

# HOITOKALASTUS JA RAVINTOKETJUKUNNOSTUS

## Särkikalojen poisto

Jussi Vesterinen

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry



# Hoitokalastus, biomanipulaatio, ravintoketjukurkennostus

- Rehevöityneiden järvien kunnostusmenetelmä, jonka alkuperäisenä ajatuksena (Shapiro ym. 1975) on kalastoa manipuloimalla lisätä levää laiduntavan eläinplanktonin määrää sekä kokoa ja täten kirkastaa vettä
- Hoitokalastuksen soveltaminen matalissa järvissä 1980-1990-luvuilla jalosti menetelmän teoreettista pohjaa, kun huomattiin sen monet muutkin mahdolliset vaikutusmekanismit
- Menetelmää alettiin käyttää Suomessa laajemmin 1990-luvulla
- Edelleen yksi suosituimmista (kala)vesienhoidon toimenpiteistä – mukana monissa kalatalousalueiden käyttö- ja hoitosuunnitelmissa!

# Hoitokalastus, biomanipulaatio, ravintoketjukunnostus

- Kontroversaali menetelmä – jakaa mielipiteitä
- Onnistumisia, mutta myös paljon epäonnistumisia
- Aloitetaan usein matalalla kynnyksellä talkoovoimin ja/tai osakaskuntien vähin varoin → usein jäädään kauas riittävästä poistomääristä, joilla olisi veden laatuun parantava vaikutus
- Kalataloudellisia vaikutuksia tulee, vaikka usein motiivi on parantaa veden laatua – vesistöjen käyttäjien mahdollisesti eriävät näkemykset ja toiveet syytä huomioida

# Hoitokalastus, biomanipulaatio, ravintoketjukurkennostus

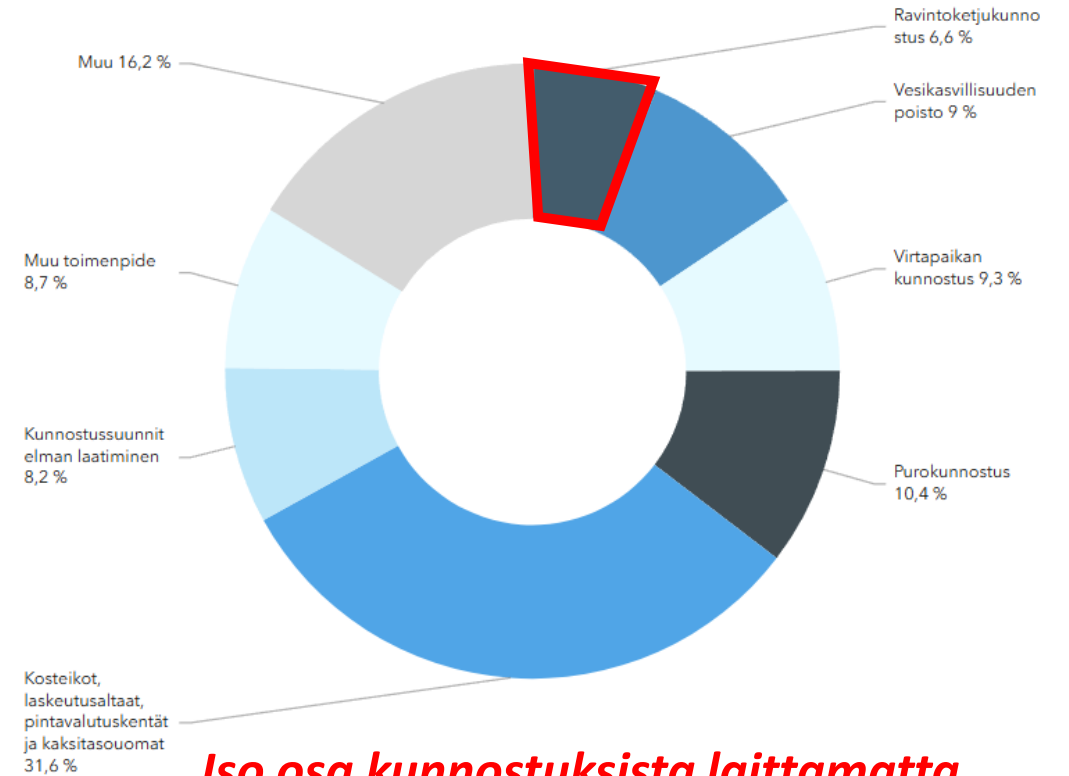
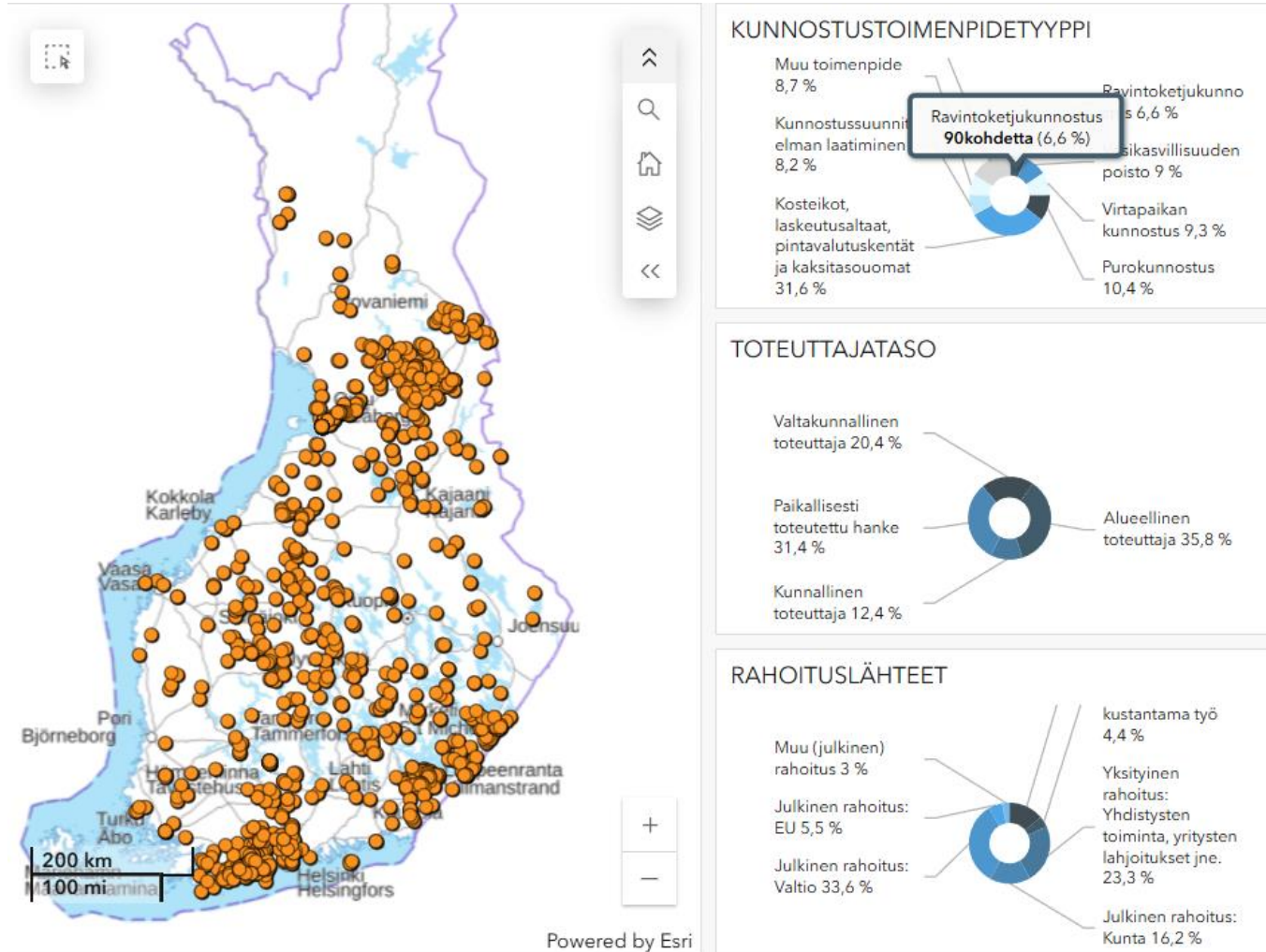
- Kädet mutaan (limaan) -toimenpide – konkretia kiinnostaa
- Hoitokalastus portti vahvempiin vesiensuojelutoimiin?
- Esim. vuosina 1998–2001 Uudenmaan tehokalastusprojekti (Uudenmaan ympäristökeskus), jossa hoitokalastettiin 22 järveä
  - Ei todettu selviä vaikutuksia vedenlaatuun tai kalastoon, mutta osallisti paikallisia ja herätti kiinnostusta vesiensuojeluun

## UUDENMAAN JÄRVIEN TEHOKALASTUSPROJEKTI

Sirpa Penttilä (toim.)  
Uudenmaan ympäristökeskus

Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskus  
Kalatalousyksikkö

# Ravintoketjukunnostusten yleisyys



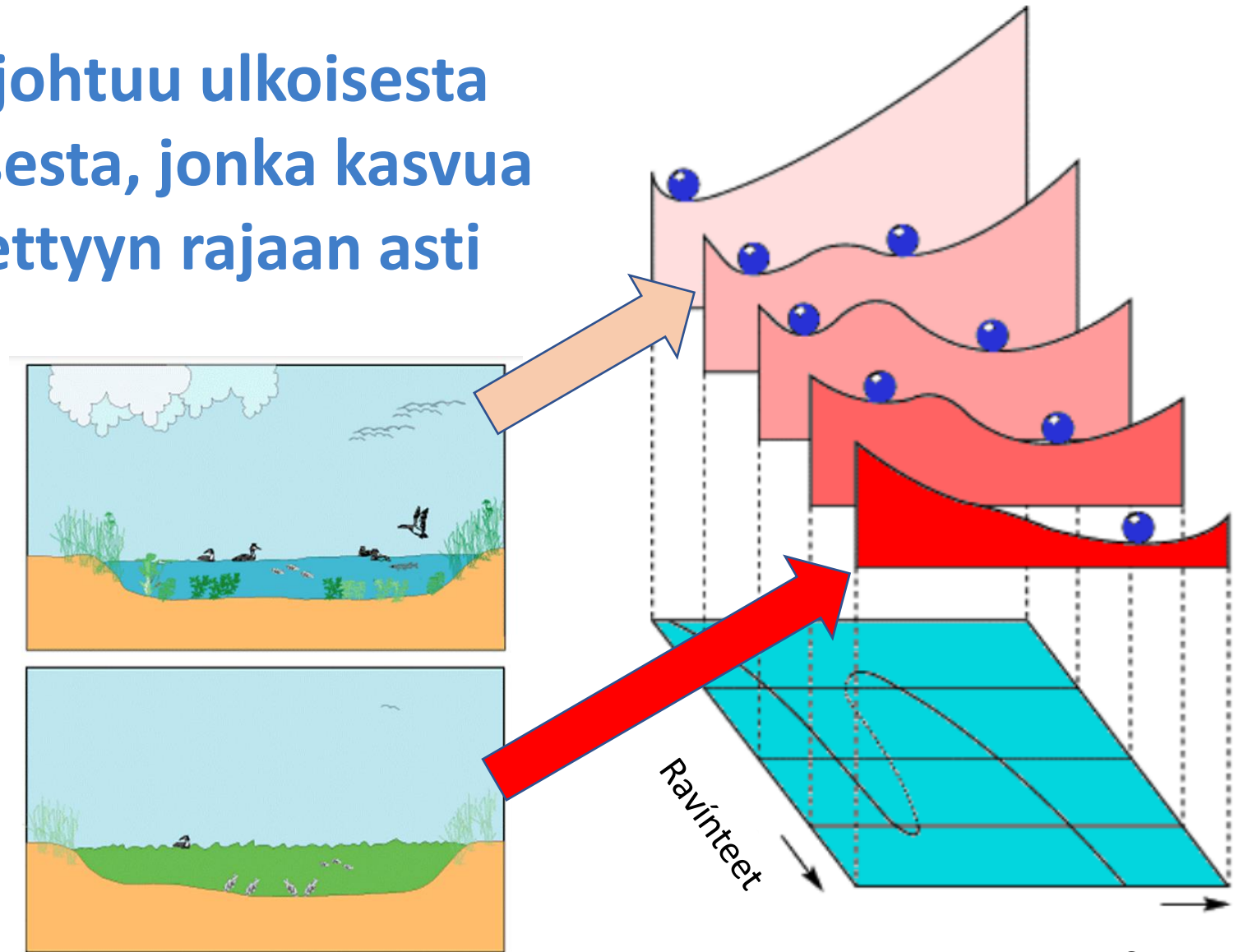
***Iso osa kunnostuksista laittamatta palveluun!***

Vesistökunnostajan karttapalvelu, <https://arcg.is/0OynqL>

Rehevöityminen johtuu ulkoisesta ravinnekuormituksesta, jonka kasvua järvet sietävät tiettyyn rajaan asti

*Hyvä  
resilienssi!*

*Huono  
resilienssi!*



Muokattu Scheffer, Sci. World J. (2021)

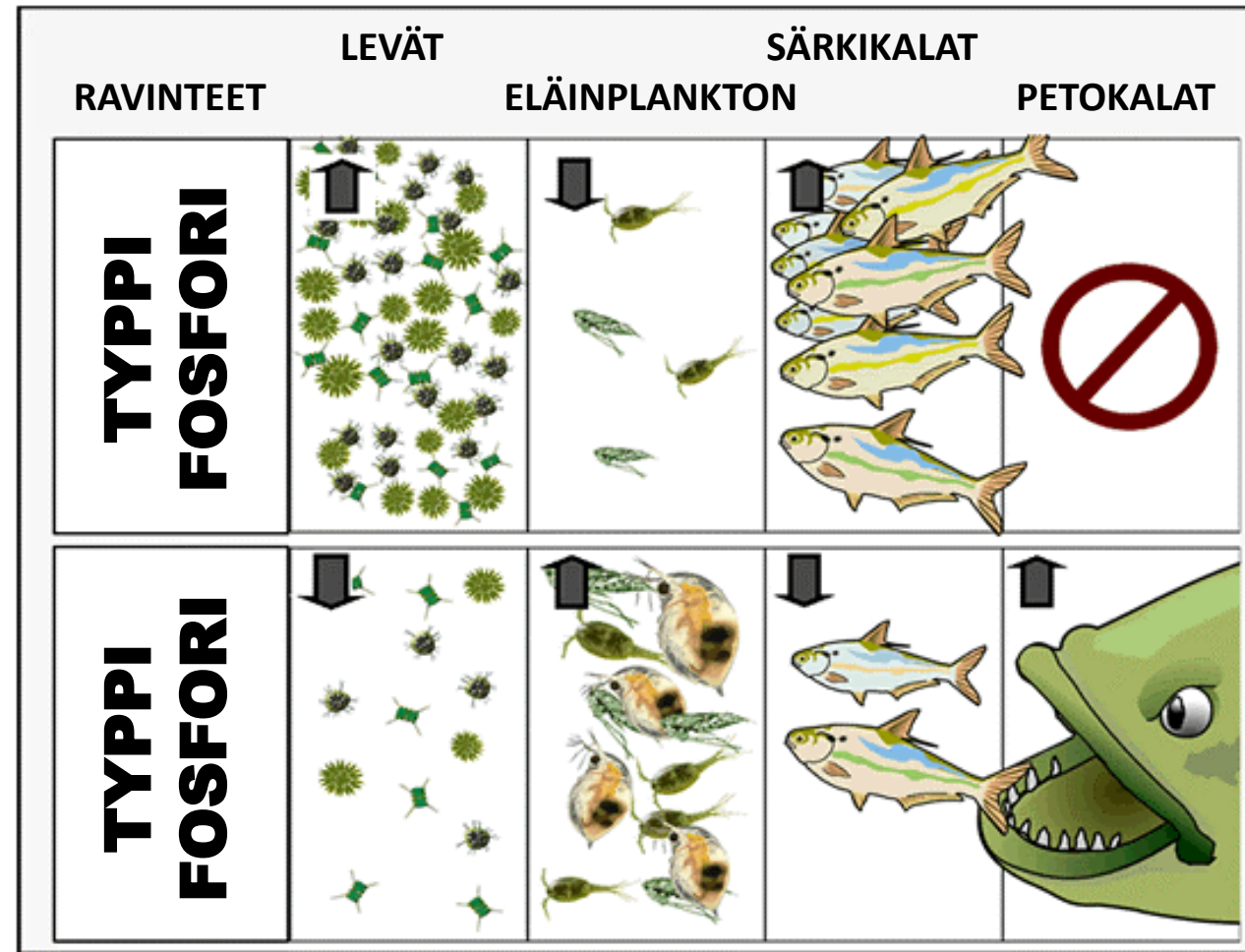
Sameus

# Järven ravintoketju yksinkertaistettusti

*Rehevöityminen luo järveen olosuhteet, jotka suosivat särkikaloja mutta haittaavat näkönsä turvin saalistavia petokaloja*

Kun järvi rehevöityy...

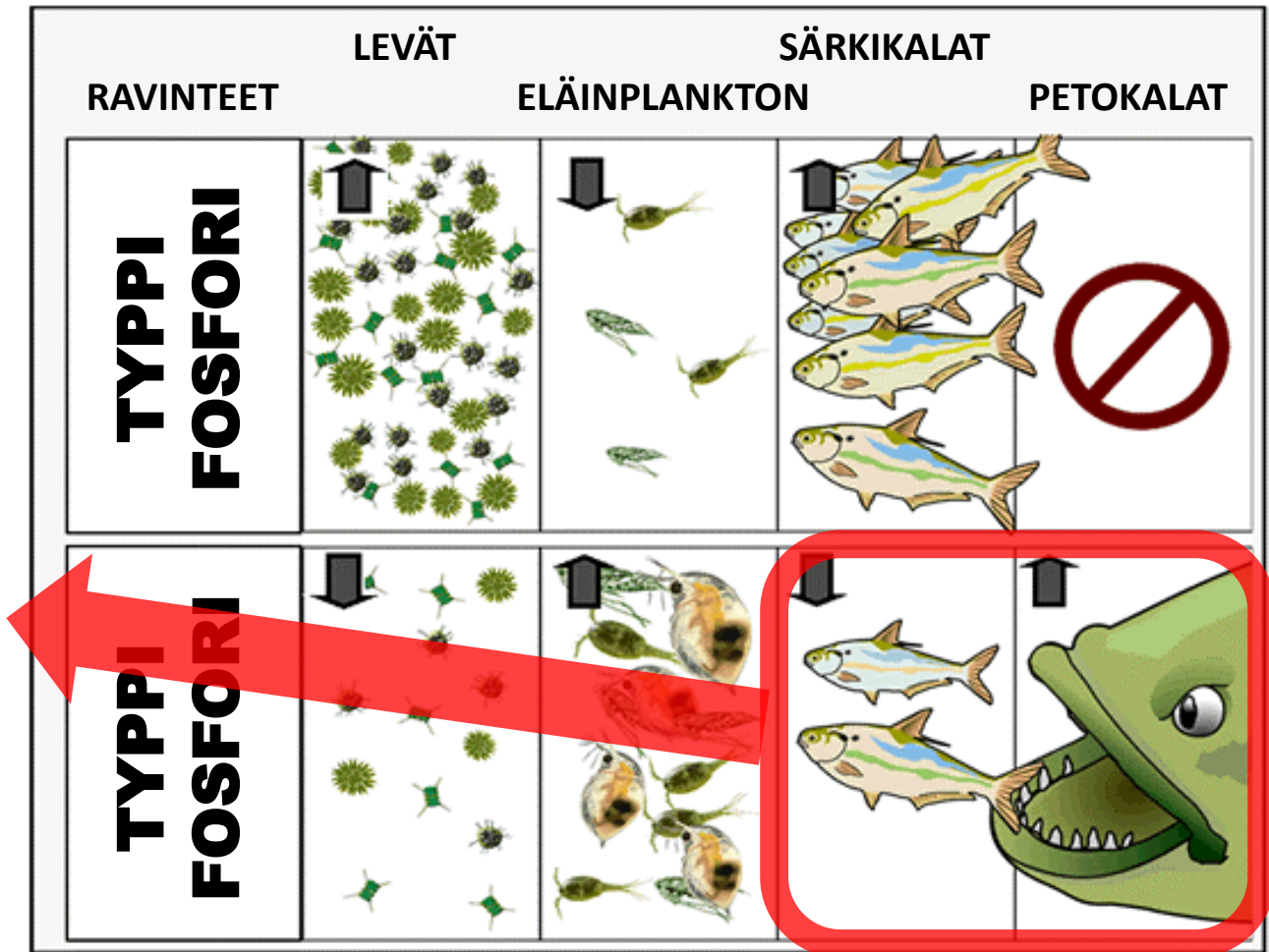
| Lisääntyy +   | Vähenee –       |
|---------------|-----------------|
| Ravinteet     | Näkösyvyys      |
| Sinilevät ym. | Happi           |
| Sameus        | Upokasvillisuus |
| Umpeenkasvu   | Eläinplankton   |
| Särkikalat    | Petokalat       |



Kuva muokattu: Missouri Department of Natural Resources (2005)

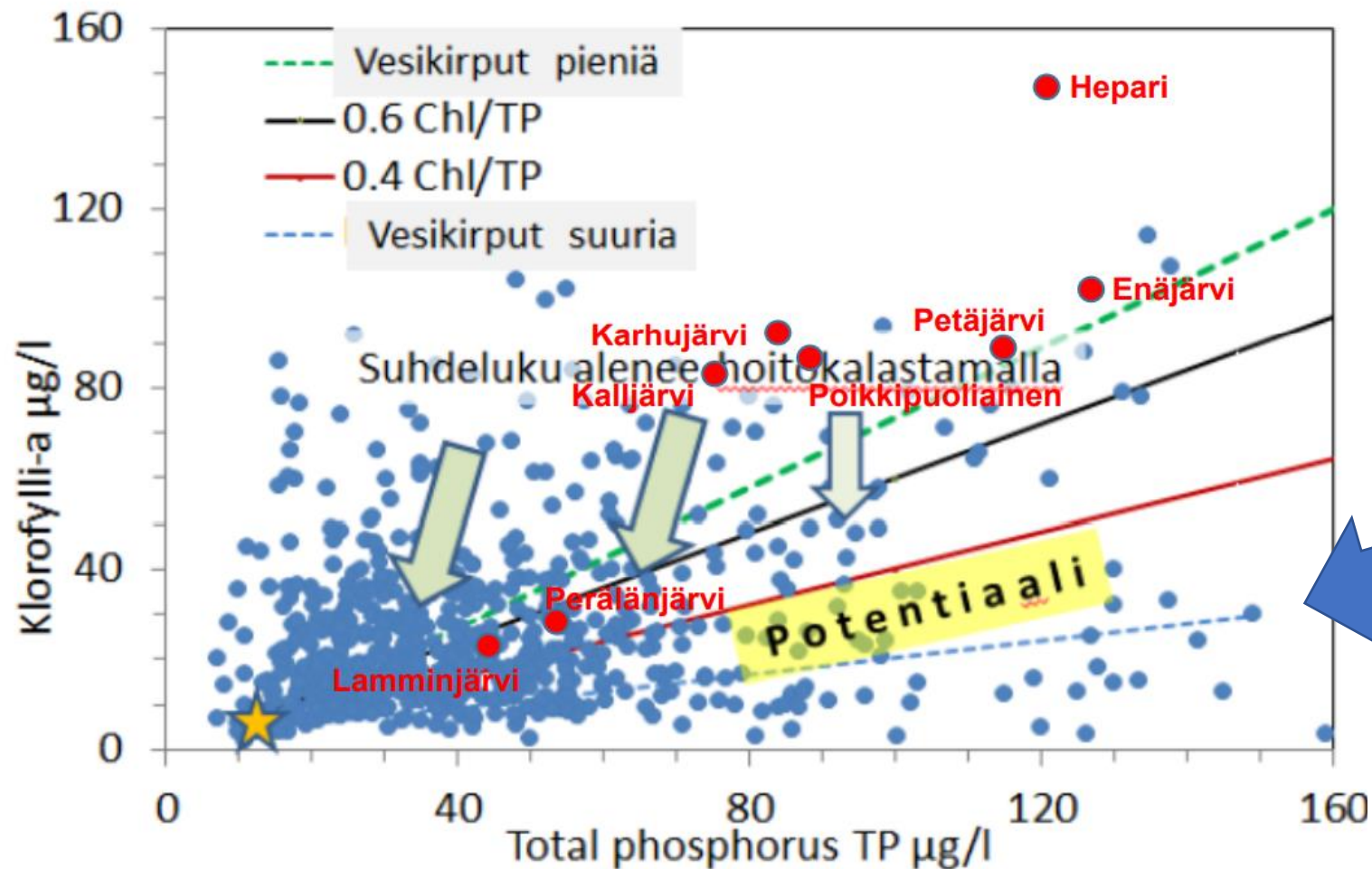
# Järven ravintoketjun kunnostus

- Eläinplanktonia syövien särkikalojen poistopyyntiä
- Pohjaeläinravintoa syövien ja pohjaa pölyttävien särkikalojen poistopyyntiä ja / tai
- Petokalojen määrän lisäämistä



Kuva muokattu: Missouri Department of Natural Resources (2005)

# Onko mahdollista vähentää leväkukintoja, vaikka fosforipitoisuus pysyy korkeana?



*Tänne  
pyritään!*

Sammalkorpi (2018)

# Ravintoketjukunnostus käytännössä



- Syys- ja talvinuottausta
- Rysäpyyntiä (keväisin ja syksyisin)
- Katiskapyyntiä
- Ojapyyntiä
- ...

# Ravintoketjukunnostus petokalakantoja vahvistamalla



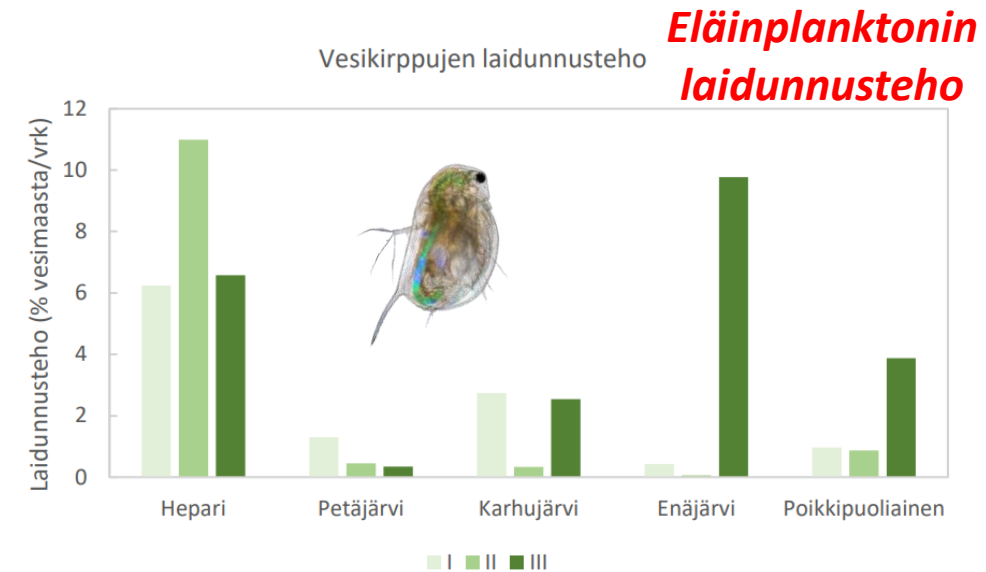
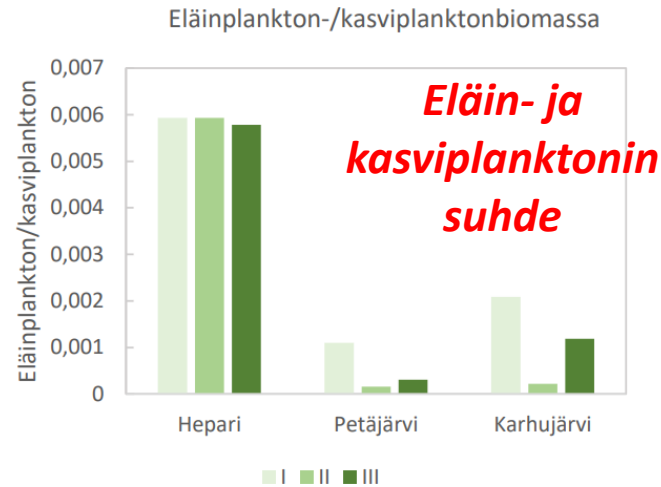
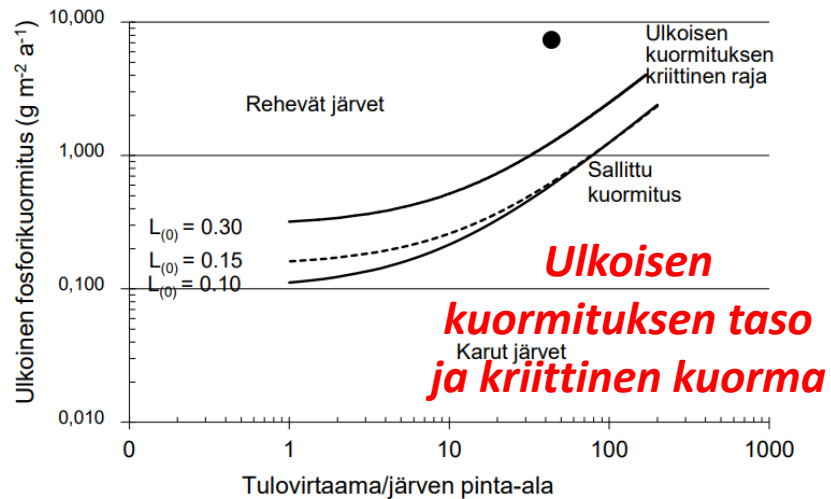
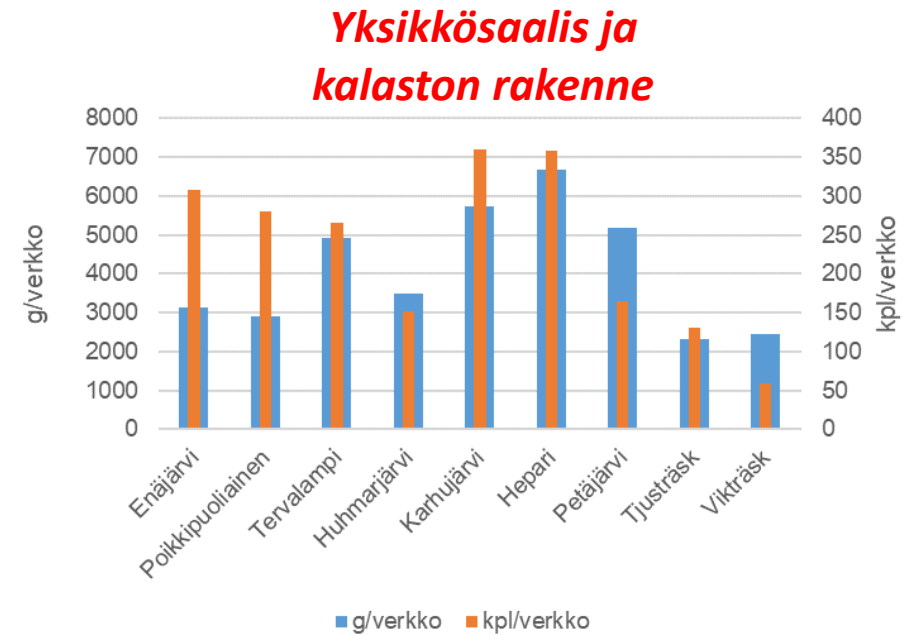
Kuvat © Seppo Leinonen – Seppo.net



# Miten arvioida hoitokalastustarvetta?

$$y = 16,9 \times x^{0,52}$$

y on tehokalastusvaiheen  
saalismäärä (kg/ha\*v) ja x on  
kokonaisfosforipitoisuus (µg/l)  
(Jeppesen & Sammalkorpi, 2002)



# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? Mitä tutkimukset kertovat?

## (Hansson ym. 1998, Bernes ym. 2015)

Bernes *et al. Environmental Evidence* (2015) 4:7  
DOI 10.1186/s13750-015-0032-9



*Ecosystems* (1998) 1: 558–574

**ECOSYSTEMS**  
© 1998 Springer-Verlag

**SYSTEMATIC REVIEW**

**Open Access**

What is the influence of a reduction of planktivorous and benthivorous fish on water quality in temperate eutrophic lakes?

A systematic review

Claes Bernes<sup>1\*</sup>, Stephen R Carpenter<sup>2</sup>, Anna Gårdmark<sup>3</sup>, Per Larsson<sup>4</sup>, Lennart Persson<sup>5</sup>, Christian Skov<sup>6</sup>, James DM Speed<sup>7</sup> and Ellen Van Donk<sup>8</sup>

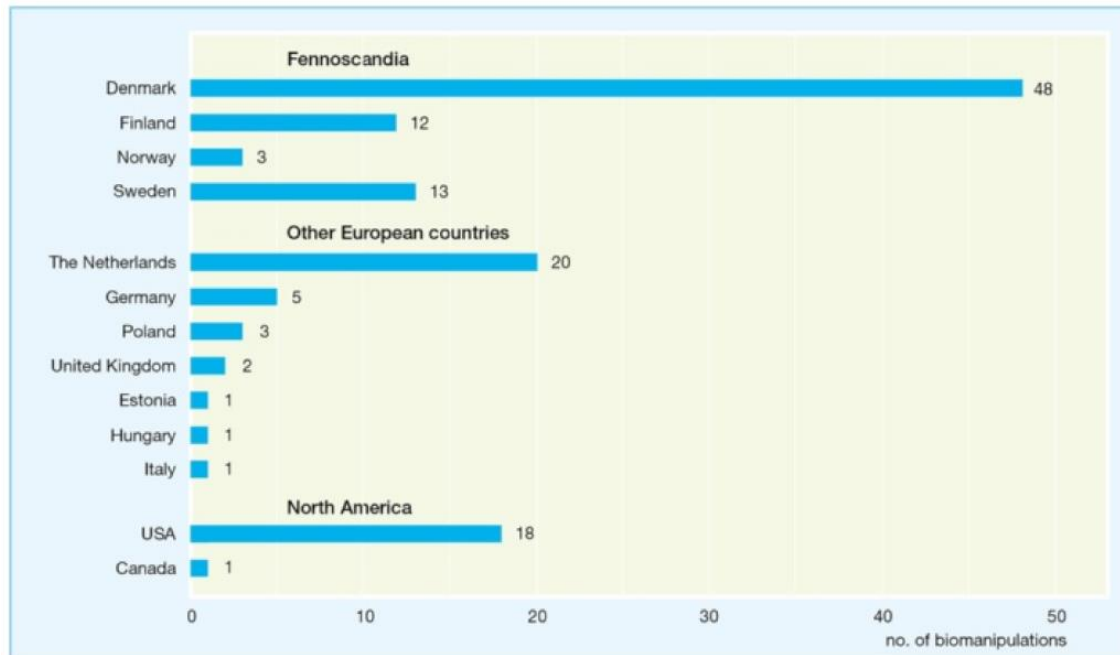
MINIREVIEW

### **Biomanipulation as an Application of Food-Chain Theory: Constraints, Synthesis, and Recommendations for Temperate Lakes**

Lars-Anders Hansson,<sup>1\*</sup> Helene Annadotter,<sup>1</sup>  
Eva Bergman,<sup>1</sup> Stellan F. Hamrin,<sup>2</sup> Erik Jeppesen,<sup>3</sup> Timo Kairesalo,<sup>4</sup>  
Eira Luokkanen,<sup>4</sup> Per-Åke Nilsson,<sup>5</sup> Martin Søndergaard,<sup>3</sup> and John Strand<sup>1</sup>

# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? (Bernes ym. 2015)

Meta-analyysi, jossa 32580 artikkelin joukosta seulottiin 123 riittävän hyvin seurattua ja raportoitua hoitokalastusta



Parhaiten raportoidut hoitokalastushankkeet pääosin Suomesta, Ruotsista, Tanskasta, Hollannista ja Yhdysvalloista

# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? (Bernes ym. 2015)

Tutkimukseen valitut  
järvet keskimäärin  
matalia, reheviä ja  
kohtalaisen pieniä

**Table 2 Characteristics of included lakes**

|                                                                        | Median | Min. | Max. |
|------------------------------------------------------------------------|--------|------|------|
| Mean depth (m)                                                         | 2.1    | 0.7  | 13.5 |
| Lake area (ha)                                                         | 37     | 1.2  | 3985 |
| Retention time (days)                                                  | 220    | 1    | 3870 |
| Total phosphorus concentration<br>(pre-manipulation summer mean, µg/l) | 133    | 25   | 1195 |
| Mean annual atmospheric temperature (°C)                               | 7.8    | 1.3  | 13.1 |

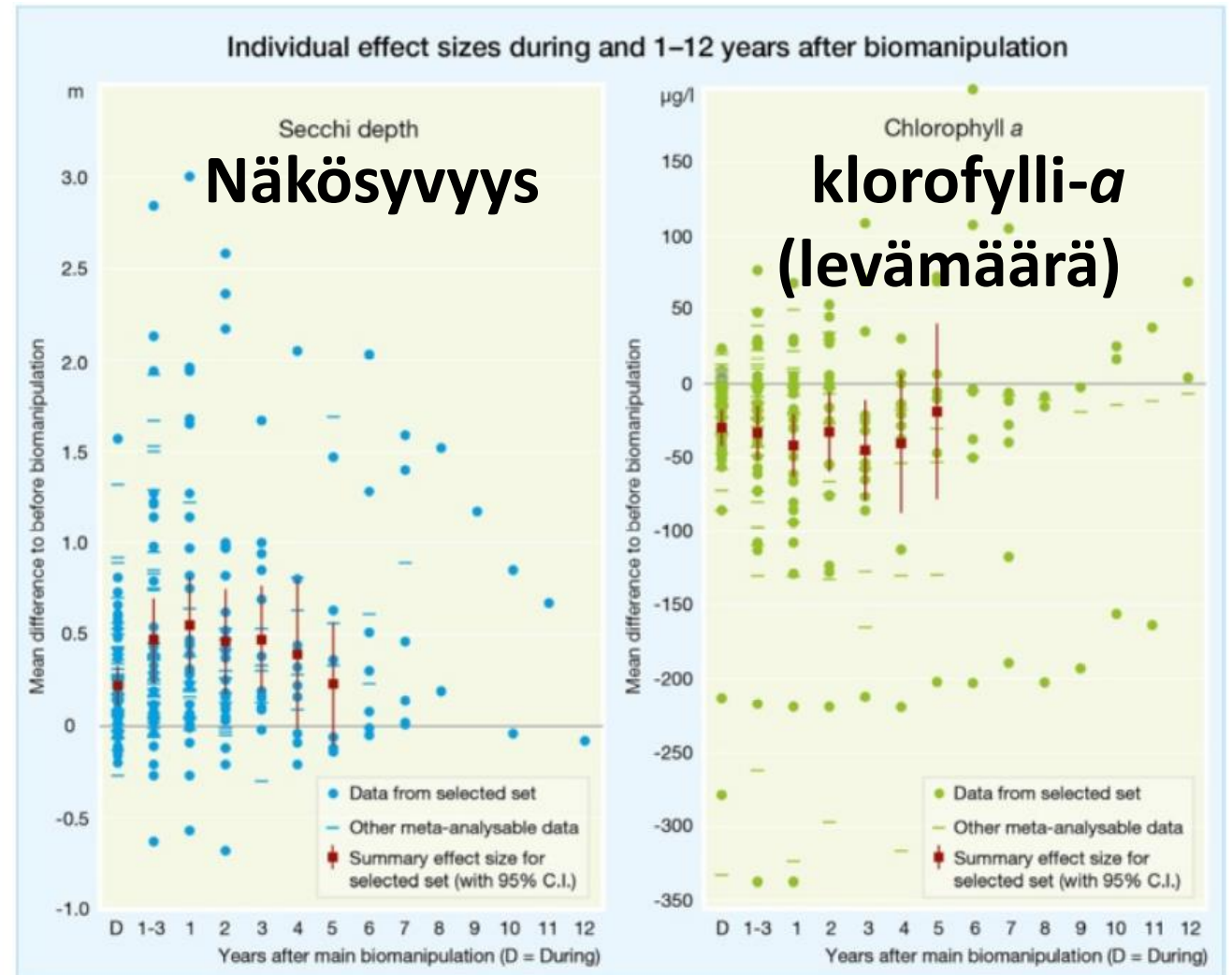
Tutkimusjoukon järvistä poistettu kalaa  
minimissään 13–30 kg/ha/v ja maksimissaan koko  
kalasto (rotenonkäsittely)

# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? (Bernes ym. 2015)

Hoitokalastus paransi  
**hoitokalastusjakson aikana**  
keskimäärin

- 0,22 m näkösyvyyttä
- 22 µg/l klorofyllipitoisuutta

*erot tilastollisesti merkitseviä*

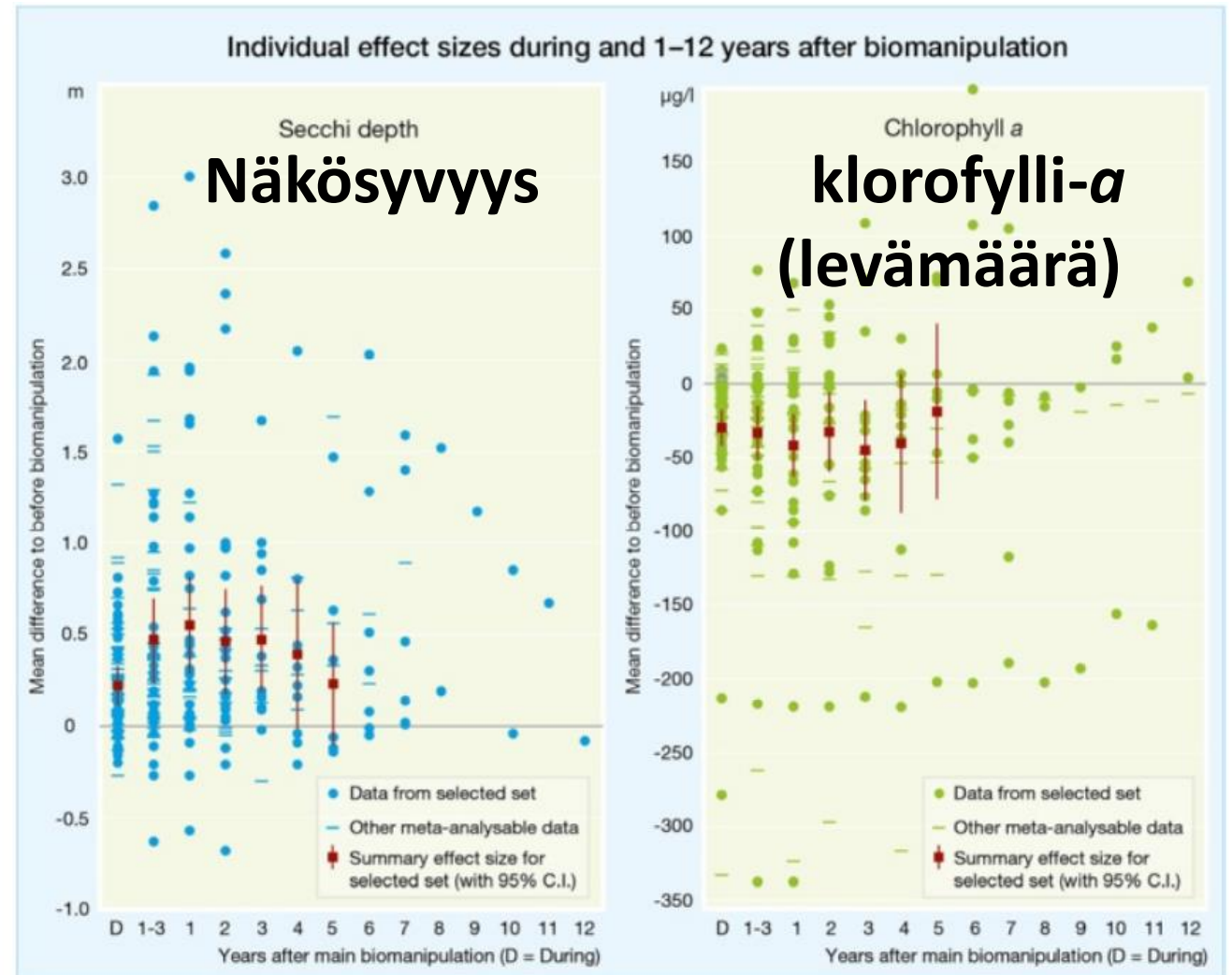


# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? (Bernes ym. 2015)

Kolme vuotta *hoitokalastusjakson jälkeen* keskimäärin

- 0,46 m parempi näkösyvyys
- 30 µg/l vähemmän klorofylliä

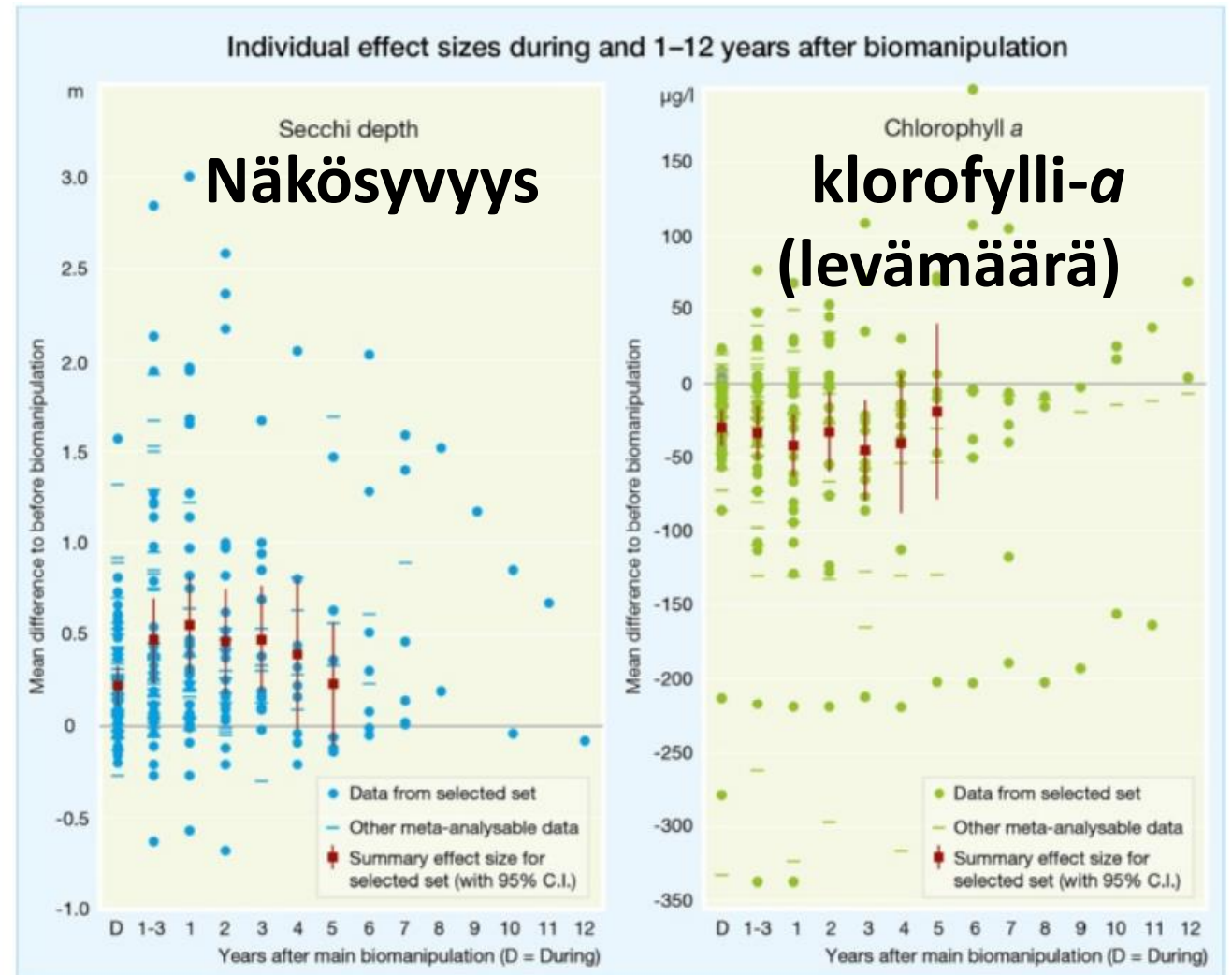
*erot tilastollisesti merkitseviä*



# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? (Bernes ym. 2015)

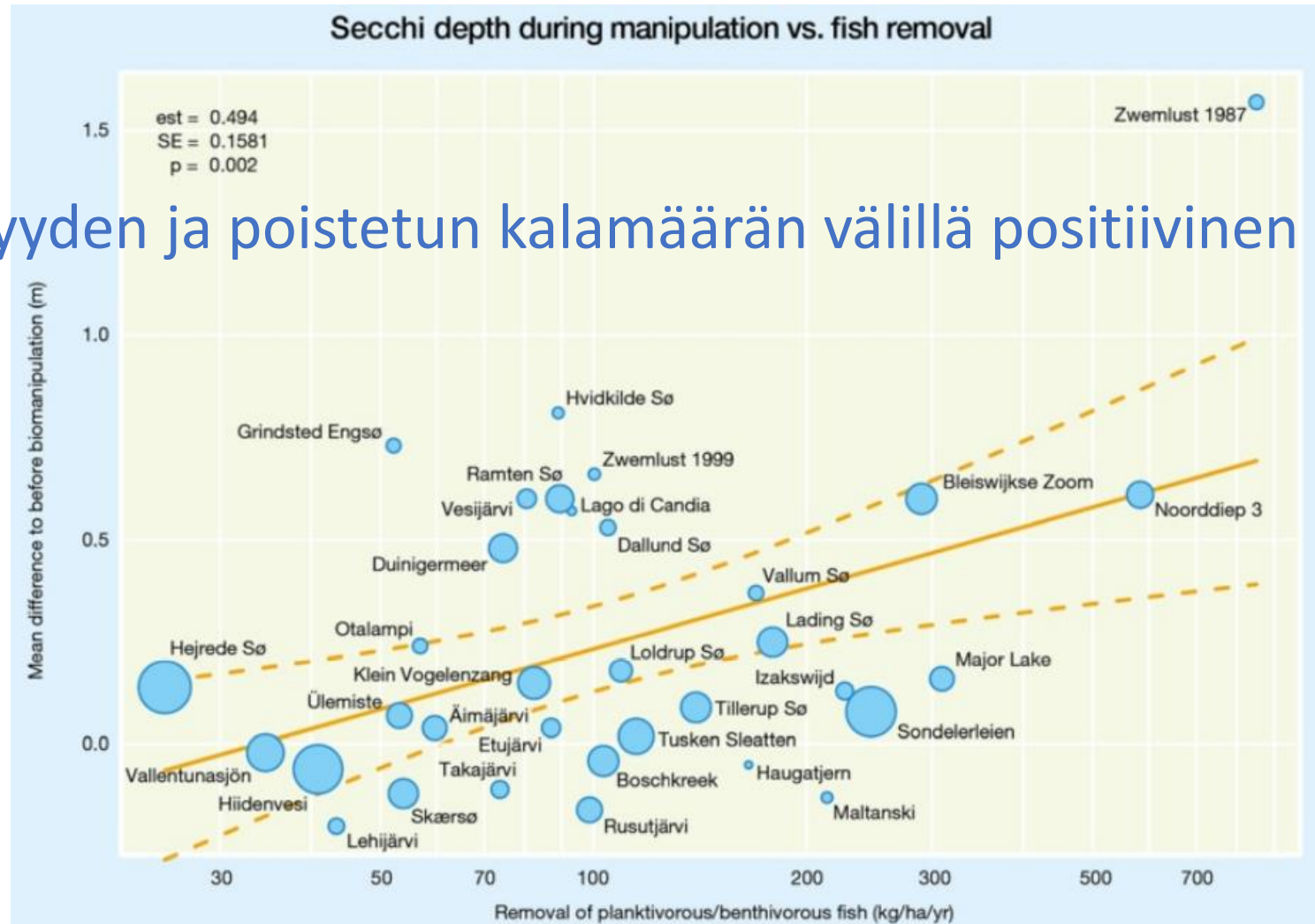
Neljä vuotta *hoitokalastusjakson jälkeen*

- Erot pääosin eivät enää tilastollisesti merkitseviä
- Voi selittyä osin sillä, että yhtä kattavaa seurantatietoa ei enää tämän jälkeen useinkaan saatavilla

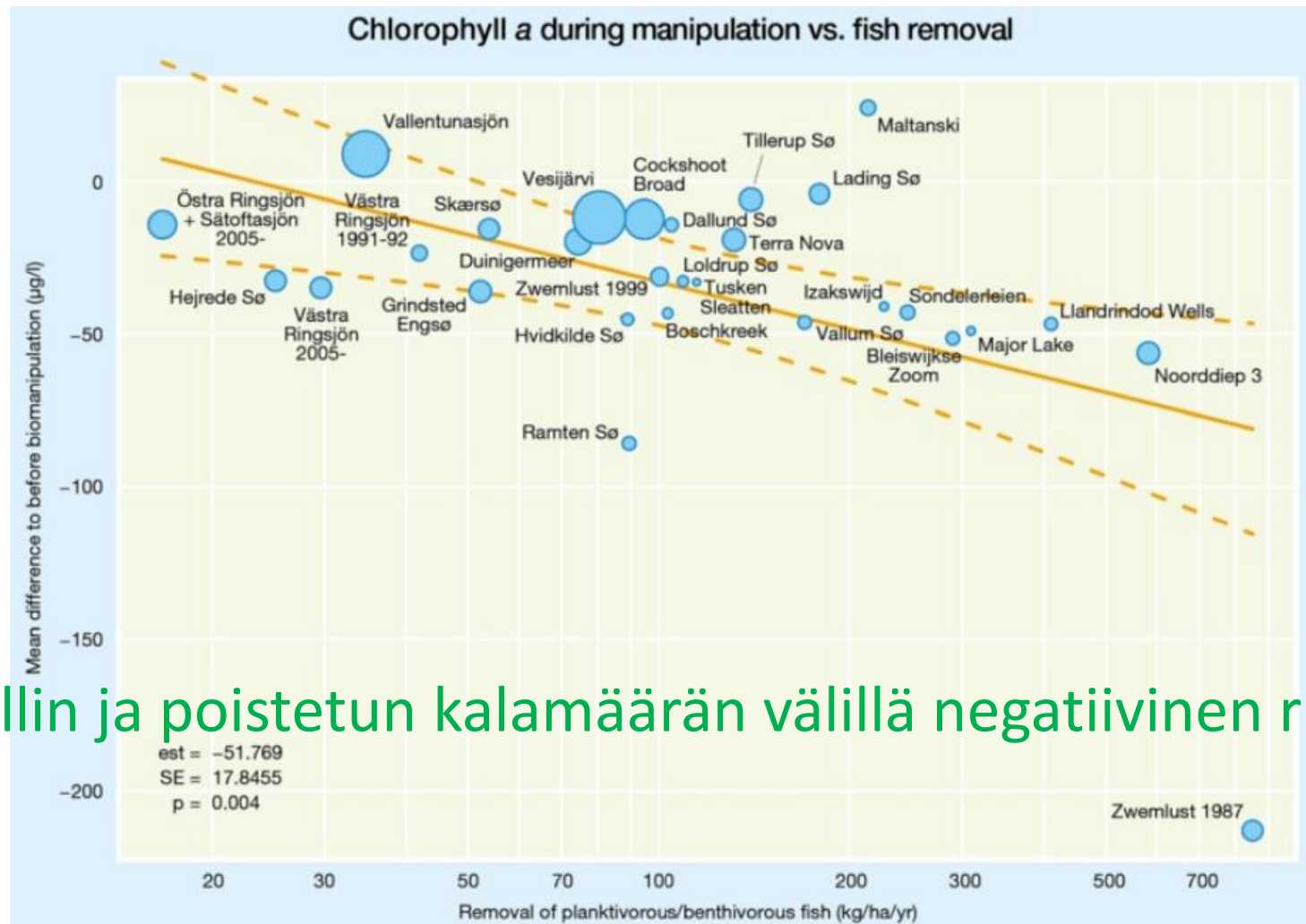


# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? (Bernes ym. 2015)

Näkösyvyyden ja poistetun kalamäärän välillä positiivinen riippuvuus



# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? (Bernes ym. 2015)



Klorofyllin ja poistetun kalamäärän välillä negatiivinen riippuvuus

# Parantaako hoitokalastus vedenlaatua? (Bernes ym. 2015)

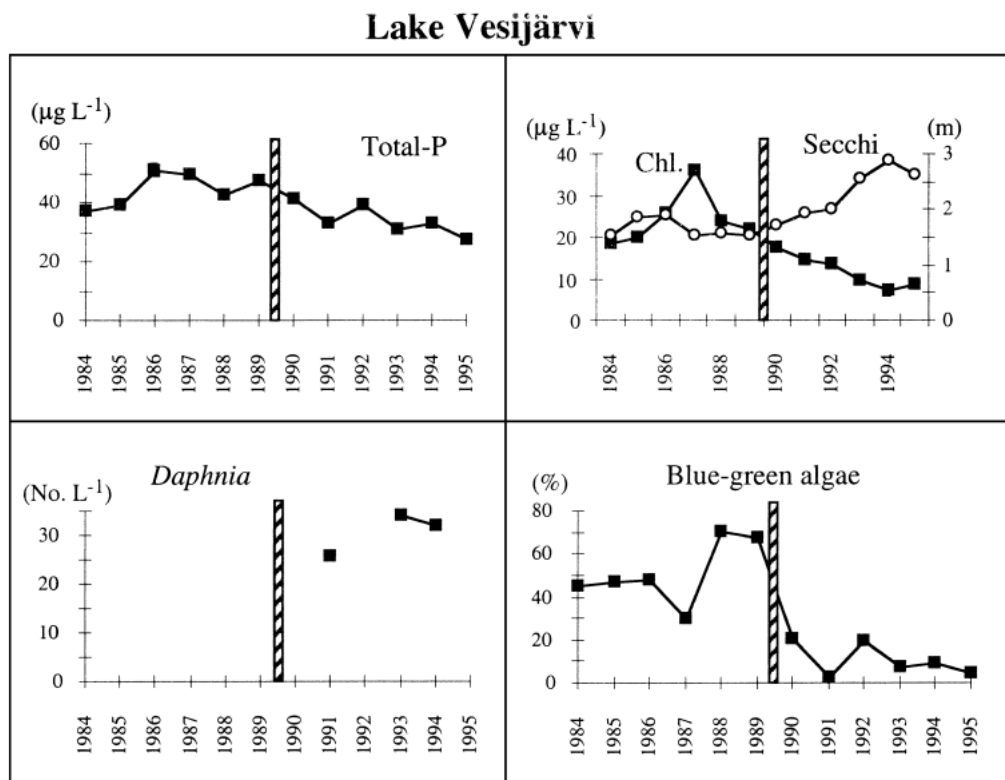
| Johtopäätökset aiemmissa katsauksissa                                                           | Tämä meta-analyysi tukee |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Hoitokalastus (plankton- ja pohjaeläinsyöjäkalojen poisto) kirkastaa vettä                      | Kyllä                    |
| Hoitokalastus vähentää klorofylliä                                                              | Kyllä                    |
| Hoitokalastus vähentää sinileväkukintoja                                                        | Kyllä                    |
| Tehostettu hoitokalastus lisää em. vaikutuksia                                                  | Kyllä                    |
| Petokalojen istutus on hyödyttömämpää kuin hoitokalastus                                        | Kyllä                    |
| Hoitokalastus on tehokkaampaa matalissa järvissä                                                | Ei                       |
| Hoitokalastus on tehokkaampaa pienissä järvissä                                                 | Kyllä                    |
| Hoitokalastus on tehottomampaa järvissä, joissa korkea toimenpidettä edeltänyt fosforipitoisuus | Ei                       |

# Yhteenvetona (Bernes ym. 2015)

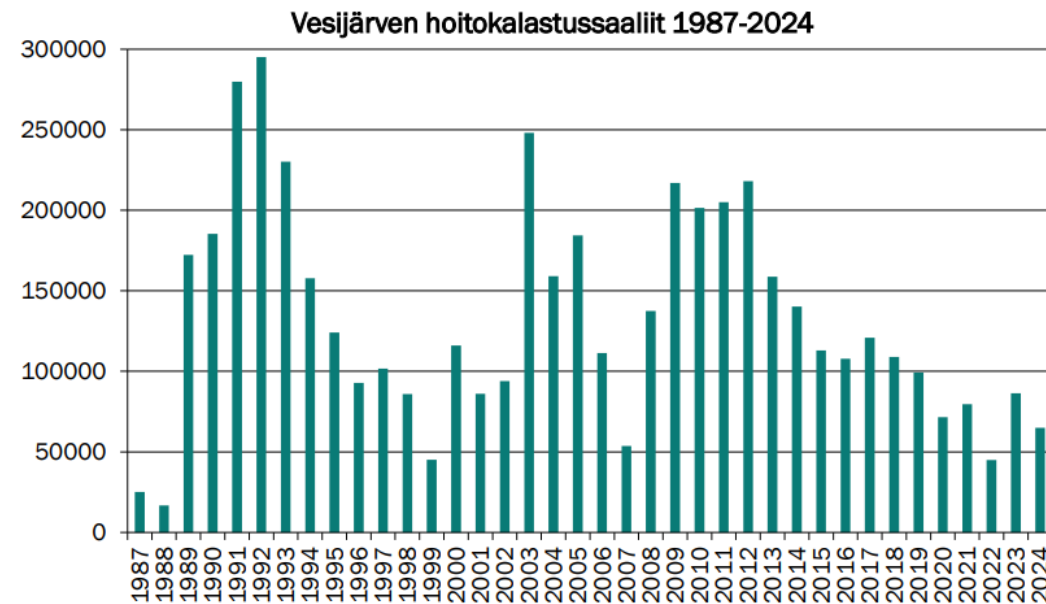
1. Hoitokalastuksella **voidaan parantaa** vedenlaatua, mutta sen on oltava riittävän tehokasta etenkin ensimmäisinä vuosina ja senkin jälkeen useimmiten jatkuvaa (äärimmillään jokavuotista, mutta joskus tehokalastuksen vaikutus voi kestää jopa vuosikymmenen tai pidempään)
2. Pelkät petokalatoimet eivät yksinään riitä (istutukset, lisääntymisalueiden kunnostukset) vaan särkikalojen poistokalastusta on tehtävä
3. Hoitokalastuksen ohella tehdään usein muutakin – laadukasta dokumentointia kaivataan, jotta voidaan tutkia kunnostusmenetelmien yhteisvaikutuksesta

# Hoitokalastus voi toimia isoissakin järvissä – esimerkkinä Lahden Vesijärvi (Hansson ym. 1998)

Onnistunut ison järven kunnostus, jossa hoitokalastus ollut tärkeässä roolissa – ja toiminta ollut pitkäjänteistä



Hansson ym. (1998)



<https://www.lahti.fi/tiedostot/hoitokalastussaalet-2024/>

# Hanssonin ym. (1998) kuusi pointtia

1. Ensimmäisinä vuosina planktonsyöjäkalojen **tehokalastus** tärkeää ja sen tulisi olla nopeaa (mielellään kahdessa vuodessa)
2. Pohjaeläimiä syöviä kaloja pitää tehokkaasti vähentää
3. Lisääntyvien kalanpoikasten määrää täytyy vähentää (poikasten poispyynti ja petokalakantojen vahvistaminen) – ”poikasbuumi” seuraa usein 1-3 vuodessa aloituksesta
4. Uposkasvillisuuden lisääntymistä täytyy tukea
5. Pysyvyyden kannalta fosforipitoisuuden tulisi olla alle 100 µg/l (ulkoisen kuormituksen vähentäminen)
6. Eri sidosryhmien sitouttaminen usein läsnä onnistumisissa

# Hoitokalastus osana kestävää kalavesien hoitoa

(Mehner ym. 2004)

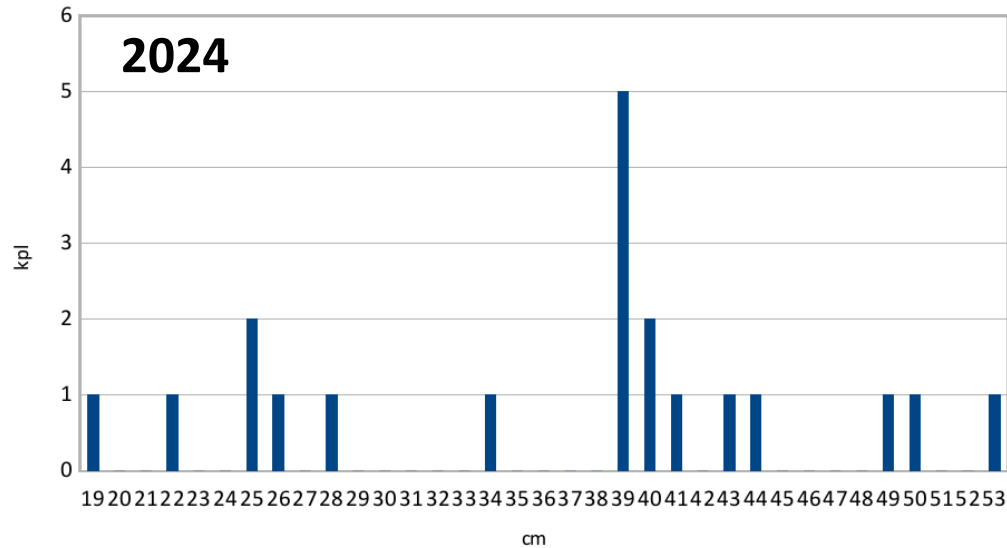
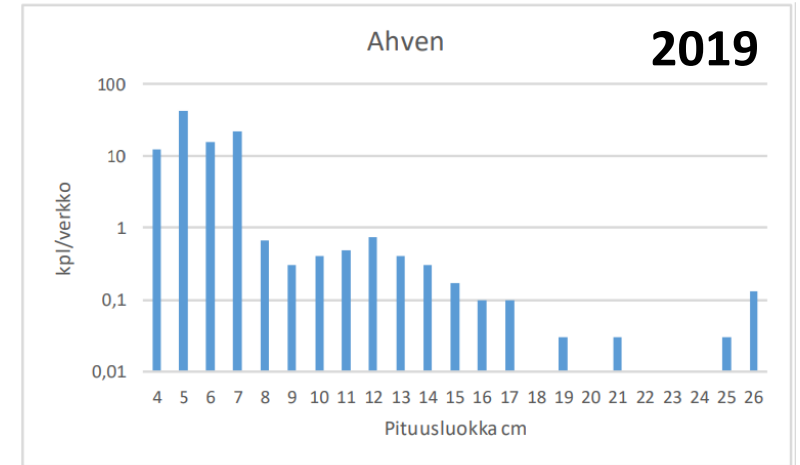
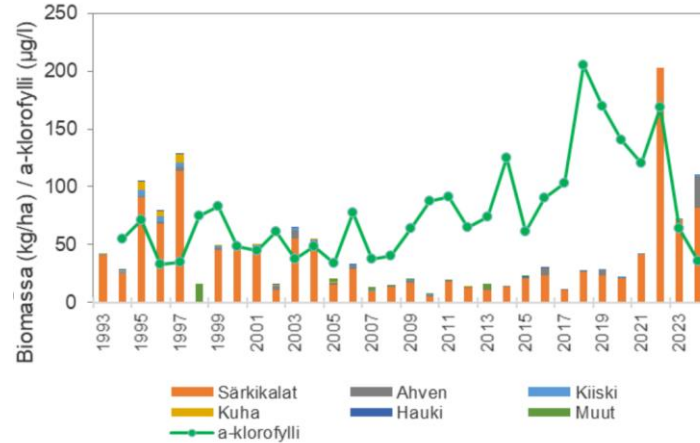
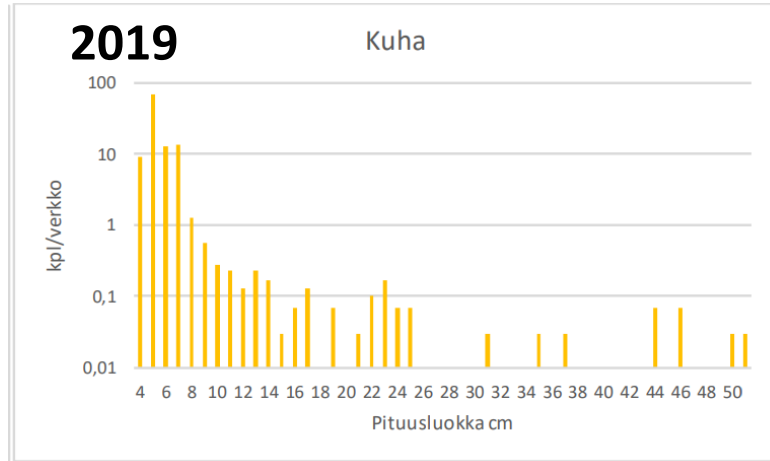
- Lisätään petokalojen, erityisesti haukien ja petoahventen, määrää (petokaloja tulisi olla vähintään 25 – 30 % kalabiomassasta)
  - Varmistetaan lisääntymisalueet, istutetaan tarvittaessa – veden laadun muutos edesauttaa lajistosuhteiden muutosta
  - Rajoitetaan ja/tai säädellään petokaloihin kohdistuvaa kalastusta (mm. ylämitta isoille petokaloille)
- Vapaa-ajankalastajat ja kaupalliset kalastajat tärkeä sitouttaa yhteisiin tavoitteisiin

*Fisheries Management and Ecology, 2004, 11, 261–275*

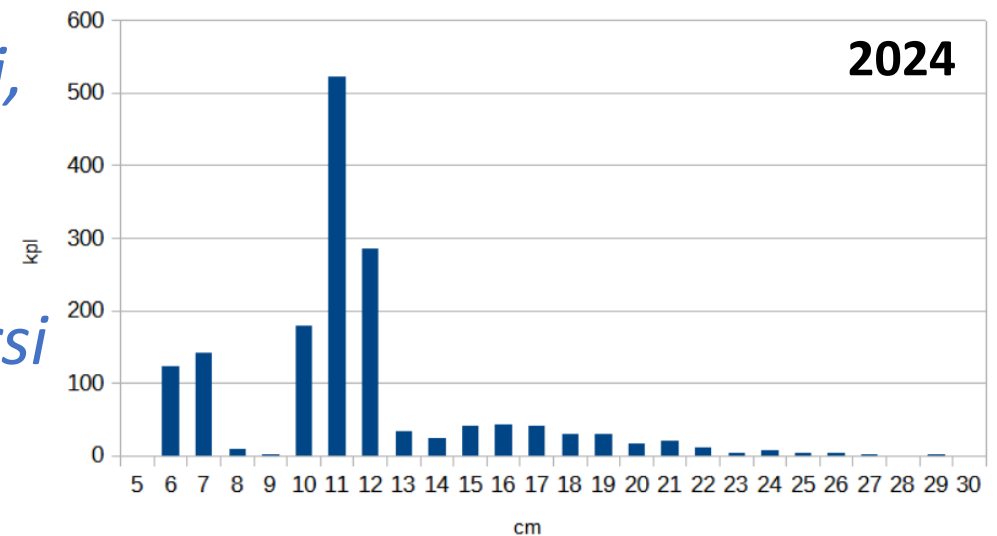
*Mehner ym. (2004)*

**How to link biomanipulation and sustainable fisheries management: a step-by-step guideline for lakes of the European temperate zone**

# Onnistunut ravintoketjukurinnoitus muuttaa kalalajien suhteita – esimerkkinä Vihdin Enäjärvi

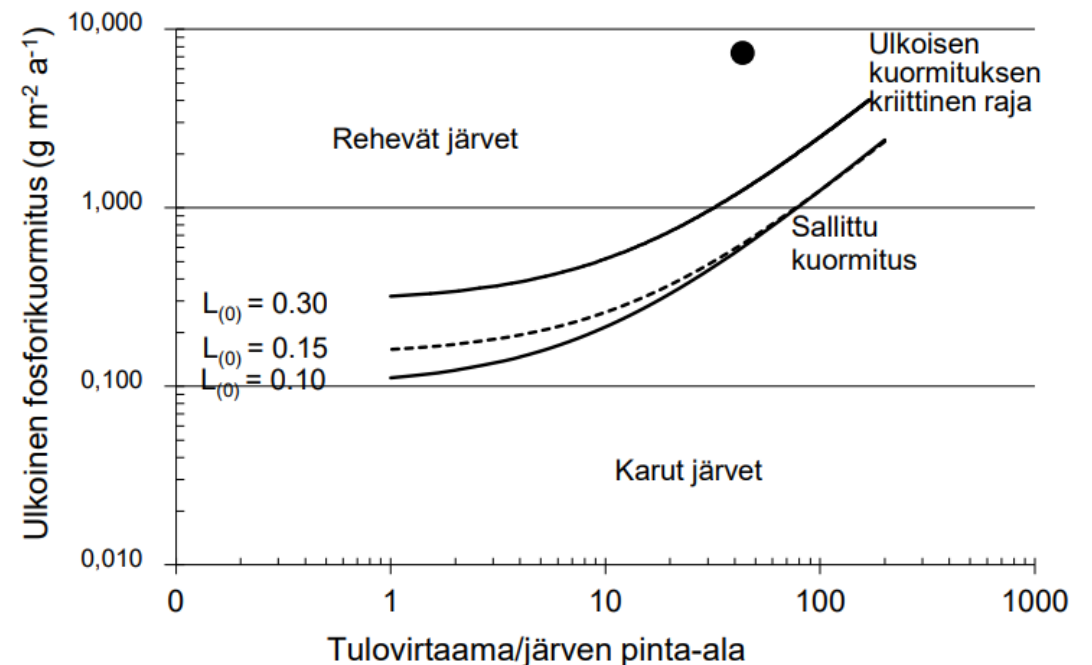


*Järvi kirkastui,  
ahvenkanta  
vahvistui,  
kuhakanta kärsi*



# Aina ei onnistuta, vaikka tehoa löytyy – syitä tähän?

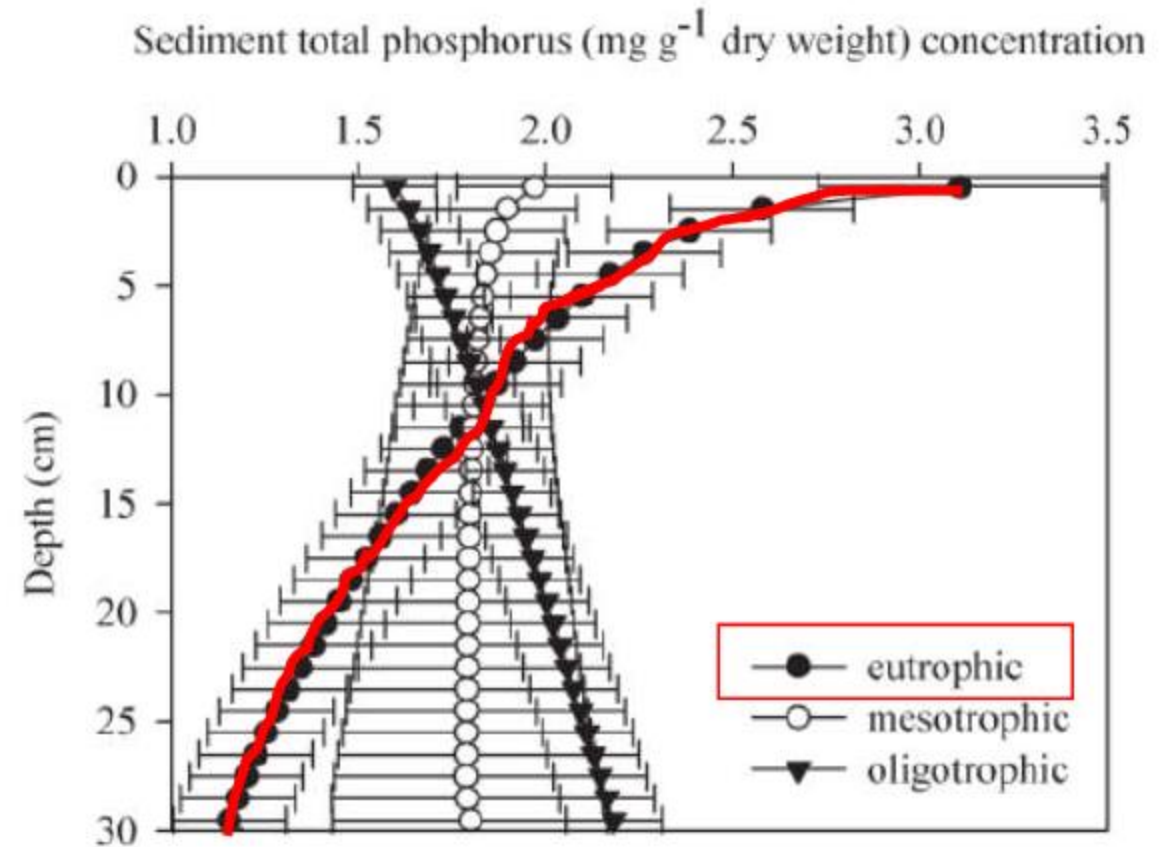
- Liian suuri ulkoinen kuormitus vesittää hoitokalastuksella saavutetut hyödyt
  - Optimi olisi, että ulkoinen kuormitus olisi alle ns. kriittisen kuormituksen rajan
  - Vaikuttaa erityisesti siihen, miten pitkään hoitokalastuksella saavutetut vaikutukset pysyvät → voimakkaan ulkokuormitteisissa järvissäkin tehokalastus voi parantaa vedenlaatua, mutta ylläpito vaatii jatkuvaa intensiivistä kalastusta



Vollenweider, Mem. Ist. Ital. Idrobiol. (1976)

# Aina ei onnistuta, vaikka tehoa löytyy – syitä tähän?

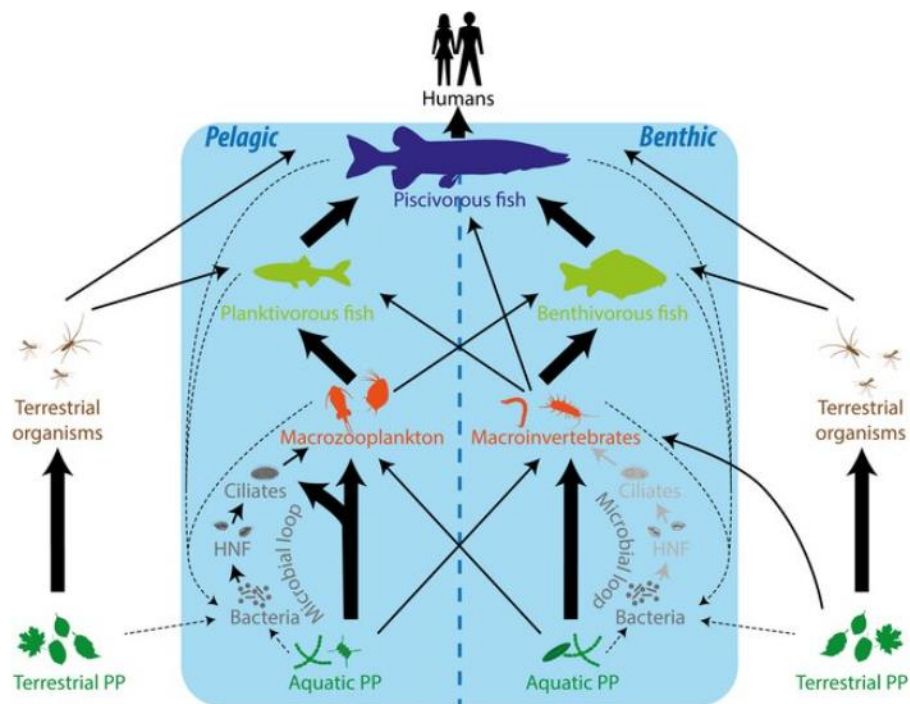
- Liian suuri sisäinen kuormitus stimuloi levien kasvua
- Sedimentistä vapautuva fosfori on ongelma erityisesti rehevissä järvissä
  - ❖ viimeaikaisten tutkimusten perustella ei pelkästään hapettomissa syvänteissä vaan myös matalilla alueilla
- Hoitokalastus vähentää sisäistä kuormitusta vähentämällä pohjan pölytystä (bioturbaatio) ja kalojen erityksen kautta vapautuvia ravinteita  
→ ei välttämättä riitä tavoiteltuun vedenlaatuun



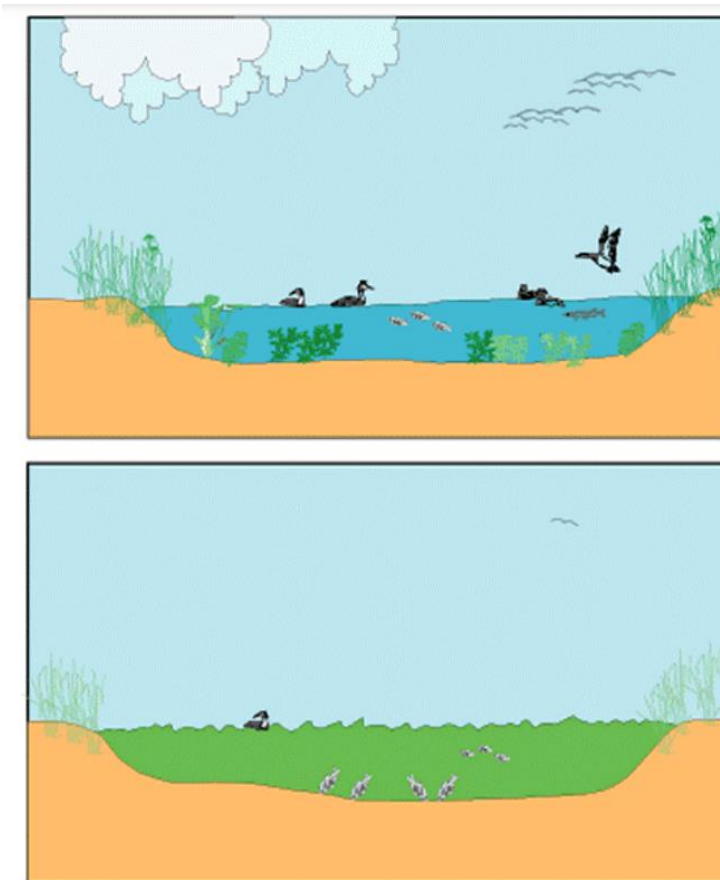
Kuva muokattu Carey & Rydin, L&O (2011)

# Aina ei onnistuta, vaikka tehoa löytyy – syitä tähän?

Ravintoverkot ovat monimutkaisia ja niiden täysi kontrollointi on viime kädessä mahdotonta



Mehner ym., *Ecosystems* (2022)

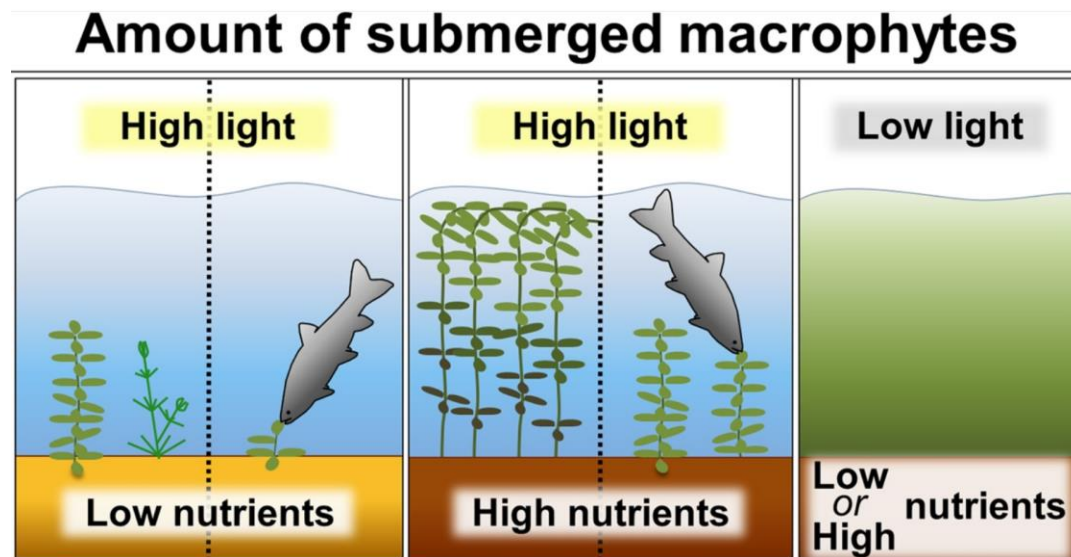


Vaihtoehtoiset tasapainotilat usein lyhytaikaisia ja jatkuvassa muutoksessa

- Kirkkaan tilan ylläpito vaatii usein ns. takaisinkytkentämekanismia, kuten vesikasvillisuutta (erityisesti upokasvit), petokaloja, isoja eläinplanktereita
  - ❖ Vuorovaikuttavat vahvasti toisiinsa
  - ❖ **Upokasvillisuudella** tasapainon säilymisessä iso rooli

# Upokasvillisuuden merkitys

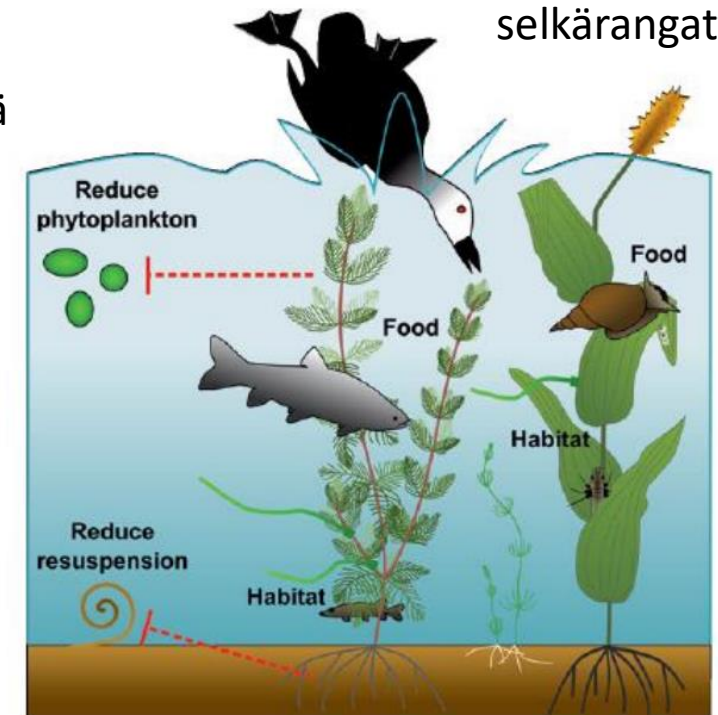
- Upokasvillisuus usein palautuu veden kirkastuttua, mutta ei välttämättä
- Ulkomailla on onnistuttu palauttamaan vesikasvillisuus istuttamalla



*Verhofstad ym., Aquatic Botany (2017)*

Kemiallinen puolustus leviä vastaan

Pohjan pölyämisen vähentäminen

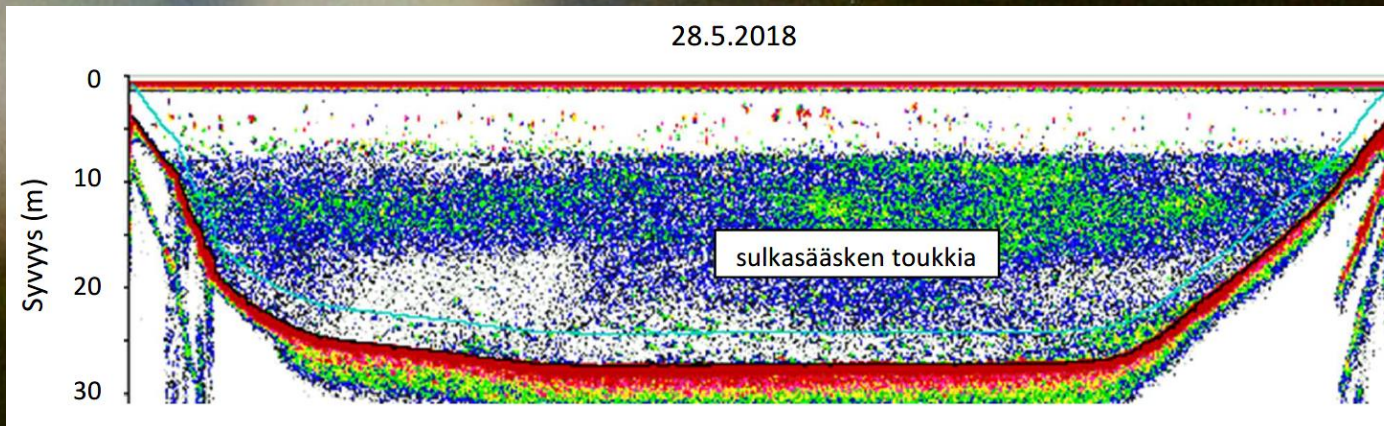


© Verhofstad (2017)

Päällyslievien tarttumapinta ja ravinto mm. selkärangattomille

Suoja petokaloille, eläinplanktonille

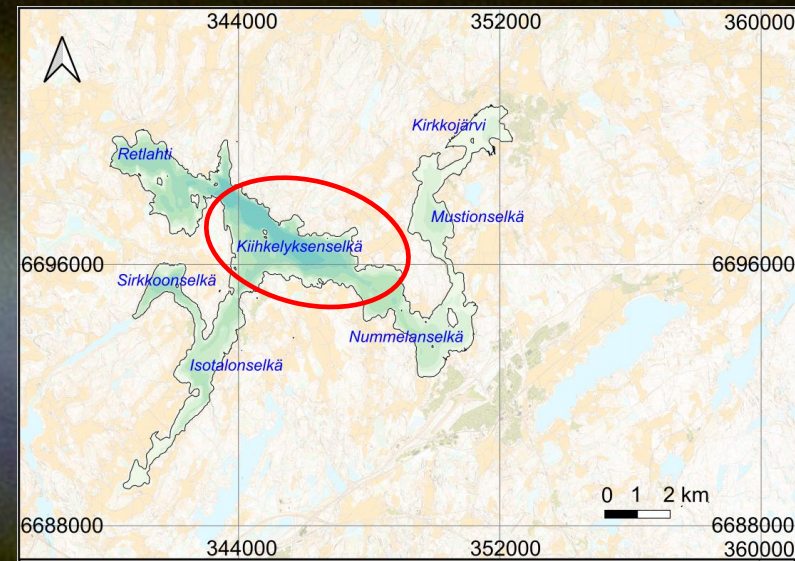
# Ongelmia voi aiheuttaa esimerkiksi sulkasääsken toukka



# Miksi sulkasääsket pitää huomioida?



- Sulkasääsket Hiidenveden syvillä alueilla pääasiallisia eläinplanktonin laiduntajia (Liljendahl-Nurminen, väitöskirja, 2006)
- Planktonsyöjäkalat käyttävät sulkasääskiä ravintonaan, joten niiden poisto voi lisätä sulkasääskien määrää



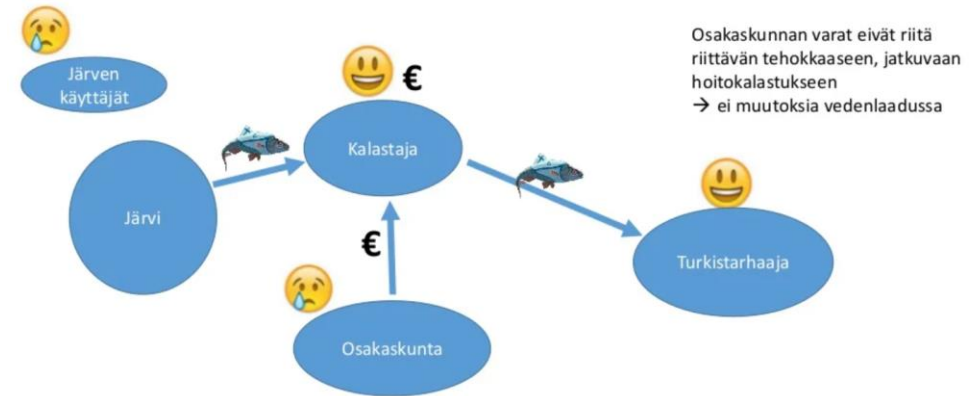
# Liian tehoton hoitokalastus voi pahentaa tilannetta

- Hoitokalastukseen kannattaa ryhtyä vasta silloin, kun on ***realistiset mahdollisuudet saavuttaa riittävä poistotaso ja resurssit jatkaa ylläpitävää hoitokalastusta ja seuranta***
- Jos poistetaan liian vähän kalaa, järveen jää vahva kutukanta, mutta myös tilaa uusille runsaille vuosiluokille → kalakantaa tihenee ja keskikoko pienenee → ravinteiden kierrätys (eritys) tehostuu, eläinplanktoniin kohdistuva saalistus tehostuu
  - Pahimmillaan tätä jatketaan vuosikausia ja järven tila heikkenee

# Lopuksi

- Hoitokalastukselle on paikkansa tulevaisuudessakin, jos sitä tehdään suunnitelmallisesti, tehokkaasti ja pitkäjänteisesti
- Nopea keino parantaa järven tilaa – samanaikaisesti tärkeä vähentää ulkoista ravinnekuormitusta – jos tuloksia halutaan, ”joko tai”-ajattelusta syytä luopua?
- Hoitokalastus on takuuvarmaa fosforin ja typen poistoa systeemistä
  - Esim. 100 000 kilossa särkikalaa on n. 600–800 kg fosforia
- Hoitokalastus sitouttaa paikallisia, mikä luo yhdessä tekemisen tunnetta
- Hoitokalastuksesta pitäisi tehdä laajemmin kaupallisesti kannattavaa – särkikalalla on kysyntää elintarvikkeena tai esim. lemmikkien ruokana

## ”Perinteinen” hoitokalastus



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



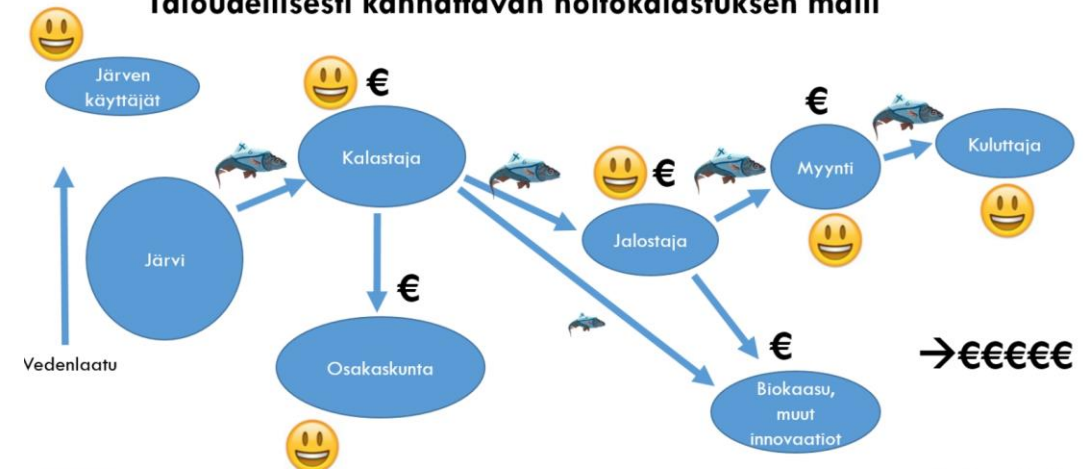
SATAKUNTALIITTO

PYHÄJÄRVI

INSTITUUTTI



## Taloudellisesti kannattavan hoitokalastuksen malli



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



SATAKUNTALIITTO

PYHÄJÄRVI

INSTITUUTTI



[https://pyhajarvi-instituutti.fi/wp-content/uploads/2022/01/TANAKKA-hanke\\_loppuraportti.pdf](https://pyhajarvi-instituutti.fi/wp-content/uploads/2022/01/TANAKKA-hanke_loppuraportti.pdf)

An aerial photograph of a small, light-colored boat with several people on board, moving across a dark, rippled body of water. The boat is pulling a long, thin line of buoys or floats that stretches across the water towards the bottom right. The word "Kiitos!" is overlaid in large white text in the center of the image.

# Kiitos!

Kuva: Satu Mali