© Luke

# Kalankasvatuksen alueelliset vaikutukset a-klorfylliin

Lauri Niskanen

Markus Kankainen, Olli Malve (SYKE) & Janne Ropponen (SYKE)

Luke

# A-klorofyllin käyttö kalankasvatuksen sijainninohjaussuunnitelmassa

- Sijainninohjaustyön alussa tehtiin sidosryhmäkysely, jossa pyydettiin mielipiteitä, mitä eri kriteereitä tulisi huomioida ja miten näitä tulisi käyttää
- Lisäksi tehtiin juridinen tarkastelu:
  - Ekologinen luokitus on nykyisessä (2014) suunnitelmassa poissulkeva kriteeri. Juridisessa tarkastelussa on kuitenkin todettu, että ympäristölupia myönnetään hyvää heikommille alueille ja tilaluokkaa tai EU:n tuomioistuimen Weser -päätöstä, jossa määriteltiin että yksikään tilaluokkaan vaikuttava tekijä ei saa heikentyä, ei ole käytetty perusteena luvan myöntämättä jättämiselle (Soininen ja Belinskij 2023).
- Indeksin sijaan vaikutuksia tuli arvioida laaututekijäkohtaisesti
- Kyselyn ja keskusteluiden perusteella a-klorofylli tulisi olla mukana, mutta miten?

Luke

© Luke

# Yhteenveto/esitys kriteereistä

© Luke

**- A-klorofyllistä ehdotus ohjaavaksi kriteeriksi**
**- Ohjaavat kriteerit,** joiden avulla osoitetaan kriteerikohtaisesti ja kriteerien synteeseinä parhaat kasvatusalueet

## 2.1. Ohjaavat ympäristökriteerit

1. Avoimuus
2. Syvyys
3. Virtausten voimakkuus
4. Vaikutus a-klorofylliin
5. Emma- alueet (ekologisesti merkittäviä vedenalaisia meriluontoalueita)
6. Natura SAC vedenalaiset suojelukohteet
7. Natura SPA lintusaaret

8. Laitosten välinen etäisyys yhteiskuormituksen takia

## 2.2. Ohjaavat taloudelliset kriteerit

1. Aallokko
2. Kasvatuskauden lämpötila (pituus)
3. Etäisyys tiehen (satamiin)
4. Tuotantomäärä -ennuste

## 2.3. Ohjaavat sosiaaliset kriteerit

1. Vapaa-ajan asutus
2. Virkistysalueet

# Miten a-klorofyli tulisi huomioida sijainninohjauksessa-työryhmän arvioimia vaihtoehtoja

© Luke

1. **Käytetään ajankohtaista vesimuodostumakohtaista a klorofylli -tilaluokittelua (Erinomainen – Huono)**
2. **Luokitellaan hyvän tilan rajan ja arvioidun nykytilan eron mukaan vesimuodostumakohtaisesti**
    1. eli vähennetään nykytilasta tavoitetila
    2. mitä suurempi positiivinen ero on sitä parempi kohde: (Esim tavoite on 2,5 ug/l mutta a-klorofyli arvo vesimuodostumassa 3 ug/l. tulos on -0,5. Jos tavoite on 3,5ug/l ja klorofylliarvo 3 ug/l tulos on 0,5, jolloin se saa ensimmäistä paremman luokka eli sijaintiarvon.)
3. Käytetään satelliittiaineistoa
    1. luokitellaan esimerkiksi siten, että kohdennetaan alueille jossa keskimäärin vähäisin a-klorofyliarvo (ei toistaiseksi soveltuvaa satelliittiaineistoa)
4. Toisen ja viidennen vaihtoehdon yhdistelmä
    1. Vaikutuksen suhdeluku nykytila ja tavoitetilan väliseen eroon: eli arvioidaan miten vaikuttaa hyvän tilan saavuttamiseen (Ei johda loogiseen tulokseen esim pistekuormituksen ja vesimuodostumakohtaisten tavoiteraja-arvojen yhdistäminen hankalaa)

5. **Arvioidaan kohteet jossa (a-klorofyli) vaikutus lähialueeseen on mahdollisimman pieni**
    1. mitä pienempi vaikutus sen parempi sijainti
    2. Vaikutus mallinnetaan FICOS-rannikkomallin avulla

- Seuraavaksi esittely kohdista 1, 2 ja 5

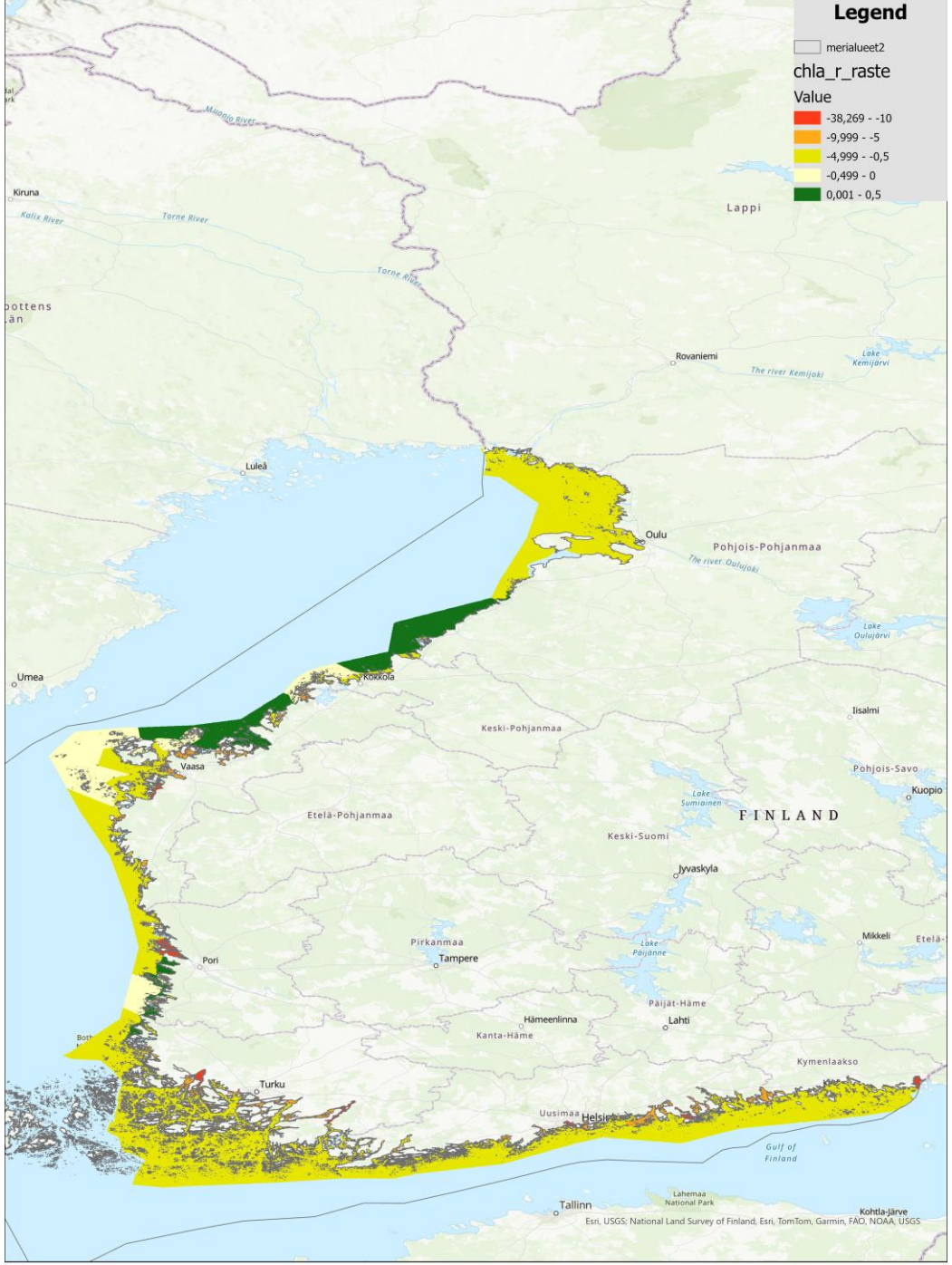
# 1. A- klorofyllin luokittelu tilaluokituksen mukaan

- Missä vesimuodostumassa a-klorofylli hyvässä, missä tyydyttävässä tai heikossa tilassa
- Luokittelu vesimuodostumakohtaisten a-klorofylli -luokittelun mukaan; huono 1 =>5 erinomainen
- Puuttuu vesimuodostumia 23 (ei arviota a-klorofyllistä)
- Ei huomioi kalankasvatuksen vaikutusta
- Merenhoitoalue hyvä tai huono eli kaksiluokkainen, miten yhteensovitetaan?
- Ohjaa epäloogisisuuksiin vesimuodostumien ja merenhoitoalueen rajalla
- **Ehdotus: tukevaksi kriteeriksi, eli taustiedoksi**

© Luke

# 2. A- klorofyllin luokittelu hyvätila-nykytila erotuksena

- Missä erotus eli positiivinen arvo ”suurin” sitä parempi alue
- Edellistä tarkempi luokittelu, muuten samankaltainen
- Ei huomioi kalankasvatuksen vaikutusta
- Puuttuu vesimuodostumia 23 (ei arviota a-klorofyllistä)
- Ohjaa epäloogisiin ratkaisumalleihin vesimuodostumien ja merenhoitoalueen rajalla
- Yhteismitallinen merenhoitoalueella
- **Ehdotus tukevaksi kriteeriksi koska ohjaa epäloogisesti**




© Luke

# 5. Kalankasvatuksen vaikutus a-klorofylliin -kriteeri

- Tässä hankkeessa toteutettu kriteeri
- Tavoite: Määritellään kalankasvatuksen sijaintia ohjaava kriteeri, ja siihen liittyvä karttataso, jossa tavoitteena on osoittaa alueet jossa vaikutukset a-klorofyliin (tai sen tavoitetasoon) on mahdollisimman vähäinen
- Menetelmä:
  - 1. Sijoitetaan merialueelle vakiokuormitus (500 tn) eri sijainteihin
  - 2. Arvioidaan sijaintipisteiden vaikutukset lähialueeseen FICOS mallilla
  - 3. Interpoloidaan mallinnuspisteiden tulokset (noin 5000 kpl) yhtenäiseksi kartaksi
  - 4. Luokitellaan alueet 5 tasoisesti (Erinomainen-Heikko) vaikutuksen perusteella jota käytetään FINFARMGIS ohjaavana kriteerinä sijainninohjauksessa
  - 5. Arvioidaan lisäksi voiko muutosta suhteuttaa järkevästi tavoitetasoihin (kuinka kaukana nykytila tavoitetasosta)

© Luke

# Kalankasvatuksen vaikutusalue ja -aika

- Vaikutusaluevaihtoehdot:

- Ficos-malli laskee vaikutuksia merimailihila/ ruuduttain

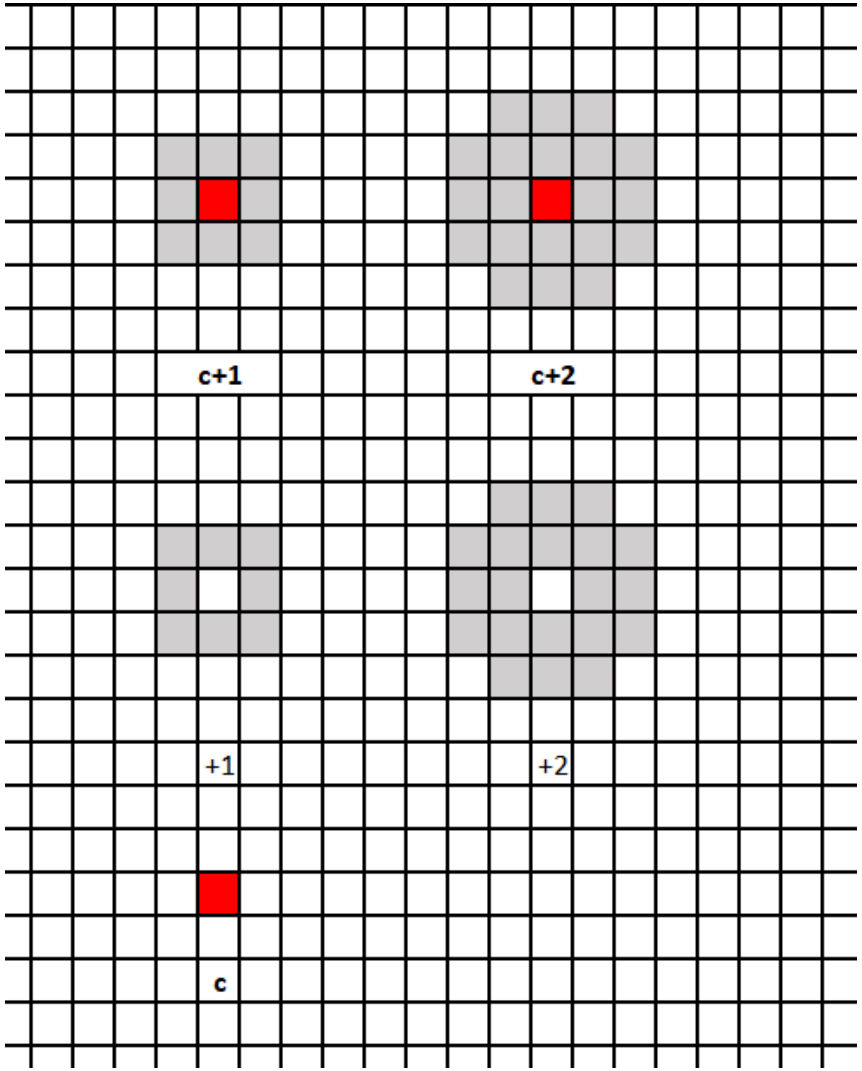
- Keskimääräinen a-klorofyllimuutos kyseiselle alueelle

- Viereisessä kuvassa alue-esimerkkivaihtoehdot =>

- Punainen piste= laitos alue huomioidaan tai valkoinen ei huomioida

- **Työryhmäehdotus alueeksi C+2** (1,852 km*5 =9,26 km ”halkaisija”)

- Pohjanlahden avomerialueilla mallinnuksen hilakoko on 4 merimailia, joten siellä käytetään kerrointa vaikutuksen yhteismitallistamiseksi




- Ajanjaksovaihtoehdot:
- 1. Kasvatuskausi: touko-marraskuu 2. Ekologinen luokittelu: heinäkuu-syyskyyn 1. viikko **3. Klorofylin kasvukausi: Elokuu** 4. Vuosi: tammi-joulukuu

© Luke

# Vaikutukset a-klorofyliin on mallinnettu yli 5000 merialueen pisteeseen

- Katettava koko merialue, että voi arvioida yhdessä muiden kriteerin kanssa
- Kattavuus lähes koko Suomen
- Otanta tiiviimpi rannikkoalueella, koska siellä vaihtelu suurempaa
- Käytetty kolmea eri mallia (Suomenlahti-, Saaristomeri- ja Pohjanlahtimallia)
- Malleissa ja siten tuloksissa eroavaisuuksia reuna-alueilla, tulokset yhteensovitettava
- Voidaan käyttää
  - **1. absoluuttista arvon lisäystä (mikrogrammaa litra)**
  - 2. suhteellista eroa mallin ”perustilaan”
  - 3. Suhdetta vesimuodostumien ja merenhoitoalueiden raja-arvoihin (mutta haasteellista koska alueittain virtausten syystä vaikuttaa useisiin vesimuodostumiin)

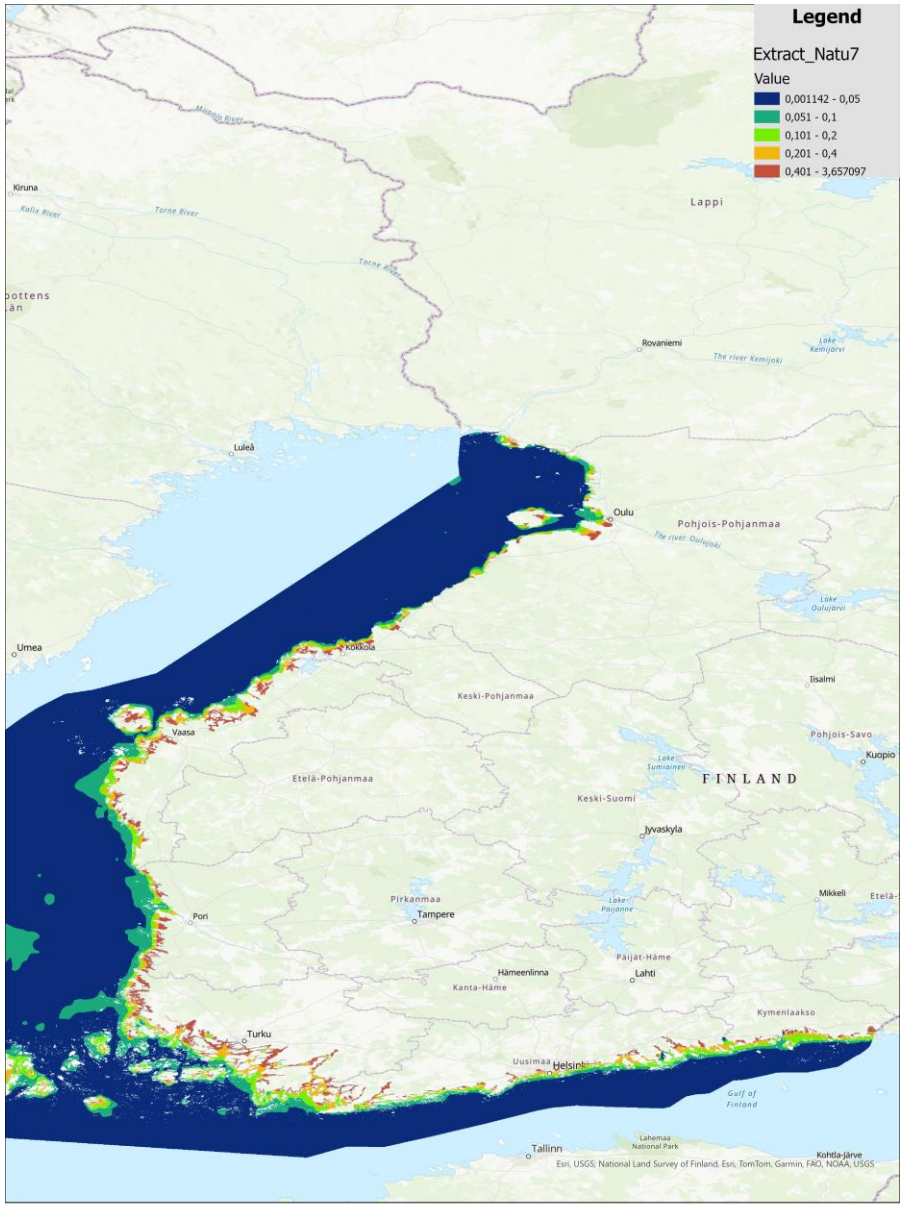
© Luke

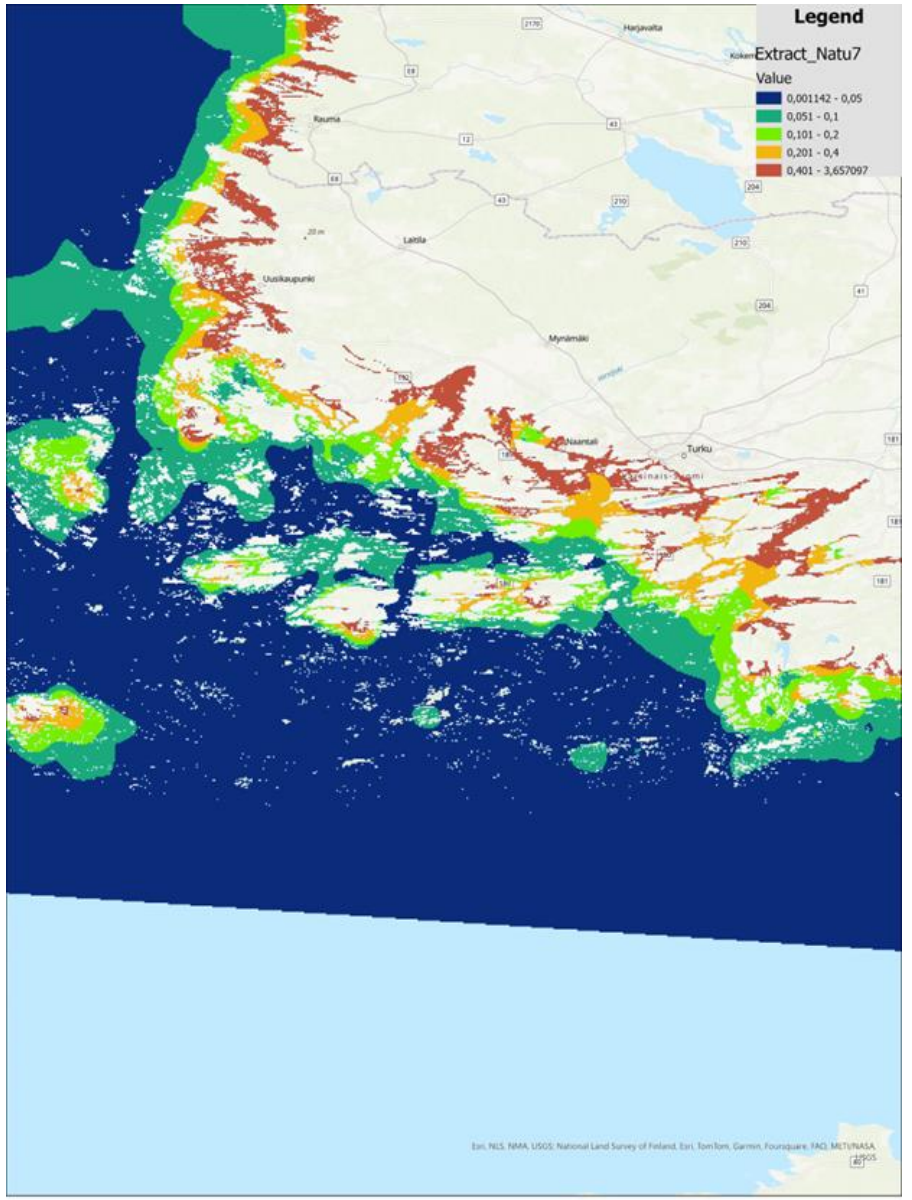
# Tulokset –absoluuttinen muutos ja luokittelu

© Luke

1. Yhtenäinen kartta jossa esitetään vaikutukset a-klorofylliin
2. Selkeä kuvaus missä vaikutukset suurempia/pienempiä
3. Mallinnuksessa haasteita mallialueiden reunoilla sekä interpoloinnissa saarten ympärillä

4. Ei huomioi mikä on alueen a-klorofyllitaso



# Miten vaikutusta voidaan huomioida sijainninohjaussuunnitelmassa

- Mallinnuksen avulla tiedetään tarkemmin kalankasvatuksen vaikutuksesta
- Voidaan tarkemmin miettiä miten vaikutusta voisi huomioida sijainninohjauksessa
- Lähestymistavat
  - Pelkkä a-klorofylivaikutus (edellisessä kalvossa esitetty)
  - Kartta, jossa erotus hyvä tilan rajaan ja suhteutetaan se vaikutukseen
  - A-klorofyllin nykytilasta ja suhteutetaan se vaikutukseen
  - Nykytilan ja tavoitetilan ero
  - Otetaan kaksi kriteeriä lopulliseen sijainninohjaukseen eli pelkkä klorofyllitila ja pelkkä vaikutus

- Lähestymistapojen arviointia varten tarvittiin kattavaa tietoa merialueen a-klorofyllitilasta
  - Voidaan käyttää joko satelliittiaineistoa eri lähteistä tai mittausaineistao
  - Merialueen a-klorofyllitilan arvoimisesta seuraavaksi:

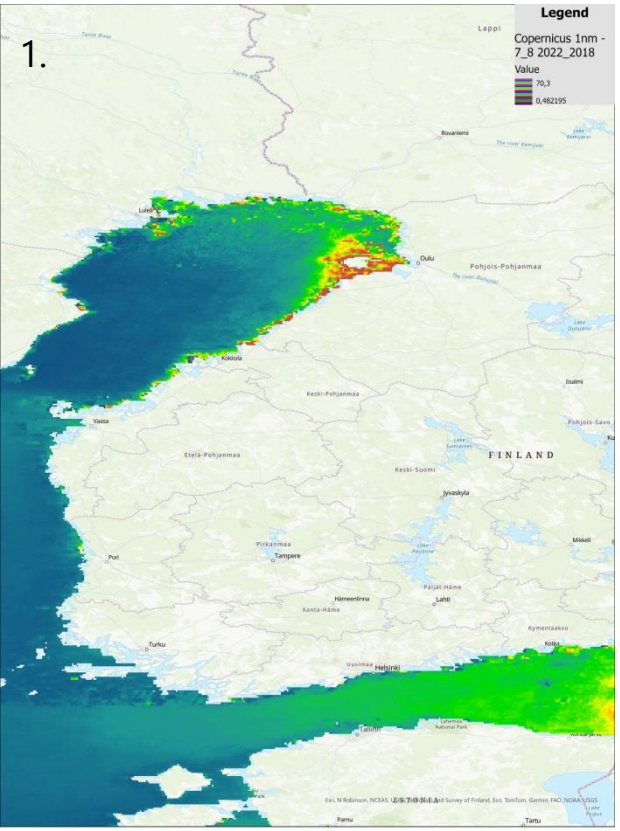
© Luke

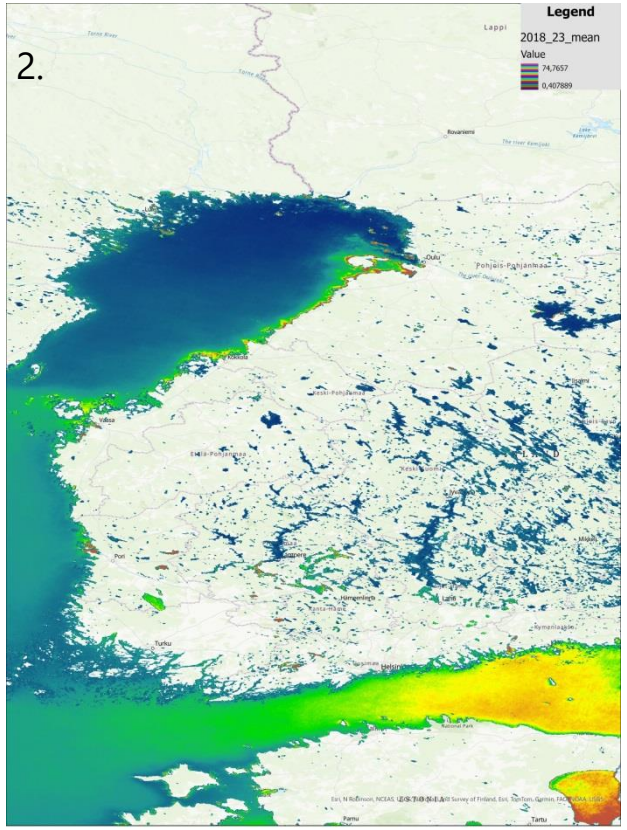
# Ensiksi a-klorofylipitoisuuden nykytilan arvio :

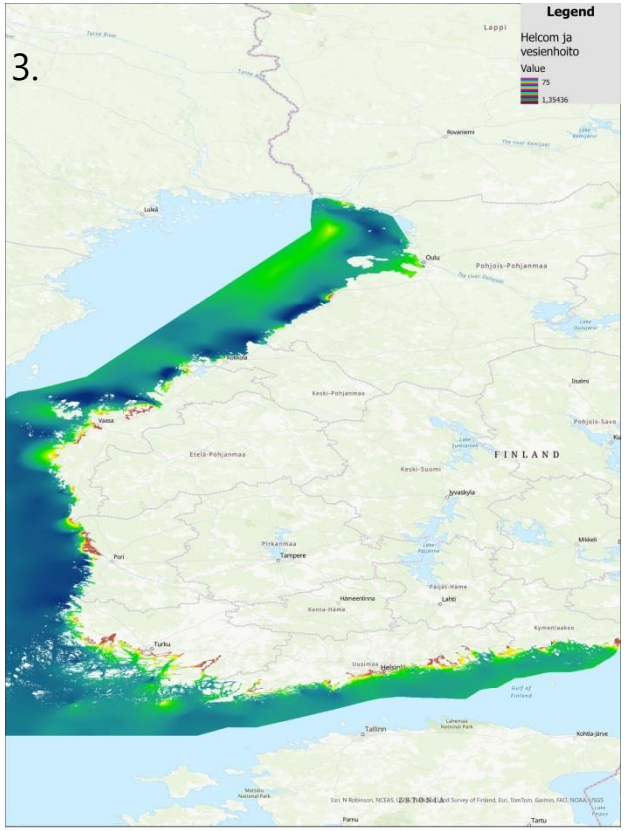
© Luke

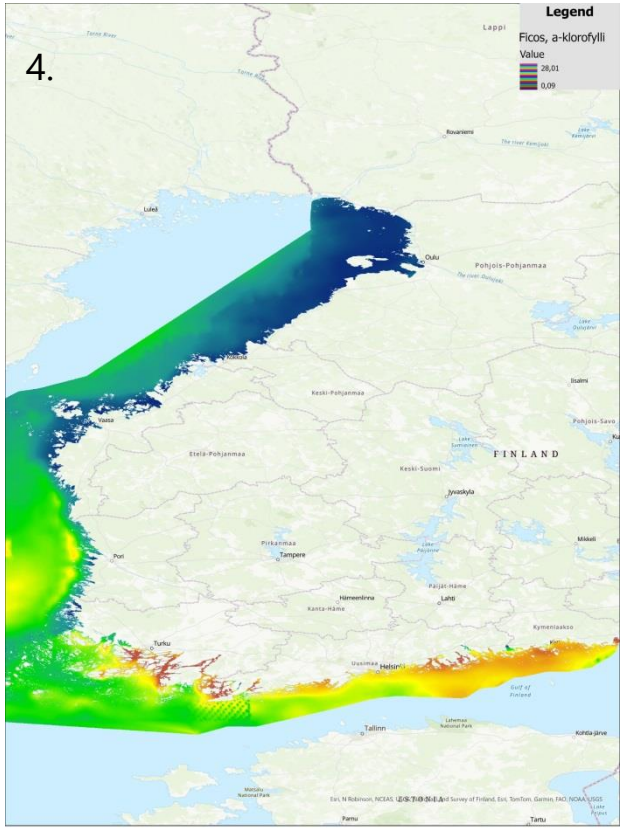
- Neljästä eri lähteestä tehtiin ajankohtainen arvio a-klorofyllipitoisuudesta
- Ajanjako 2018-2023 heinä-elokuu
  - 1. Sateliitti (copernicus 1 merimaili)
  - 2. Sateliitti copernicus 300 m resoluutio)
  - 3. Helcom-ruudut ja vesienhoidon mittausdata interpoloituna
  - 4. Ficos-mallin taustakuormitus

-2,3 ja 4 samankaltaisia 1 mm sateliittidataa häiritsee pohjoisen humus



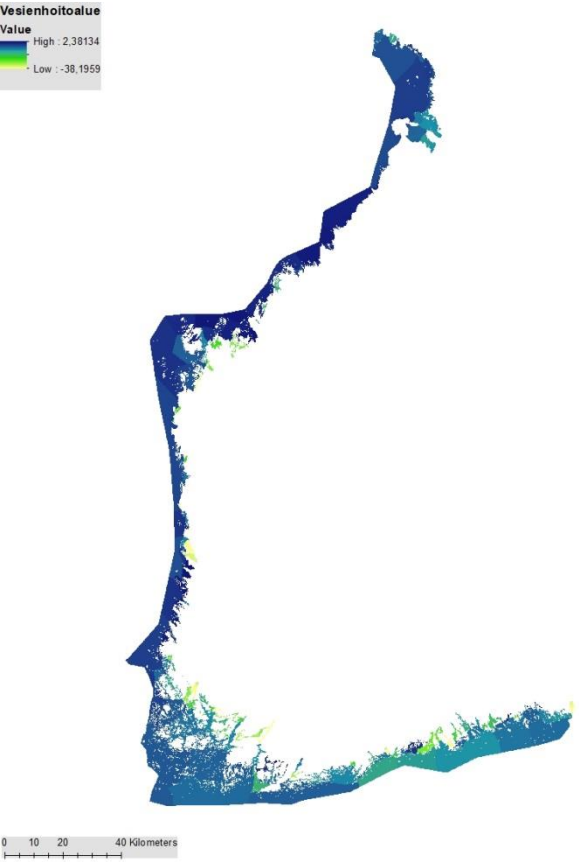



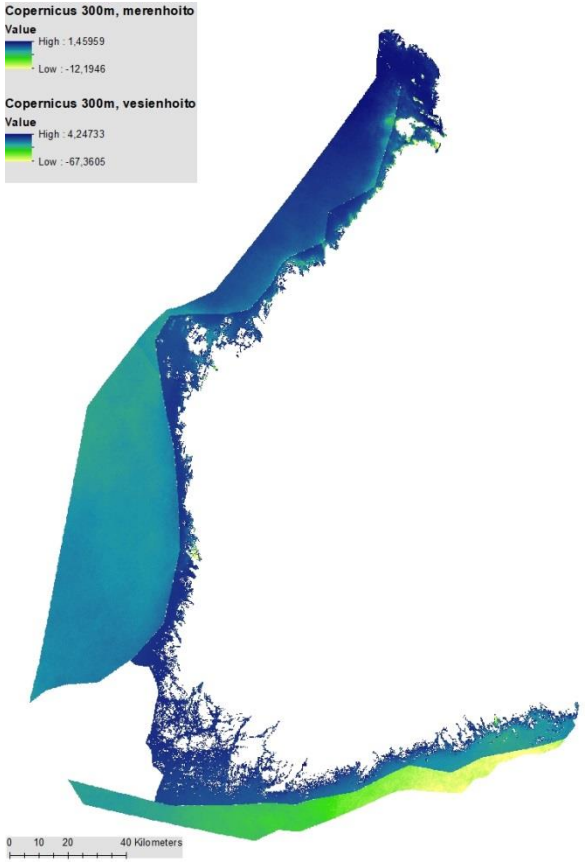
# 2. A-klorofylivaikutus yhdistettynä tavoitetilaan

© Luke

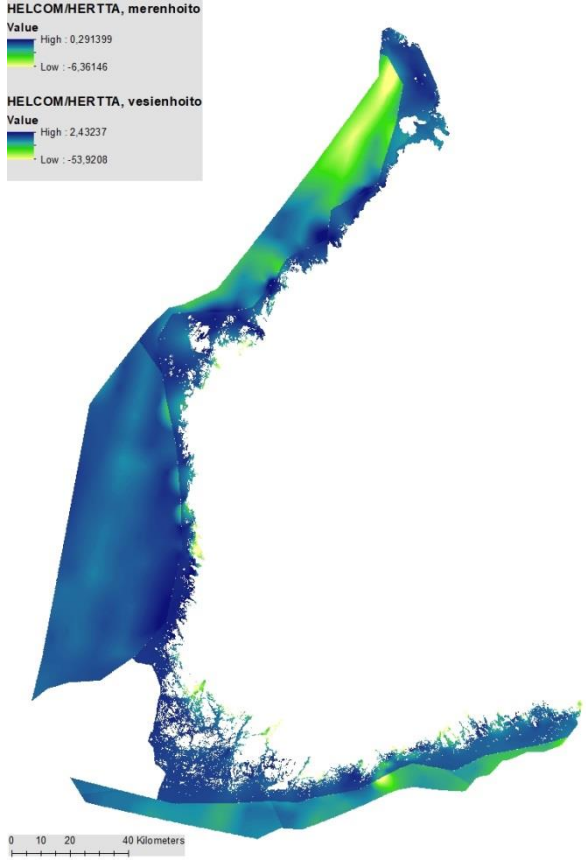
- Arvioidaan vaikutusta (tavoitetila-nykytila+vaikutus) kohteessa
- Nykytila määritetään vasemmalla vedenhoitosuunnitelman, keskellä tarkka satelliittihavaintojen perusteella ja oikealla Helcomaineiston ja vedenlaatumittausten interpoloitujen mittausarvojen perusteella




Vesienhoidon mittausdata




Satelliittiaineisto (300m)



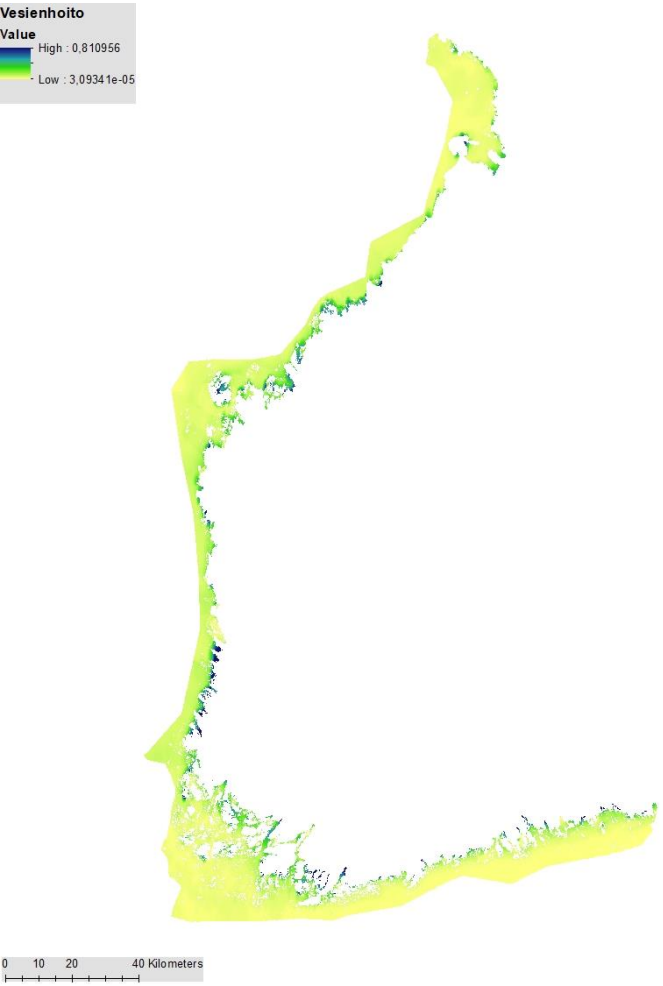

Vesienhoito + Helcom

- A-klorofyllivaikutusta vesimuodostumiin haastava verrata alueellisesti keskenään koska esimerkiksi raja-alueilla saattaa vaikutus kohdistua useampaan vesimuodostumaan

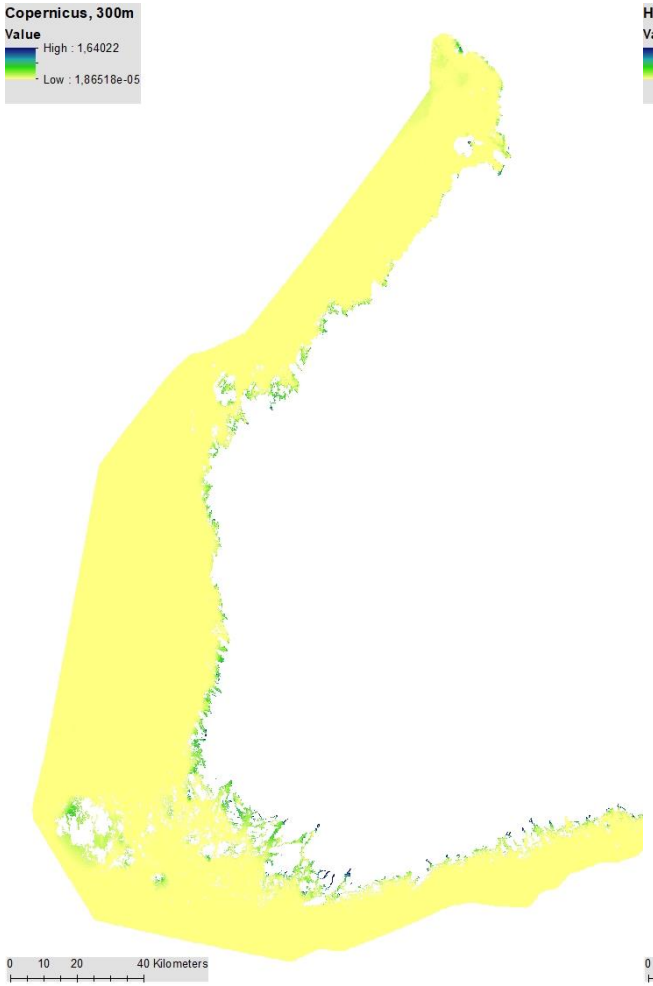
Lähestymistavat:
- Pelkkä a-klorofylivaikutus
**- Kartta, jossa erotus hyvä tilan rajaan ja suhteutetaan se vaikutukseen**
- A-klorofyllin nykytilasta ja suhteutetaan se vaikutukseen
- Nykytilan ja tavoitetilan ero
- Otetaan kaksi kriteeriä lopulliseen sijainninohjaukseen eli klorofyllitila ja vaikutus

# 3. A-klorofylivaikutus suhteutettuna nykytilaan

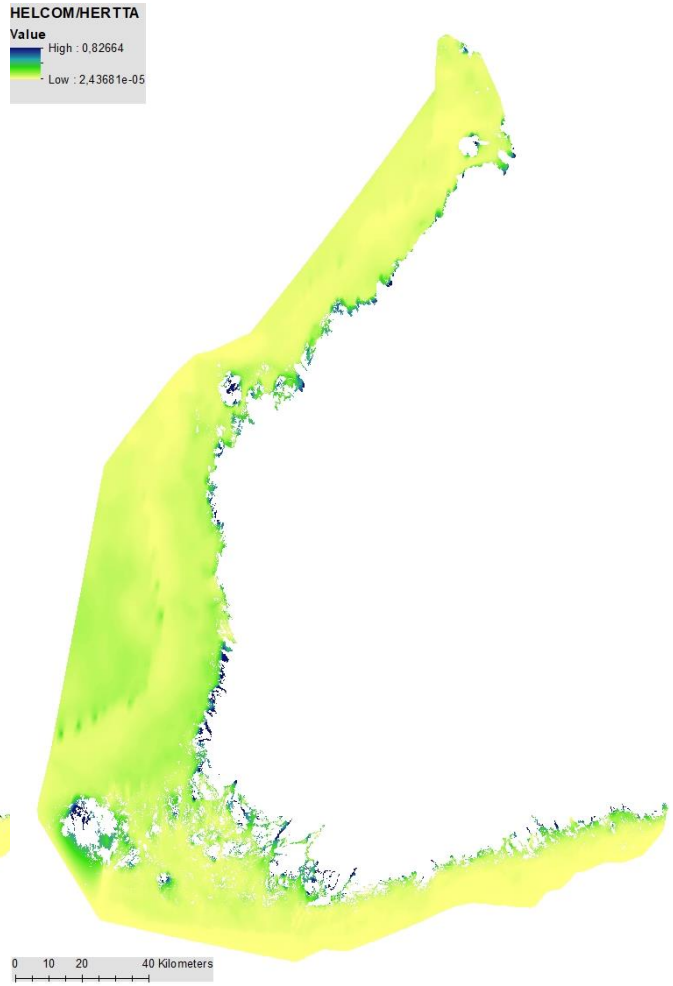
© Luke




Vesienhoidon mittausdata




Satelliittiaineisto (300m)




Vesienhoito + Helcom

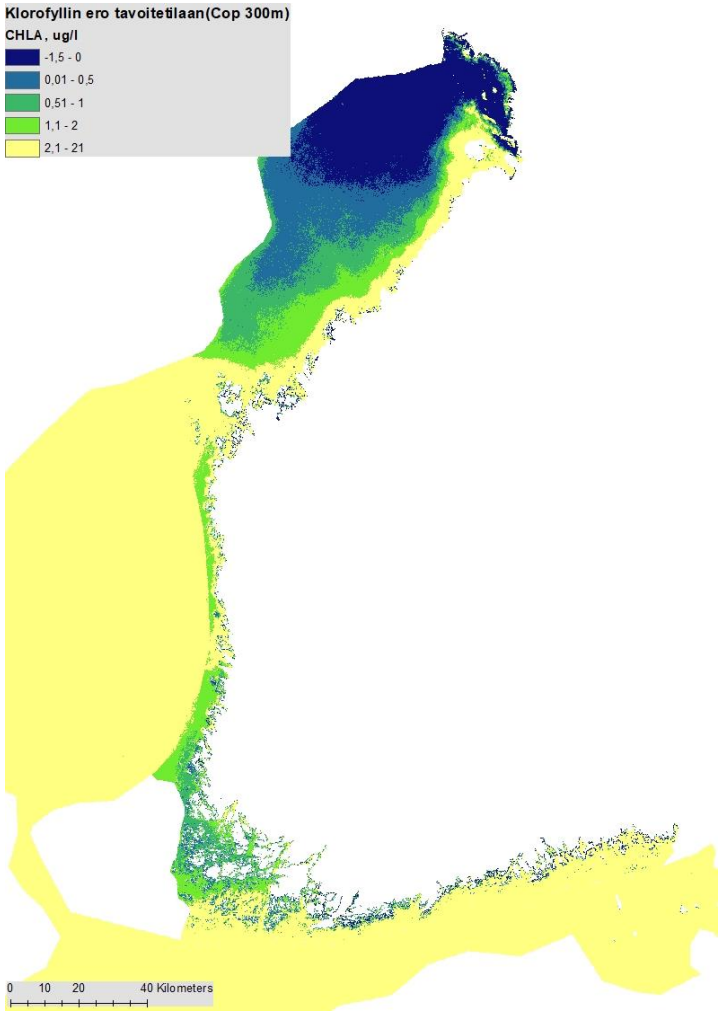
Lähestymistavat:
- Pelkkä a-klorofylivaikutus
- Kartta, jossa erotus hyvä tilan rajaan ja suhteutetaan se vaikutukseen
- **A-klorofyllin nykytilasta ja suhteutetaan se vaikutukseen**
- Nykytilan ja tavoitetilan ero
- Otetaan kaksi kriteeriä lopulliseen sijainninohjaukseen eli klorofyllitila ja vaikutus

# 4. A-klorofylli nykytilan ja tavoitetilan ero

© Luke

- Vähennetään nykytilasta tavoitetila
- Tarkempi, kuin vesimuodostumakohtaisest i arvioitu a-klorofyllitaso
- Voidaan vesimuodostumien sisältä erottaa alueita joissa on ”tilaa”

- Vasen luokittelu määritetty tarkka copernicus satellittiaineiston; Oikealla interpoloitu mittausten perusteella




Satelliittiaineisto (300m)

Vesienhoito + Helcom

Lähestymistavat:
- Pelkkä a-klorofylivaikutus
- Kartta, jossa erotus hyvä tilan rajaan ja suhteutetaan se vaikutukseen
- A-klorofyllin nykytilasta ja suhteutetaan se vaikutukseen
- **Nykytilan ja tavoitetilan ero**
- Otetaan kaksi kriteeriä lopulliseen sijainninohjaukseen eli klorofyllitila ja vaikutus

# A-klorofyli kriteeriksi kolme lähestymistapaa

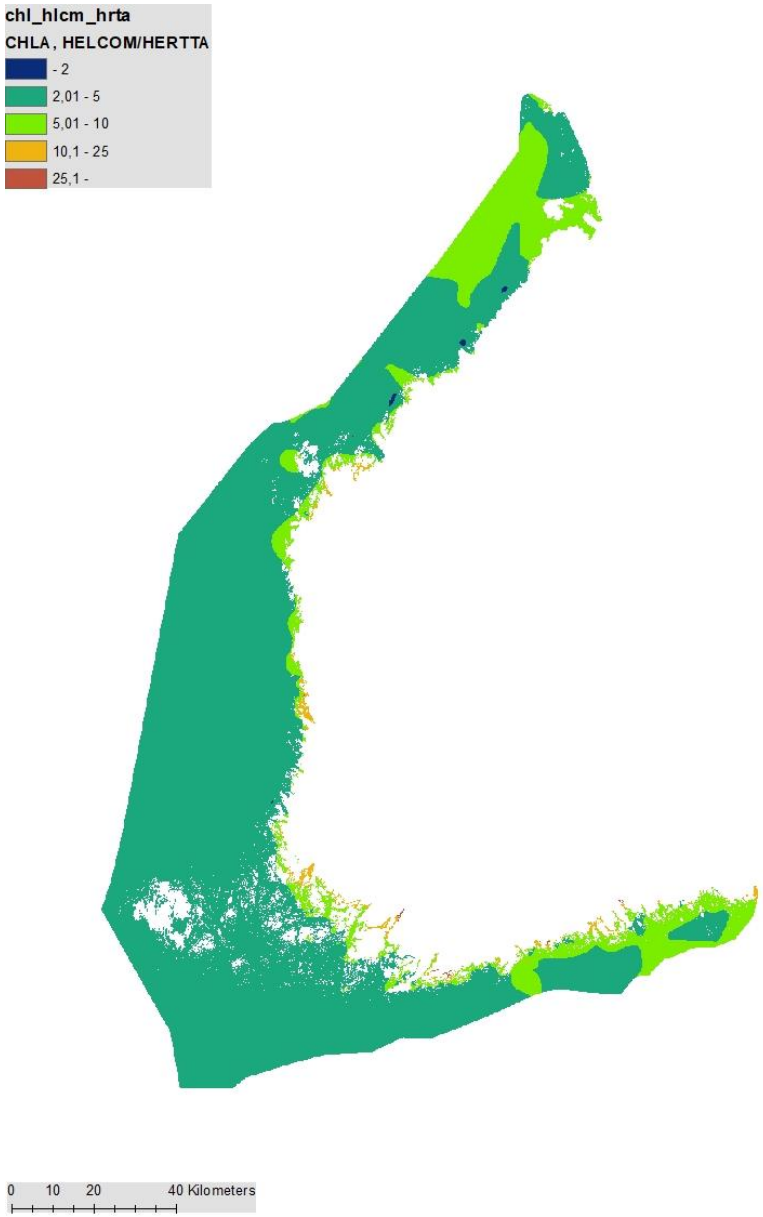
© Luke

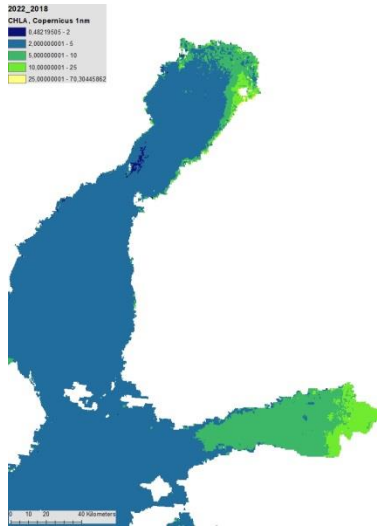
1. Valittiin tarkasteluaineistoksi Helcomin ja Hertta tietojen interpolointikartta
2. Voidaan arvioida ja luokitella:
    1. Nykytila
    2. Tavoitetilan huomioiminen
    3. Kalankasvatuksen vaikutus

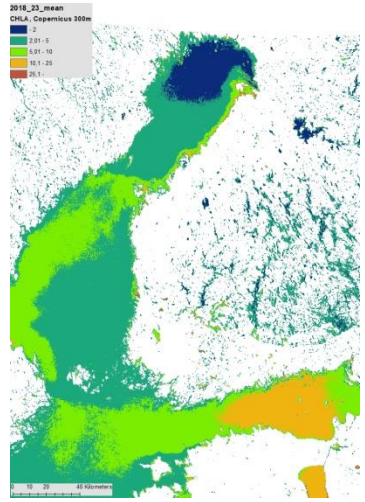
3. Luokittelulla suuri vaikutus miten aineistoa esitetään

# 1. Rehevyystilan huomioiminen

- Pelkkä a-klorofyllin tila
- Luokittelu perustuu tieteelliseen rehevyysluokitteluun (Pitkänen 1993)
- Yhtenäinen luokittelu koko tarkastelualueella asettaen alueet (veden) samanarvoiseen asemaan
- Mahdollista ”tarkan” resoluution paikallisen aluevalinnan ilman keinotekoisia rajoja
- Selkeä biologinen kriteeri ilman poliittisia hallinnollisia tavoitteita alueiden välillä



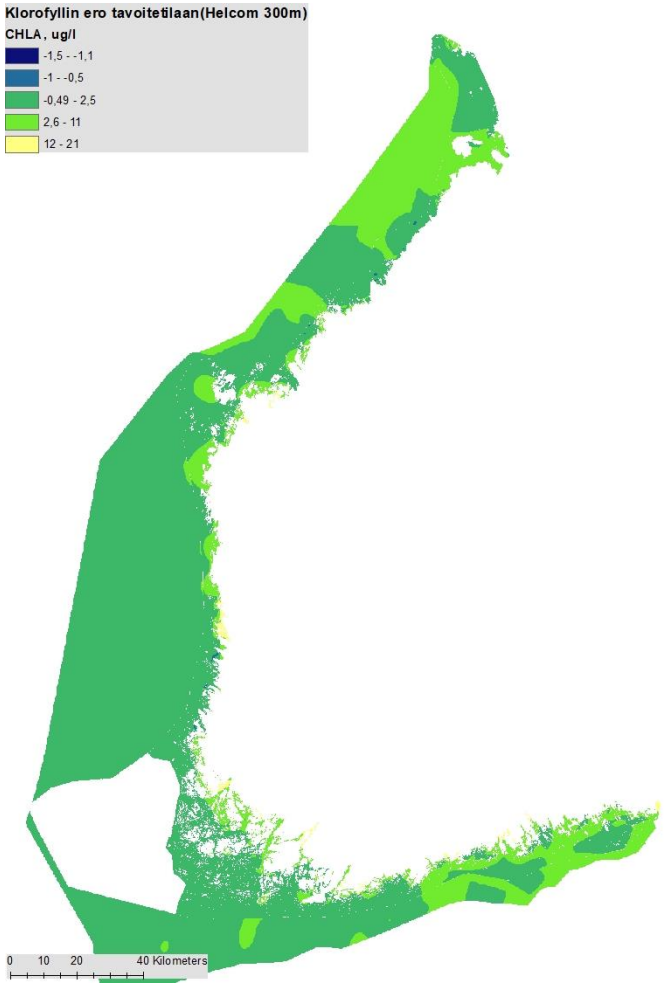





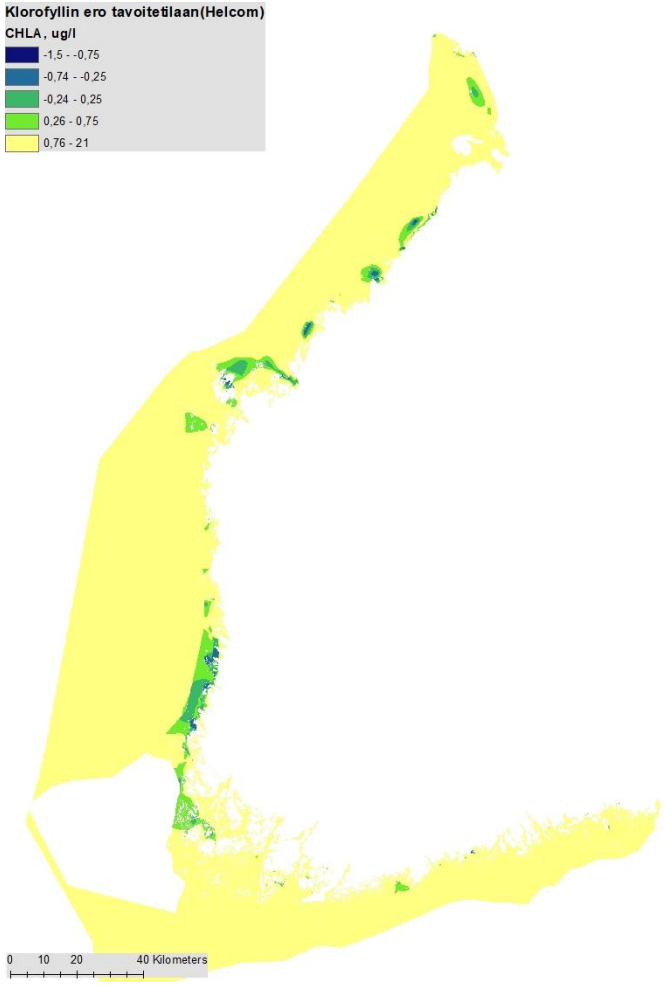
© Luke

# 2. Tavoitetilan huomioiminen

- Huomioidaan vesien- ja merenhoidon tavoitteet a-klorofyllin osalta vähentämällä hyvästä tavoitetilasta nykytila
  - Vesimuodostumissa käytetään hyvän tilan a-klorofylin tavoiteraja-arvoja
  - Merenhoitoalueella käytetään Helcomin allaskohtaisia tavoitteita
  - Nykytila määritetään yhdistämällä sateliitti- ja seurantatietoa
- Lasketaan kuinka kaukana vesimuodostumien ja merialueiden tila on tavoitetilasta ja erottaa alueita vesimuodostumien sisältä
- Perämerelle ja välisaaristossa alueita jossa nykytila on parempi kuin tavoitetila
- Heikkoudet:
  - Lähestymistapana kyseenalaista kannattaako tuotantoa sijoittaa alueille, jotka hyvässä tilassa?
  - Koska sisäisemmillä vesimuodostumilla löyhemmät raja-arvot, kriteeri ohjaa tuotantoa paikoittain huonompiin laimenemisolosuhteisiin
  - Koska tavoitearvot muuttuvat hyppäyksittäin vesimuodostumien ja merialueiden rajoilla, kriteerin arvo ja luokkaa muuttuvat rajalla vaikka muutosta ympäristöön ei tapahdu
  - Helcomin ja vesimuodostumien tavoitearvot eivät ole vertailukelpoisia
  - Luokittelu on haastavaa ja vaikutus lopputulemaan merkittävä
    - Esim. Luokittelu ”ero hyvään tilaan” (1.) tasavälein tai (2.) perustuen keskiarvoistettuihin etäisyyksiin vesimuodostumien tila-rajoihin(tyydyttävä erinomainen jne)




Luokittelu: keskiarvoiset rajat muihin tilarajoihin
(E 0,4, H 0,6, T 3, V 8, H 65 erot )



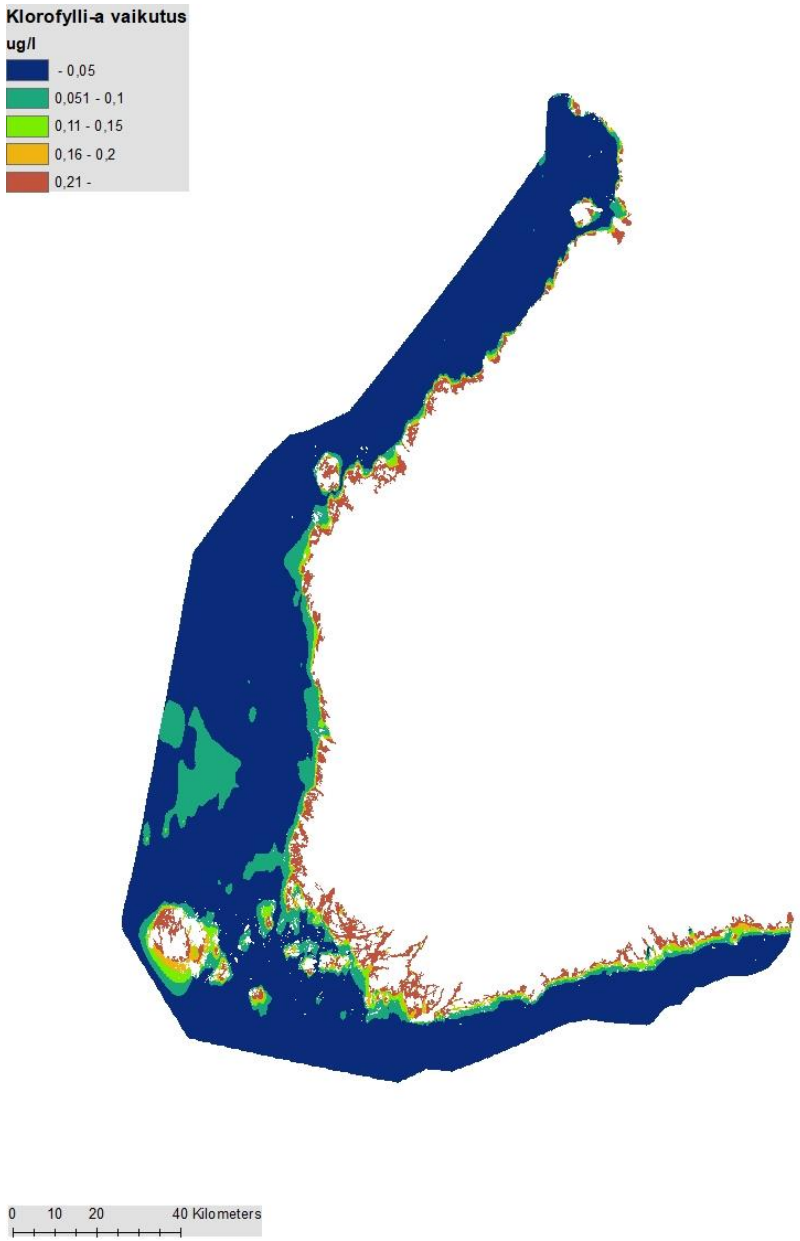

Tasaluokittelu

-0,75 heikko, -0,75—0,25 välttävä,-0,25-0,25 tyydyttävä, 0,25-0,75 hyvä, +0,75 erinomainen

© Luke

# 3. Kalankasvatuksen vaikutus a-klorofyliin

- Paras tapa arvioida vaikutusta
- Toteutettu lisäämällä 500 tonnin vakiokuorma eri merialueille ja interpoloimalla alueellinen vaikutus
- Hyvä ohjaava kriteeri, koska huomioi kalankasvatuksen vaikutuksen
- Asettaa alueet vakiokuormituksella vaikutuksen perusteella paremmuusjärjestykseen
- Alueelle soveltuvaa tuotantomäärää voi arvioida luokittelunarvojen perusteella, koska vaikutus lineaarinen
- Tasaluokittelu




© Luke

# Arviointi ja suositus: Kalankasvatuksen vaikutus ohjaavaksi kriteeriksi, muut tukeviksi kriteereiksi

© Luke

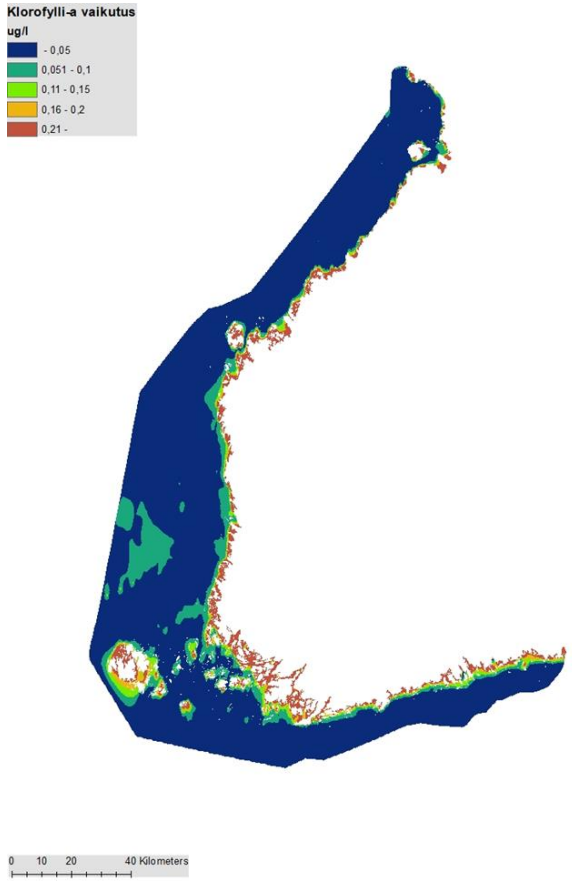
1. Kalankasvatuksen vaikutus = Suositellaan ohjaavaksi kriteeriksi
   - Asettaa alueet parhaiten paremmuusjärjestykseen
   - Minimoidaan vaikutusta nykytilaan ja tavoitearvoihin suhteessa tuotantomäärään
2. Tavoitetilan huomioiminen => Suositellaan tukevaksi kriteeriksi
   - Voidaan arvioida lupaprosessissa, muuttaako paikallisesti kalankasvatushanke hyvän tilan tyydyttäväksi tai onko merkitystä sen saavuttamiseen
   - Ottaa huomioon hallinnolliset tavoitteet, mutta ei huomioi kalankasvatuksen vaikutusta
   - Keinotekoiset rajaukset (vesirajat+tavoiterajat) vesimuodostumissa ja merialueilla eivät toimi hyvin sijainninohjauksessa
3. Nykytilan huomioiminen => Suositellaan tukevaksi kriteeriksi
   - Lupaviranomainen voi arvioida kalankasvatushankkeen suhteellista vaikutusta paikalliseen a-klorofylipitoisuuteen
   - Korkean resoluution seuranta-aineisto ja koko alueen kattava rehevöitymisluokitus
   - Ottaa huomioon taustakuormituksen mutta ei kalankasvatuksen vaikutusta kuten krieeri 2

- 1, 2 ja 3 lähestymistavan yhdistämisessä todettiin, että yksittäisen kalankasvatuslaitoksen paikallinen vaikutus niin pieneksi paikallisesti ettei se vaikuta ohjaukseen tai luokitteluun

# Haasteet ja mitä seuraavaksi

- Mallinnustyö haastavaa ja pitkäkestoista
- Eri merimallien yhdistäminen
- Useita eri lähteitä a-klorofyllille, joissa eroja
- Mittausaineistoissa alueellisia puutteita

- Kriteerit viimeistellään sijainninohjaussuunnitelmaan
- YM ja MMM sekä hankkeen seurantaryhmä hyväksyvät lopullisesti käytettävät kriteerit




© Luke

© Luke

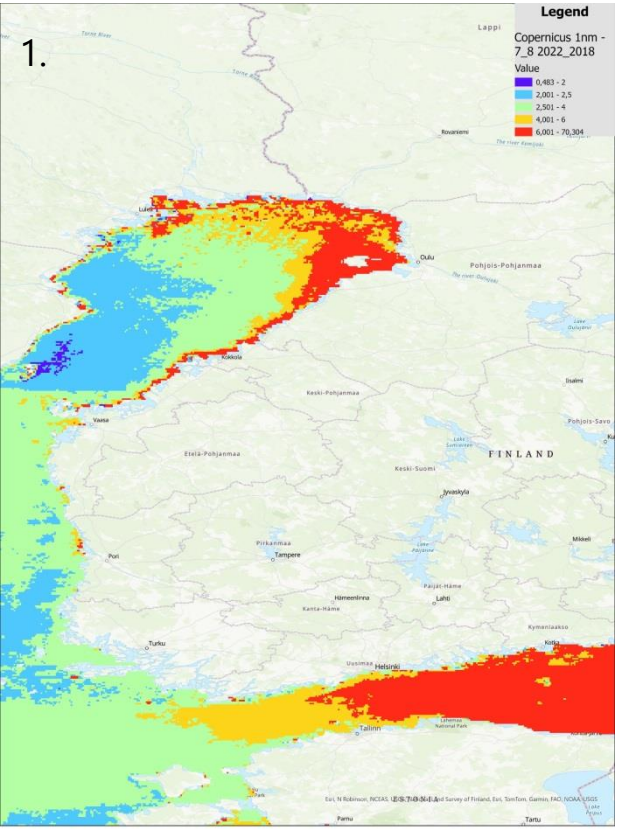
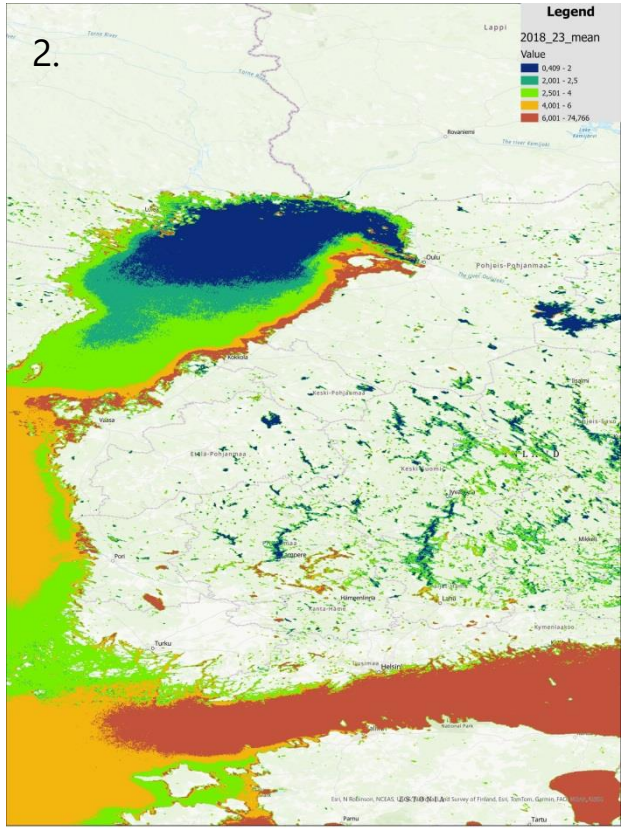
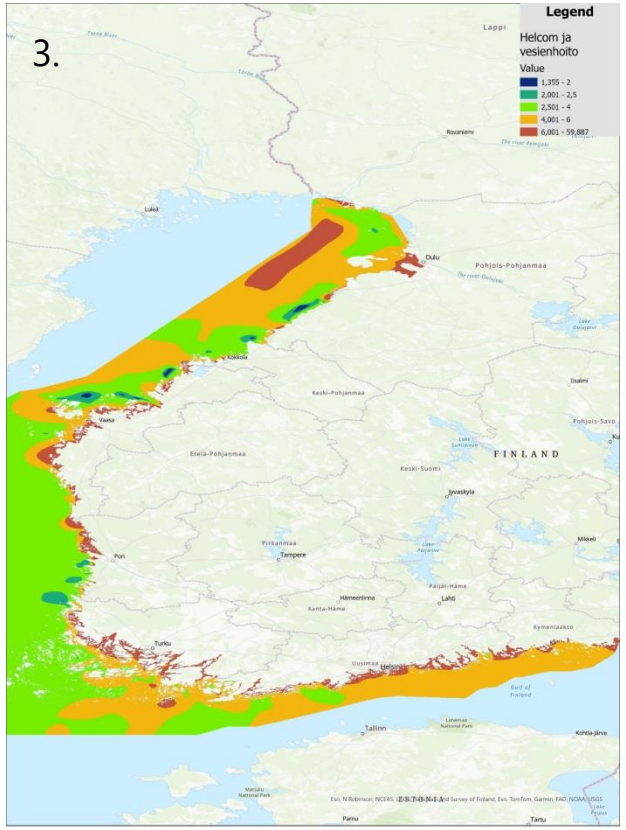
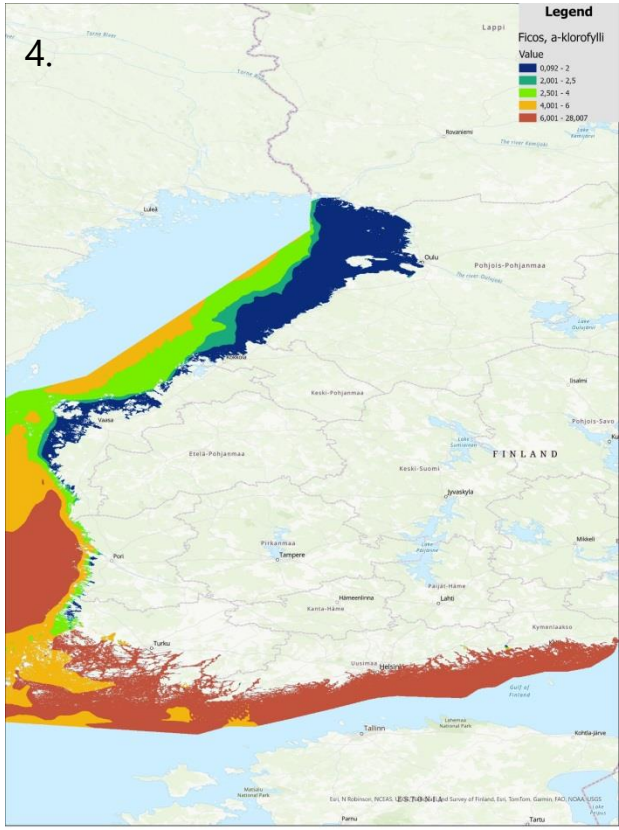
# Kiitos!

luke.fi

© Luonnonvarakeskus
© Natural Resources Institute Finland
© Naturresursinstitutet

# A-klorofylipitoisuudet luokiteltuna:

© Luke

- 1. Sateliitti, copernicus 1nm
- 2. Sateliitti, copernicus 300 m resoluutio
- 3. Helcom ruudut ja vesienhoidon mittausdata interpoloituna
- 4. Ficos mallin taustakuormitus

- Sama kuin edellinen mutta yhteismittalliseksi luokiteltuna
- Ficos-malli ja sateliittidata lähellä toisiaan alueellisesti