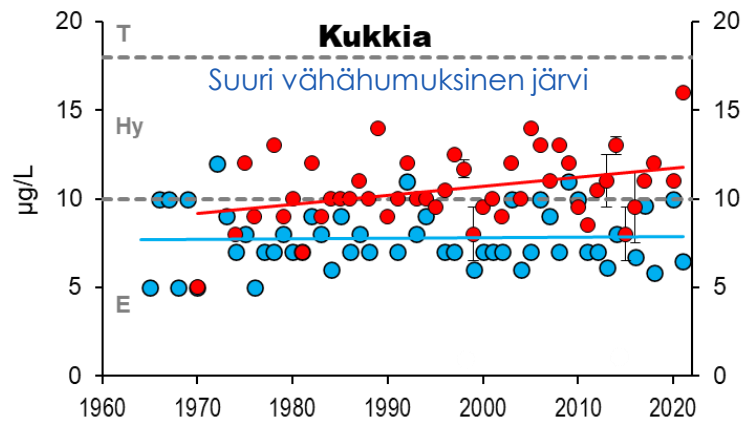
Hy = Hyvä

T = Tyydyttävä

V = Välttävä

Arvioinnissa käytetään
kesäkauden mittaustuloksia

Data: Hertta-tietokanta, SYKE



● = kesä
● = talvi

Fosforipitoisuuden kehitys pitkällä aikavälillä

Ekologisen tilan luokat:

E = Erinomainen

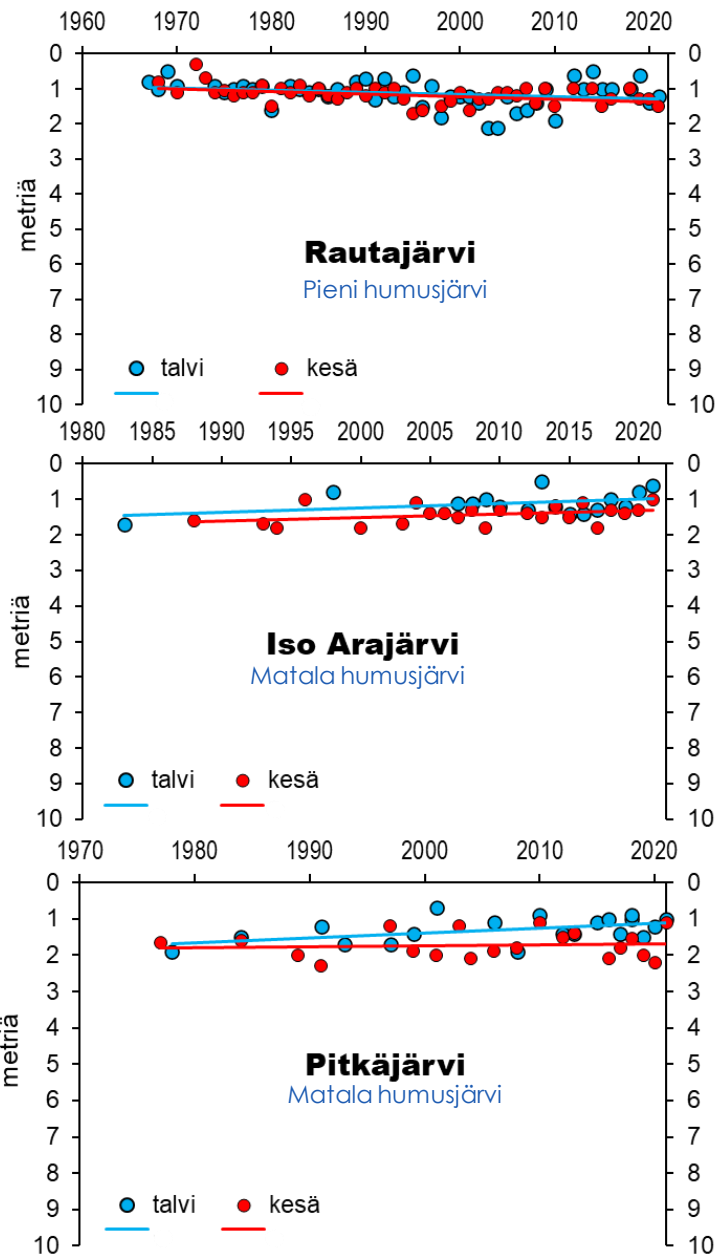
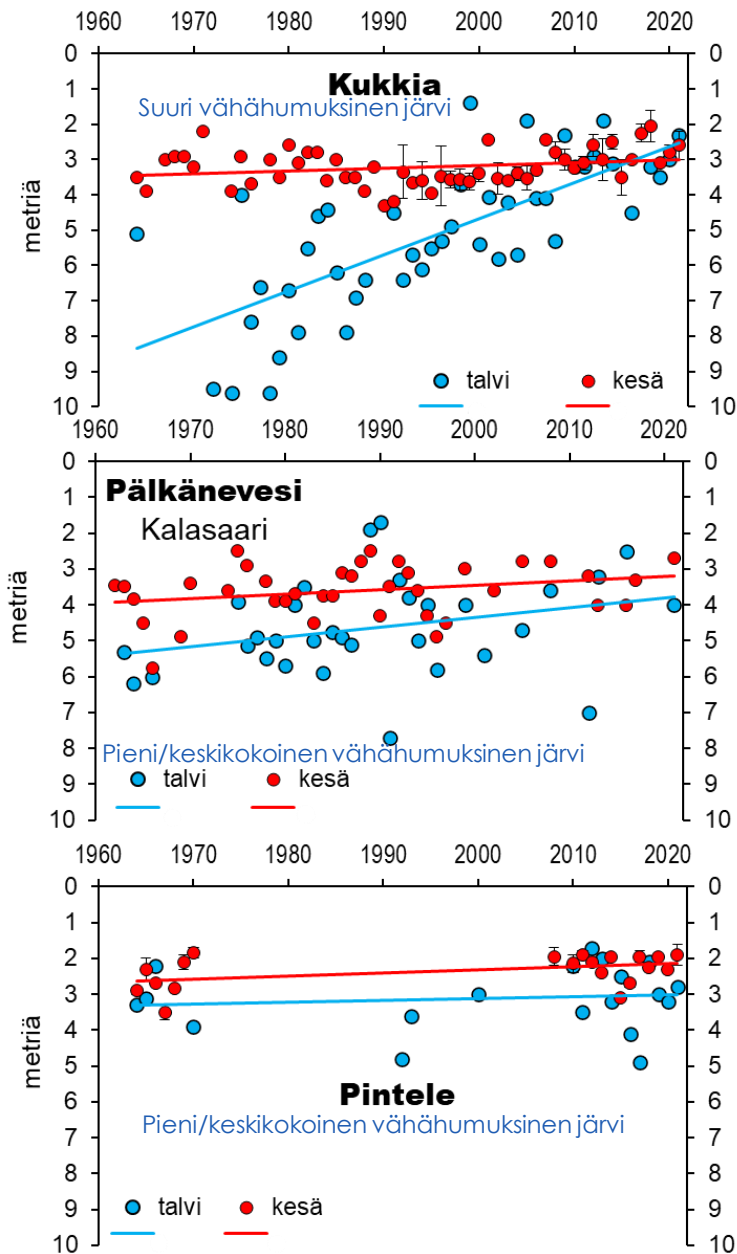
Hy = Hyvä

T = Tyydyttävä

V = Välttävä

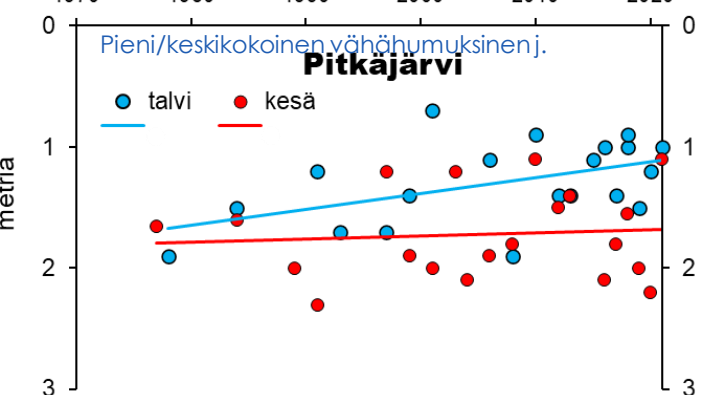
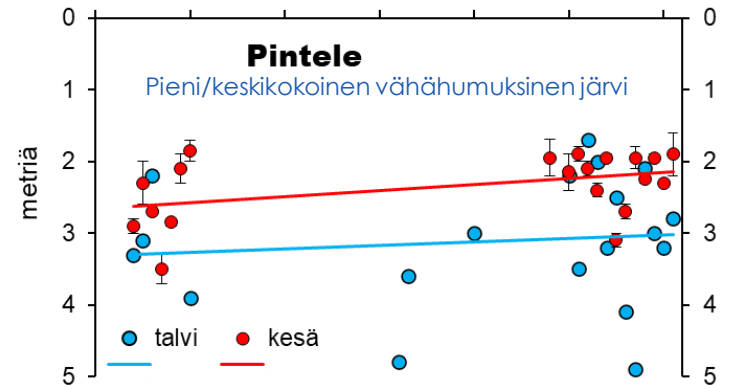
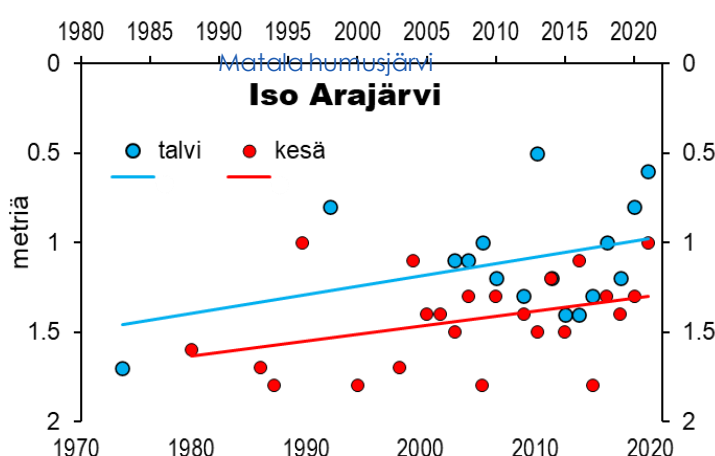
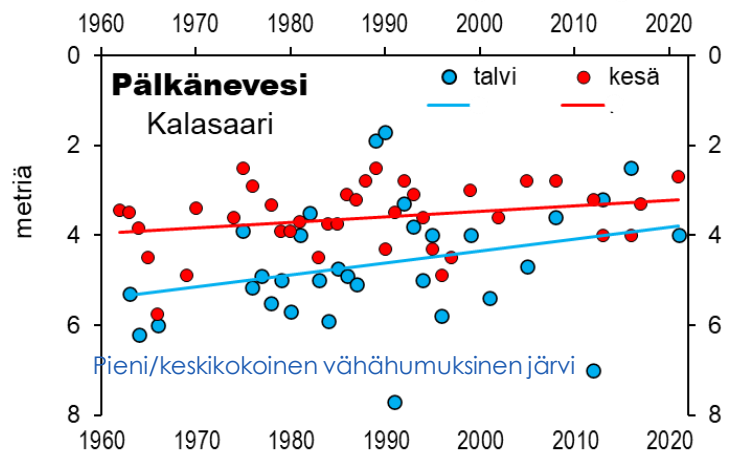
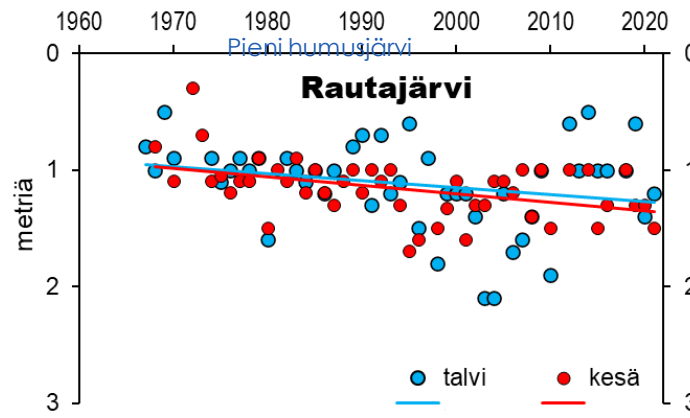
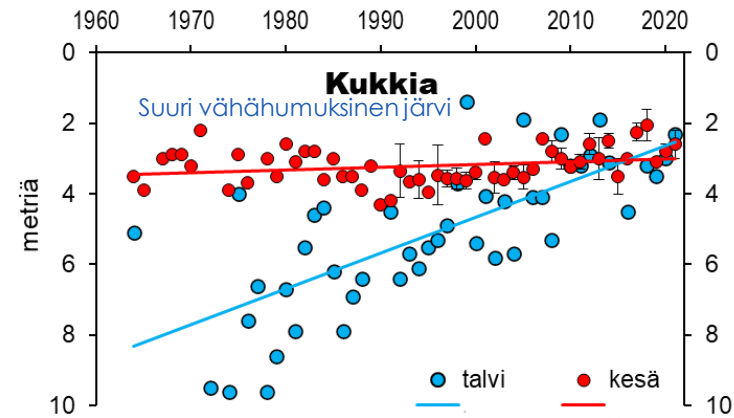
Arvioinnissa käytetään
kesäkauden mittaustuloksia

Data: Hertta-tietokanta, SYKE



Näkösyvyyden
kehitys pitkällä
aikavälillä

Data: Hertta-tietokanta, SYKE



Näkösyyvyyden
kehitys pitkällä
aikavälillä

Data: Hertta-tietokanta, SYKE

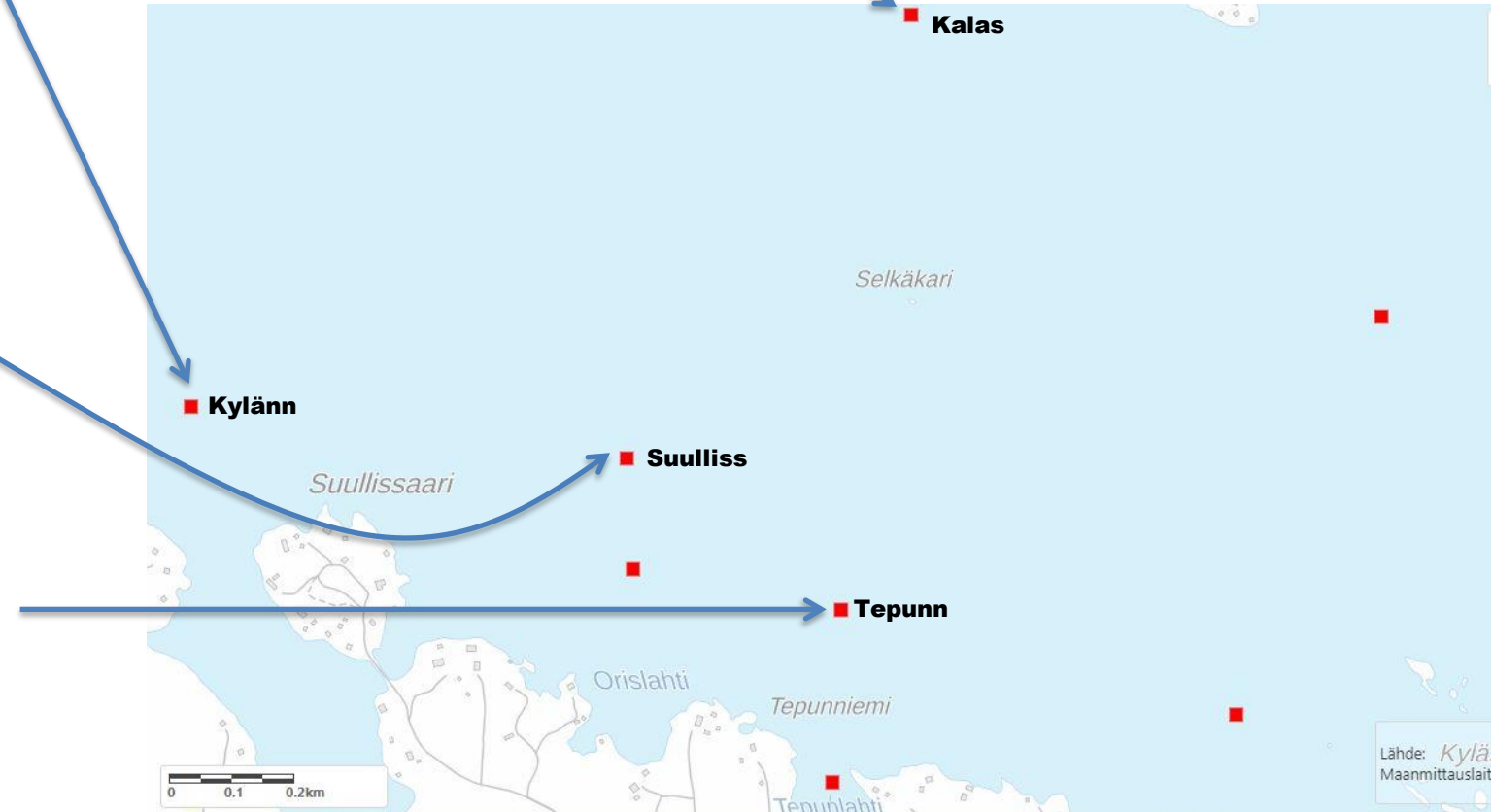
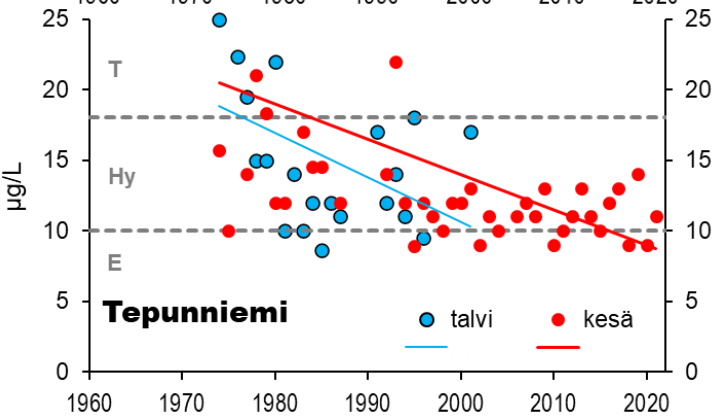
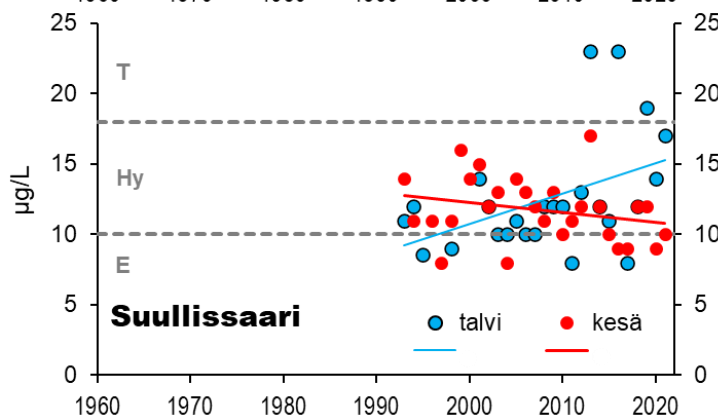
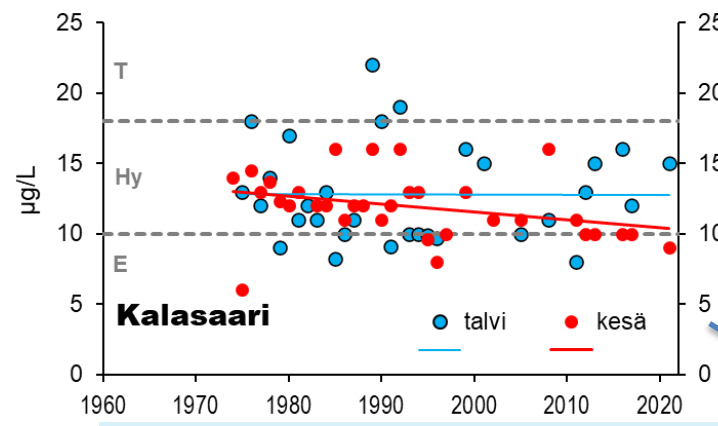
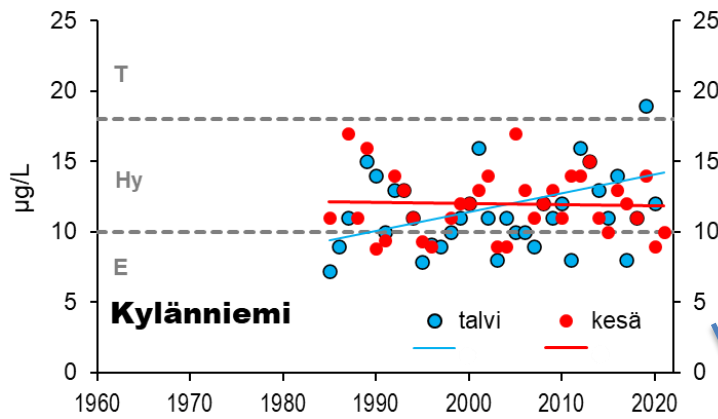
■ Pälkäneven Jouttess Kalas 37 m
7/1962 – 8/2021 (91 kpl)

Aitoon Myllyojan vaikutus Pälkäneveden Jouttesselkään?

vedenlaadun havainnointipisteet Jouttesselällä



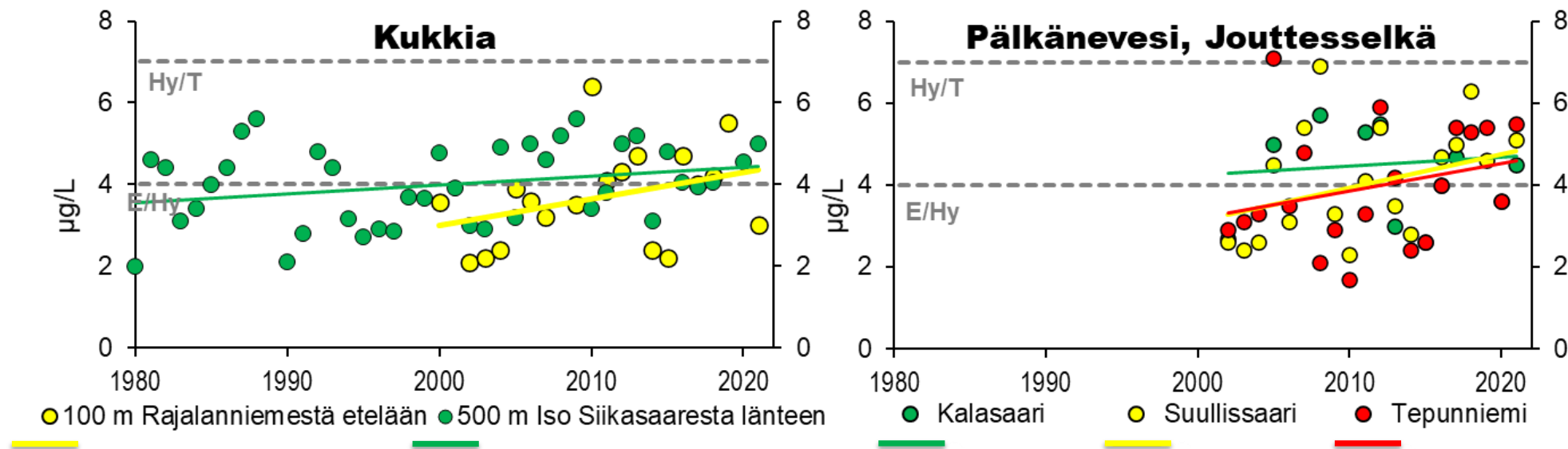
Fosforipitoisuus Jouttesselällä



Levämäärien kehitys Pälkäneen järvissä?

Kattavimmat aineistot Kukkialta ja Pälkänevedeltä

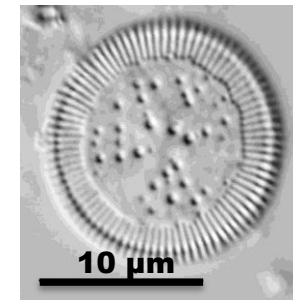
- Suuri vuosien välinen vaihtelu (näytteenottoajankohta vaikuttaa paljon: kasviplanktonin biomassa vaihtelee kasvukauden mittaankin – ja alueellisesti)
- Molemmilla järvillä hienoinen nouseva trendi
- Kukkialla 1980- ja 1990-luvuilla 60 % mittauksista osoitti erinomaista tilaa, 2000-luvulla vain 38 %



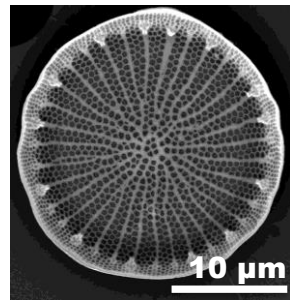
Data: Hertta-tietokanta, SYKE

Runsasravinteisuutta suosivien piilevälajien jäänteiden määrä kasvanut Pälkäneveden sedimentissä, Kukkian tila muuttunut vain vähän

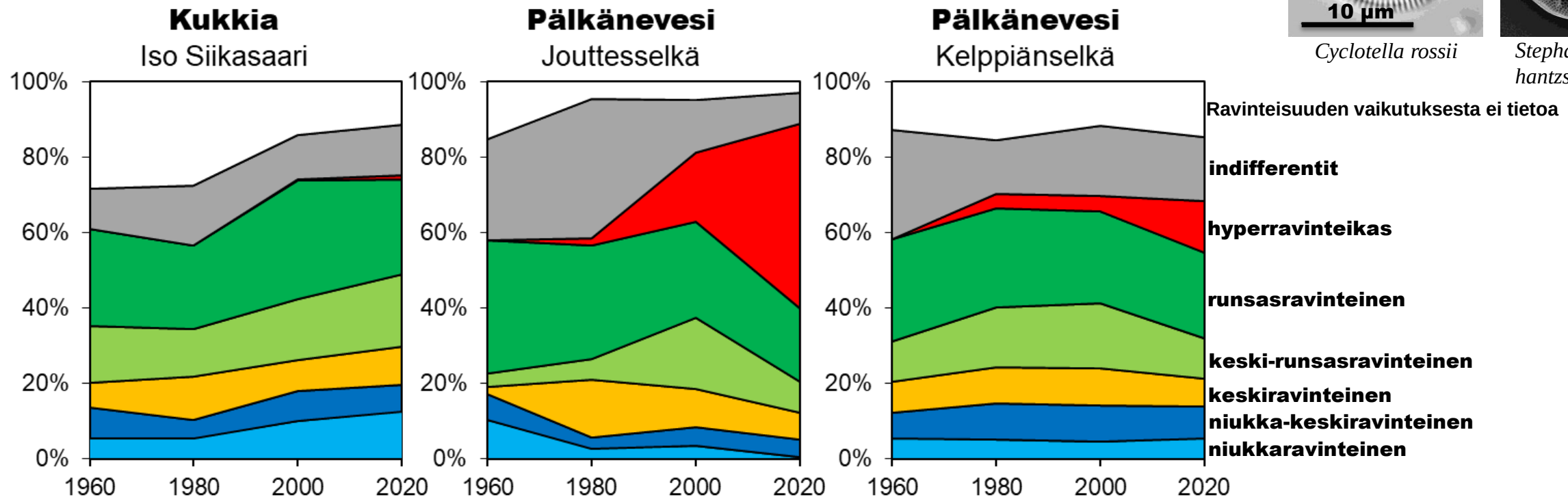
Palomäki & Hynynen 2022; KVVY Tutkimus Oy, tutkimusraportti 204



Cyclotella rossii



Stephanodiscus hantzschii f. tenuis



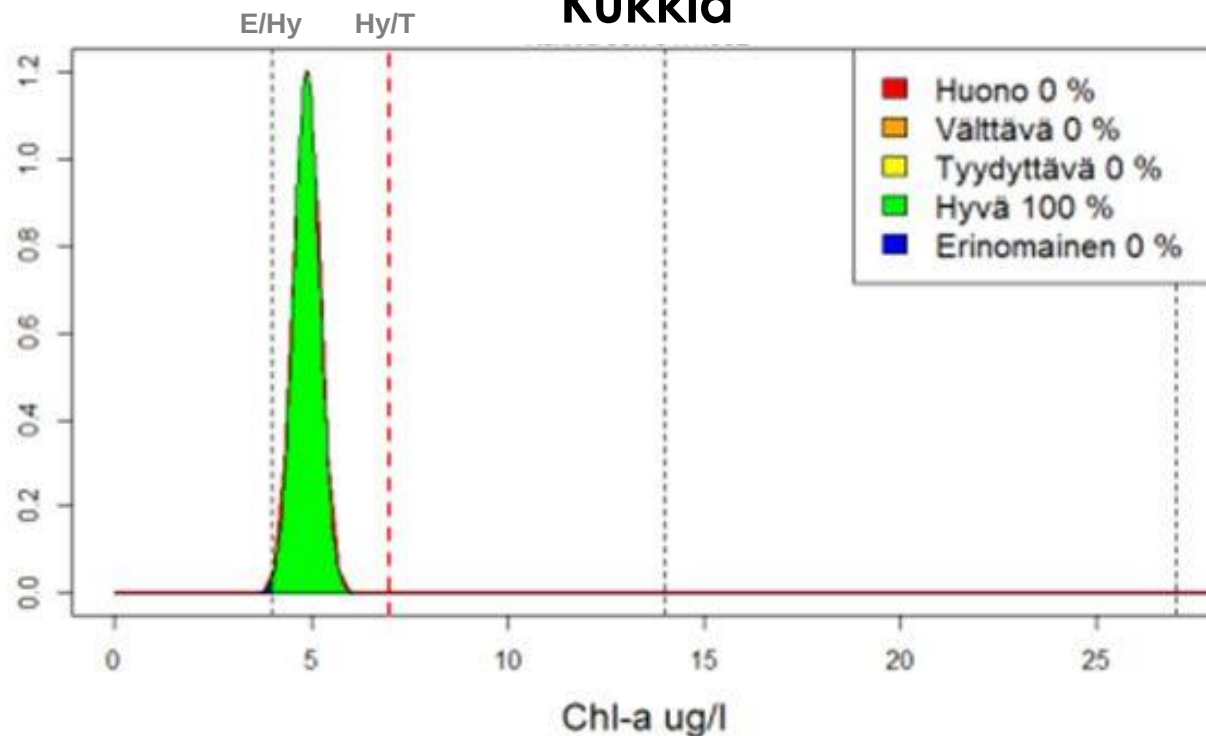
Kukkian ja Pälkäneveden tulevaisuus nykyisellä kuormitustasolla? LLR-mallinnus

=Lake Load Response

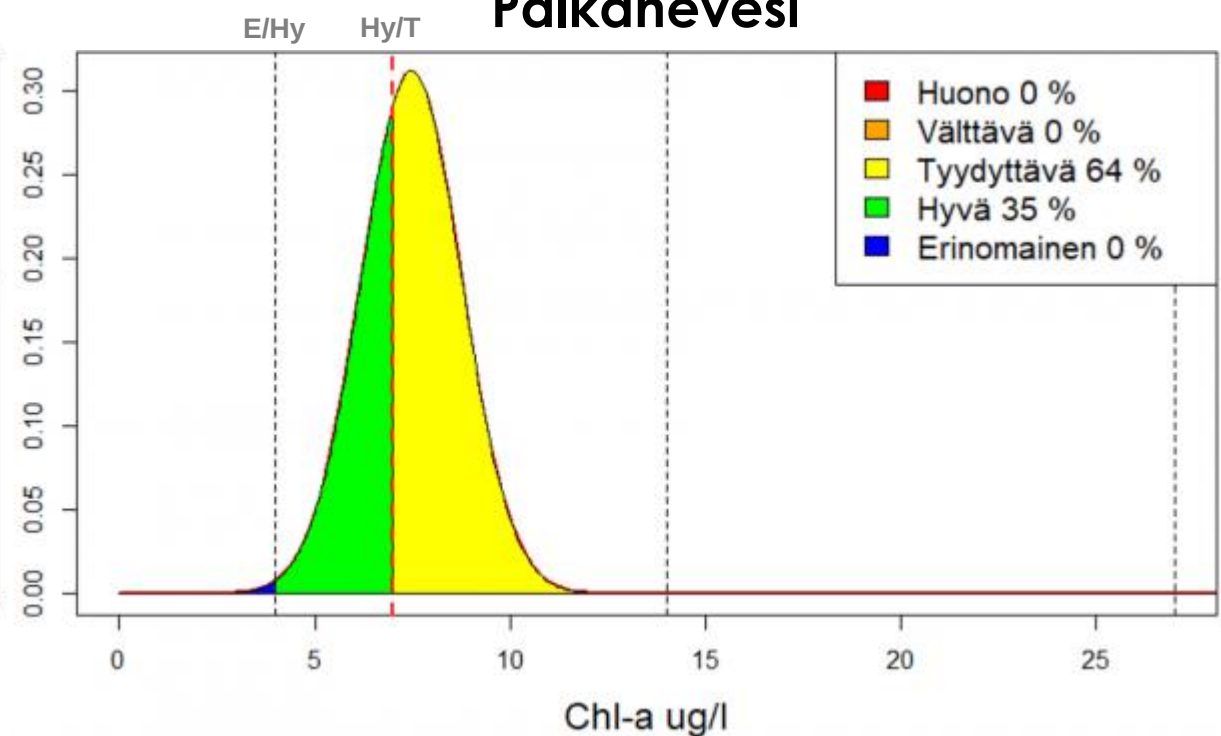
- Levämäärillä mitattuna tulevaisuudessa Kukkian tila pysyy hyvänä
- Pälkäneveden tila muuttuu tyydyttäväksi 64 % todennäköisyydellä
 - Jos halutaan pitää hyvässä tilassa, fosfori- ja typpikuormitusta olisi vähennettävä n. 35 %

Kotamäki & Malve 2022; SYKE, tutkimusraportti

Kukkia



Pälkänevesi



**Virkistyskäyttöä haittaavia
rehevöitymisongelmia pienillä
järvillä ja matalilla lahtialueilla**



Kuva: Pitkäjärven kunnostusyhdistys

www.aitosuvi.fi/ajankohtaista/kukkian-rannalla-niitto-saattaa-edellyttaa-ormio-selvitysta



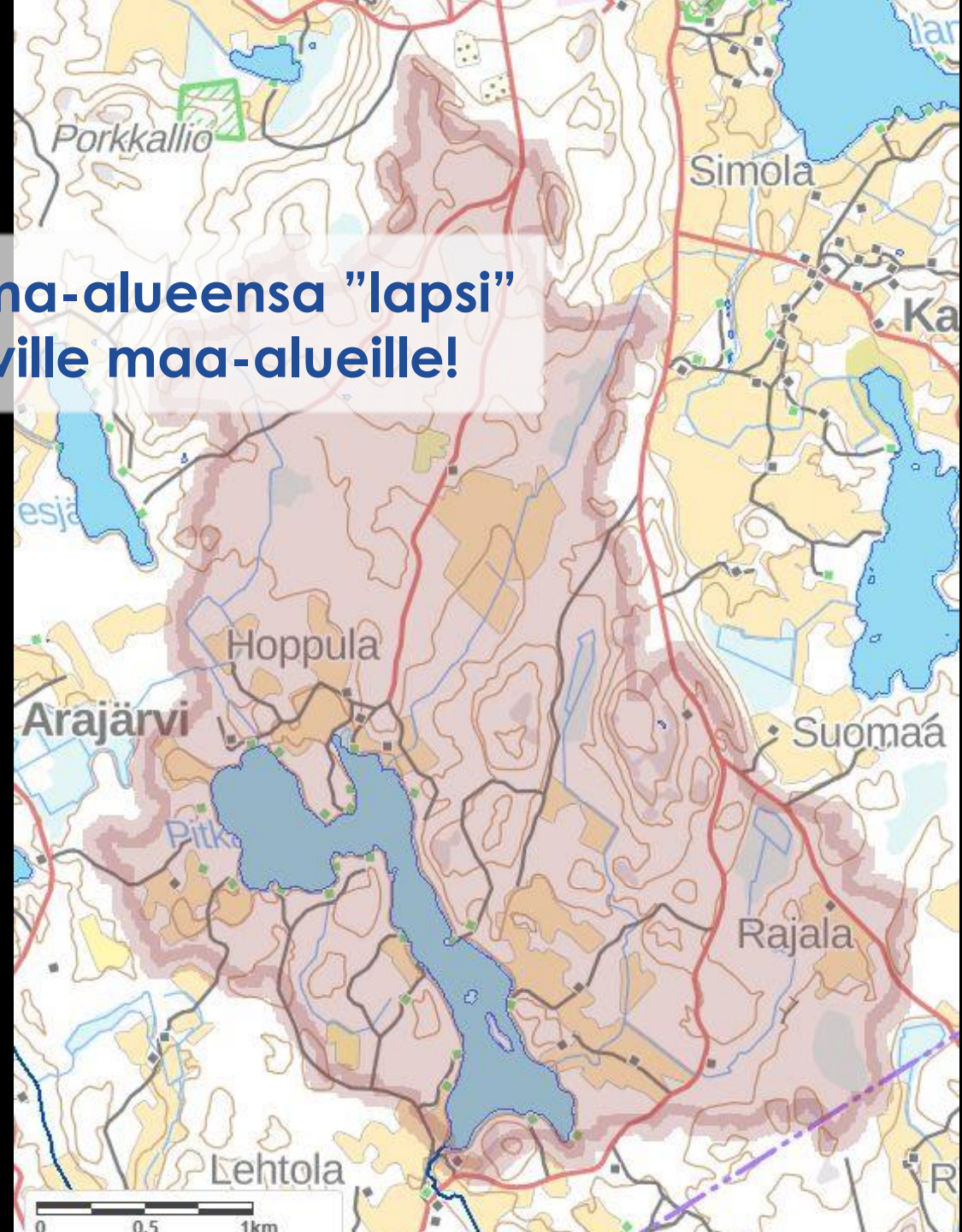
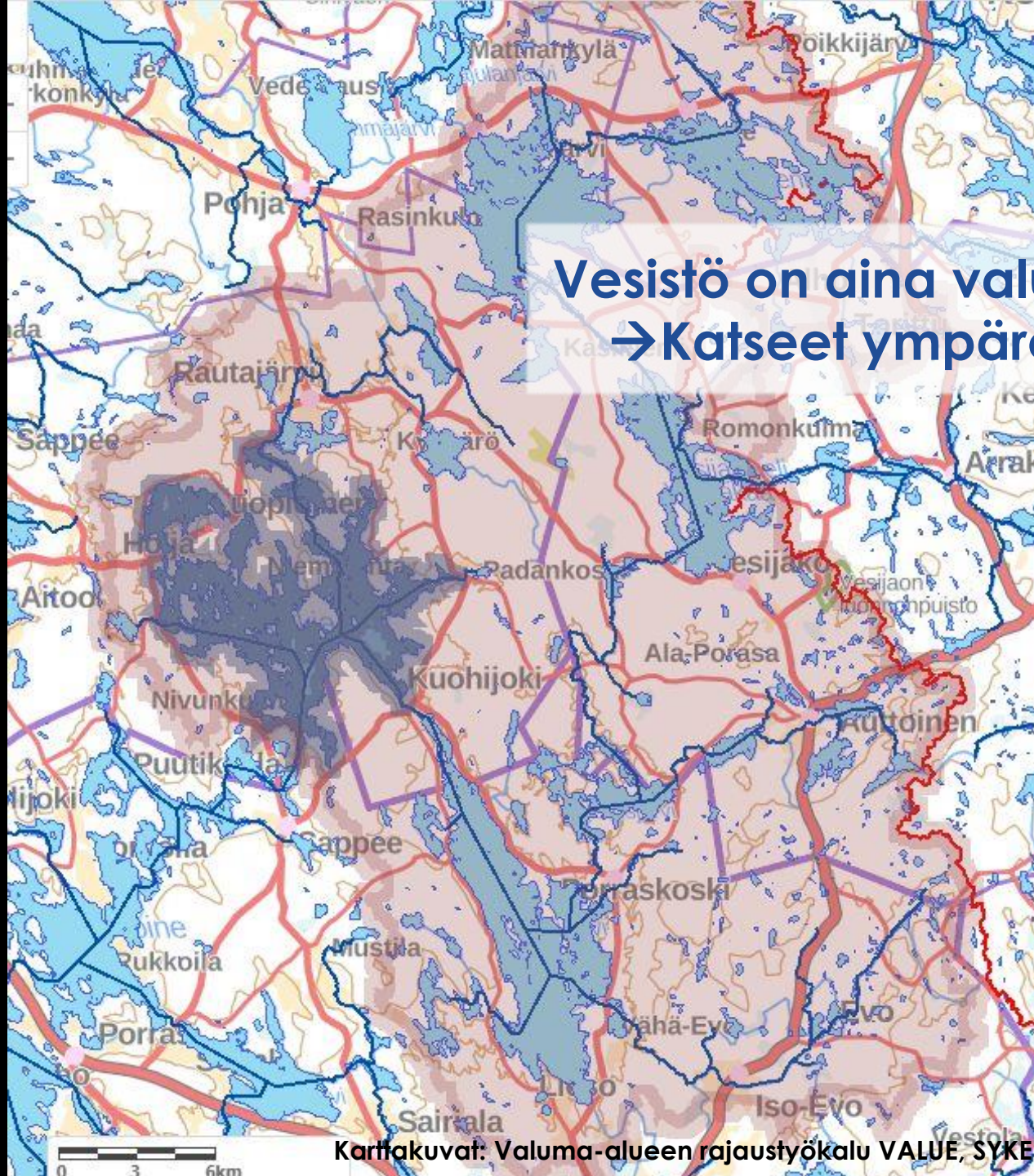
Rantavyöhykkeen ja lahtialueiden
vesikasvillisuus suodattaa ja pidättää
maalta tulevaa kuormitusta



Uposlehtinen vesikasvillisuus tärkeä osa järviökosysteemin toimintaa:

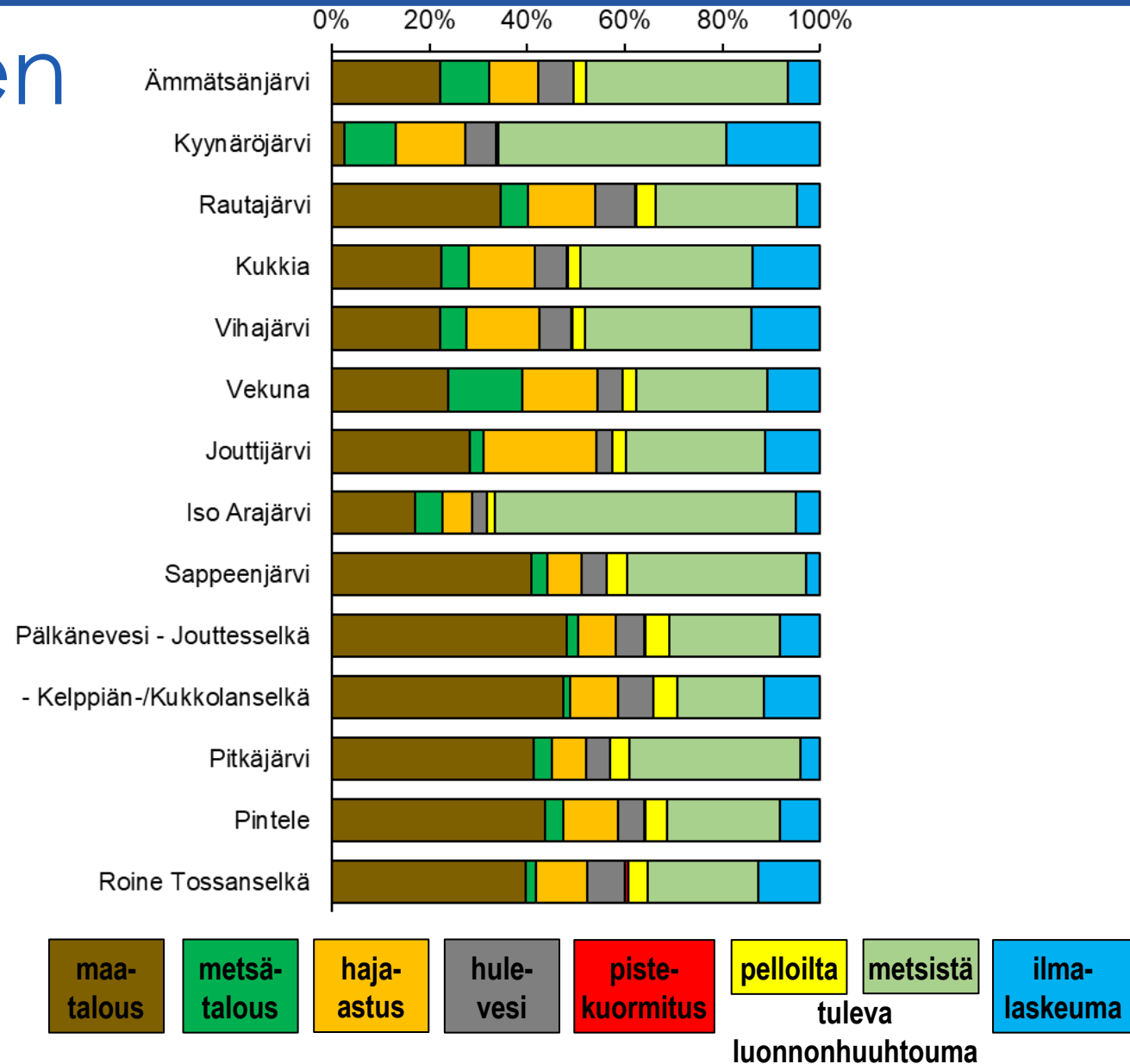
- Ottaa vedestä ravinteita, jotka silloin pois planktonlevien saatavilta
 - Sitoo pohjasedimenttiä
 - Vähentää veden virtailua, jolloin planktonlevät eivät pysy vesipatsaassa
 - Erittää veteen aineita, jotka estävät levien kasvua
 - Tarjoaa elinympäristön monipuoliselle eliöyhteisölle
 - Tarjoaa leviä syöville vesikirpuille suojapaikan, jonne piiloutua kalojen saalistukselta
- Vesikasvit auttavat ylläpitämään hyvää vedenlaatua

Vesistö on aina valuma-alueensa "lapsi"
→ Katseet ympäröiville maa-alueille!



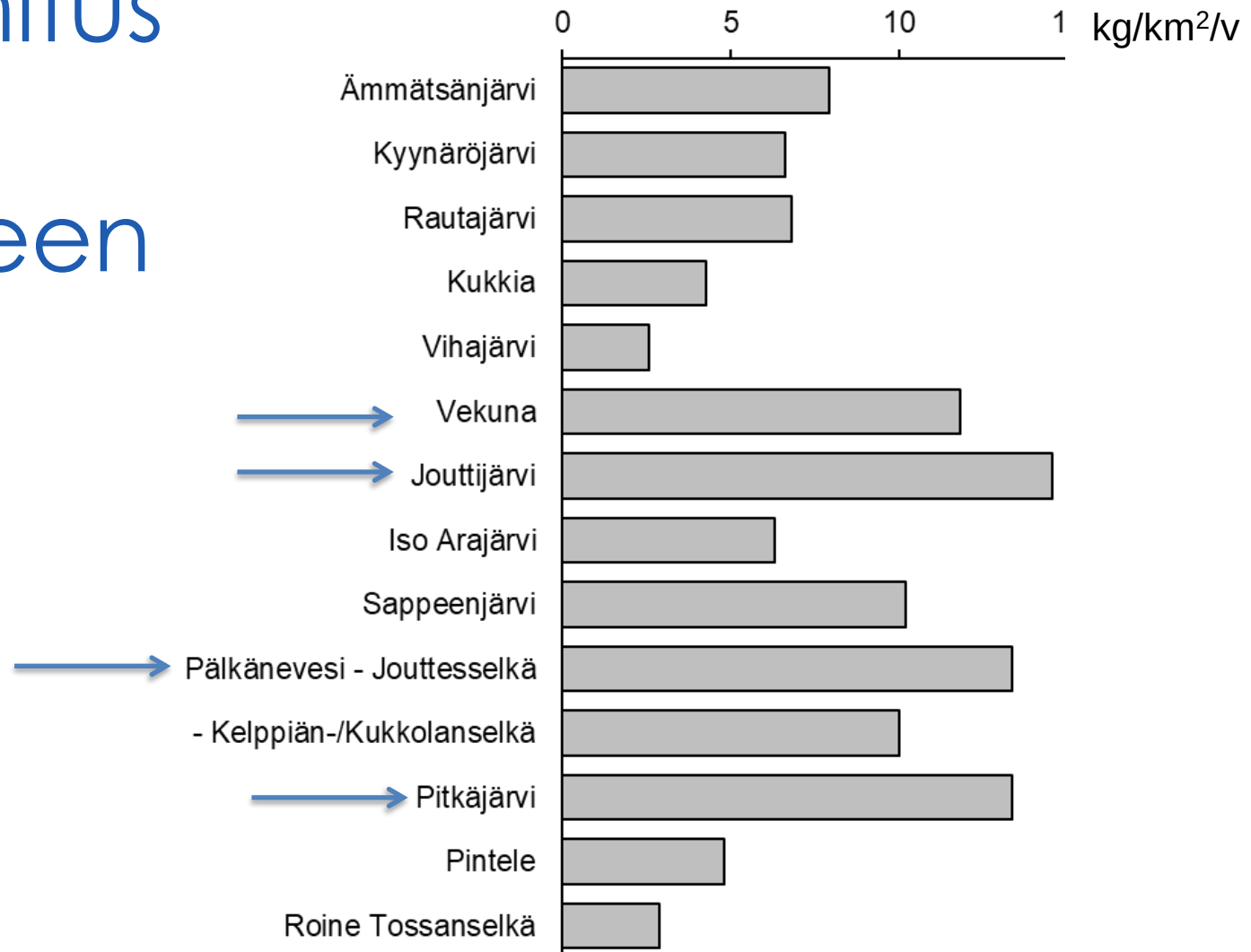
Fosforikuormituksen lähteet

Hajakuormitus!



Data: Vemala-malli, SYKE

Fosforikuormitus suhteessa valuma-alueen kokoon



Data: Vemala-malli, SYKE

Vettä pidättäviä, puhdistavia ja virtaamaa hidastavia luonnonmukaisia rakenteita valuma-alueelle



Kuva (modifioitu): www.vesi.fi/maa-ja-metsatalouden-vesienhallinta