

Jatkuvatoimisten mittausten hyödyntäminen vesien tilan seurannassa

Pasi Valkama
Erikoistutkija, ryhmäpäällikkö



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Miksi automaattimittauksia?

Automaattisilla mittausjärjestelmillä voidaan saada luotettavaa ja reaaliaikaista tietoa veden laadusta, jos tietyt reunaehdot toteutuvat

Tiheästä mittausvälistä hyötyä erityisesti jos veden laadun muutokset ovat nopeita

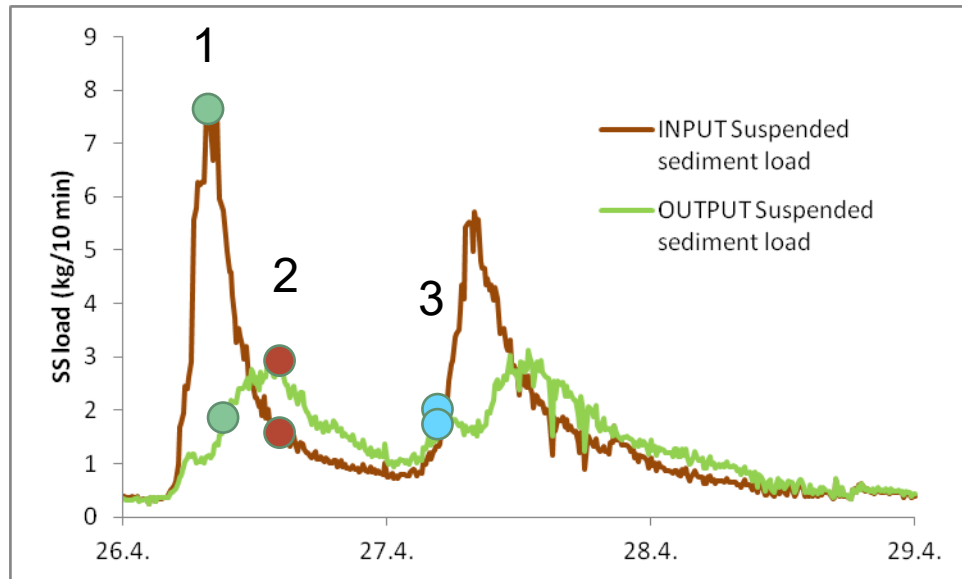
Saadaan tietoa mitä näytteenottohetkien välillä tapahtuu

Mittaukset saattavat paljastaa näytteenotossa tai laboratorioanalyysissä tapahtuneen virheen

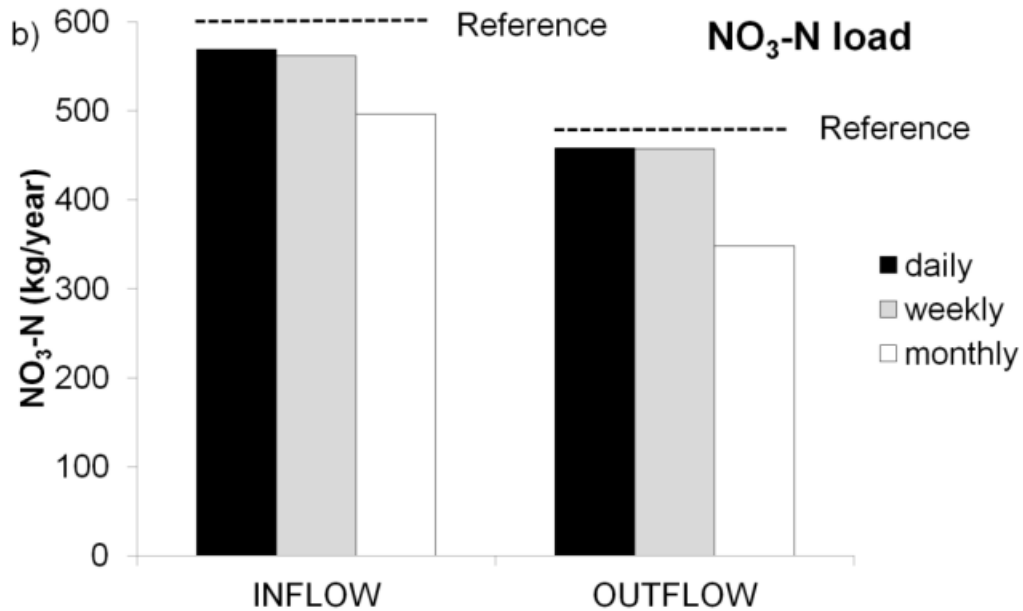
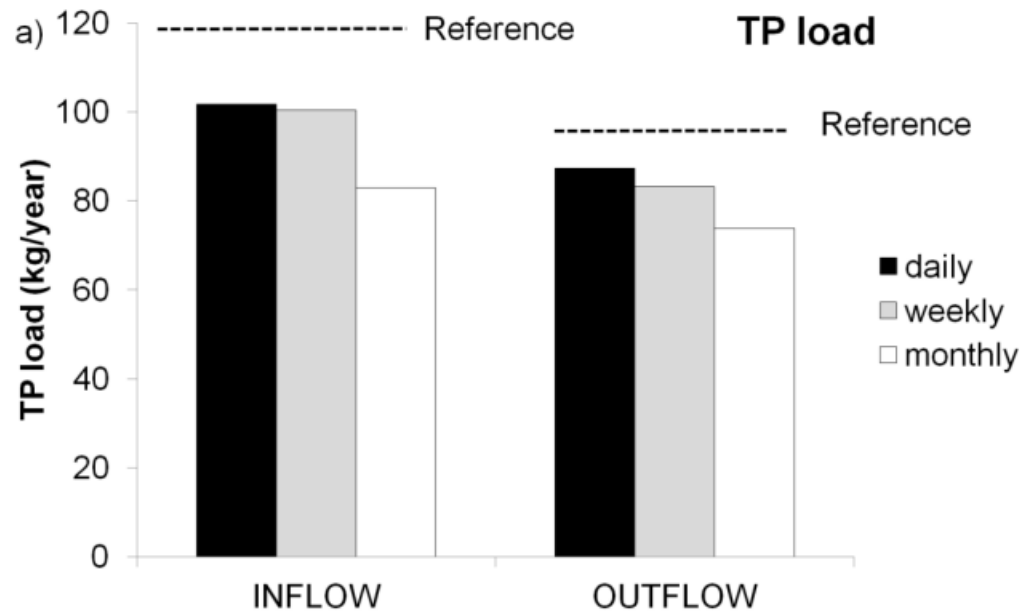
Näytteenotto ja labora-analyysi saattavat paljastaa mittauksissa tapahtuneen virheen

Vesinäytteillä tärkeä rooli osana automaattimittausten laadunvarmennusketjua

Esimerkki kosteikon toiminnan seurannasta



- Näytteenoton ajoittumisen merkitys kosteikon toimivuuden seurannassa
- Yksittäiset näytteet voivat antaa virheellisen kuvan kosteikon toiminnasta
- Onko kosteikon tulevan-lähtevän vesimäärän mittaaminen mahdollista jatkuvatoimisesti?



- Näytteenottotiheyden merkitys kosteikon toimivuuden seurannassa
- Mitä harvempi näytteenotto sitä todennäköisemmin kuormituspiikit jäävät näytteenoton ulkopuolelle



Ecological Engineering
Volume 98, January 2017, Pages 307-317



Seasonal variation in nutrient removal efficiency of a boreal wetland detected by high-frequency on-line monitoring

P. Valkama ^{a,*,} E. Mäkinen ^{b,} A. Ojala ^{c,} H. Vahtera ^{d,} K. Lahti ^{e,} K. Rantakokko ^{b,} H. Vasander ^{c,} E. Nikinmaa ^{c,} O. Wahlroos ^c

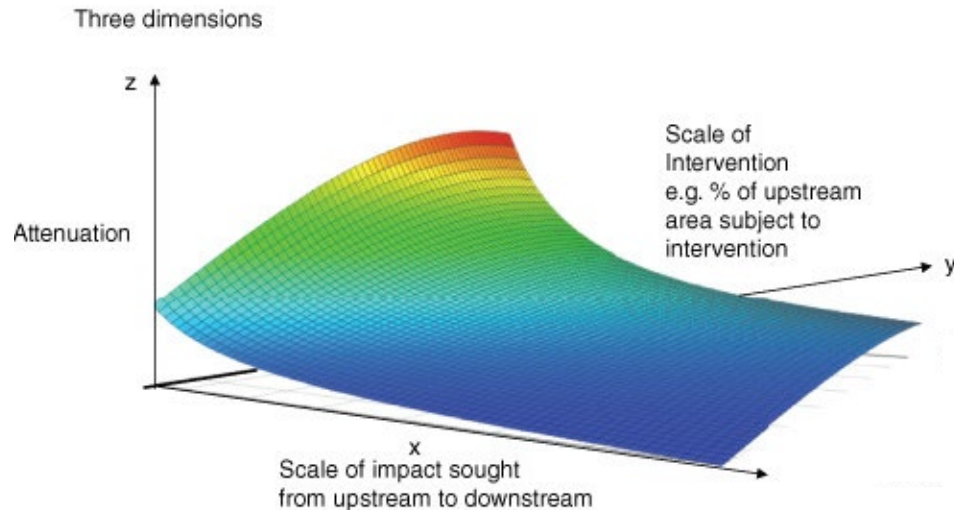
^a

Mittakaava toimenpiteiden vaikutusten seurannassa

Vesienhallintatoimenpiteiden vaikutukset hiipuvat:

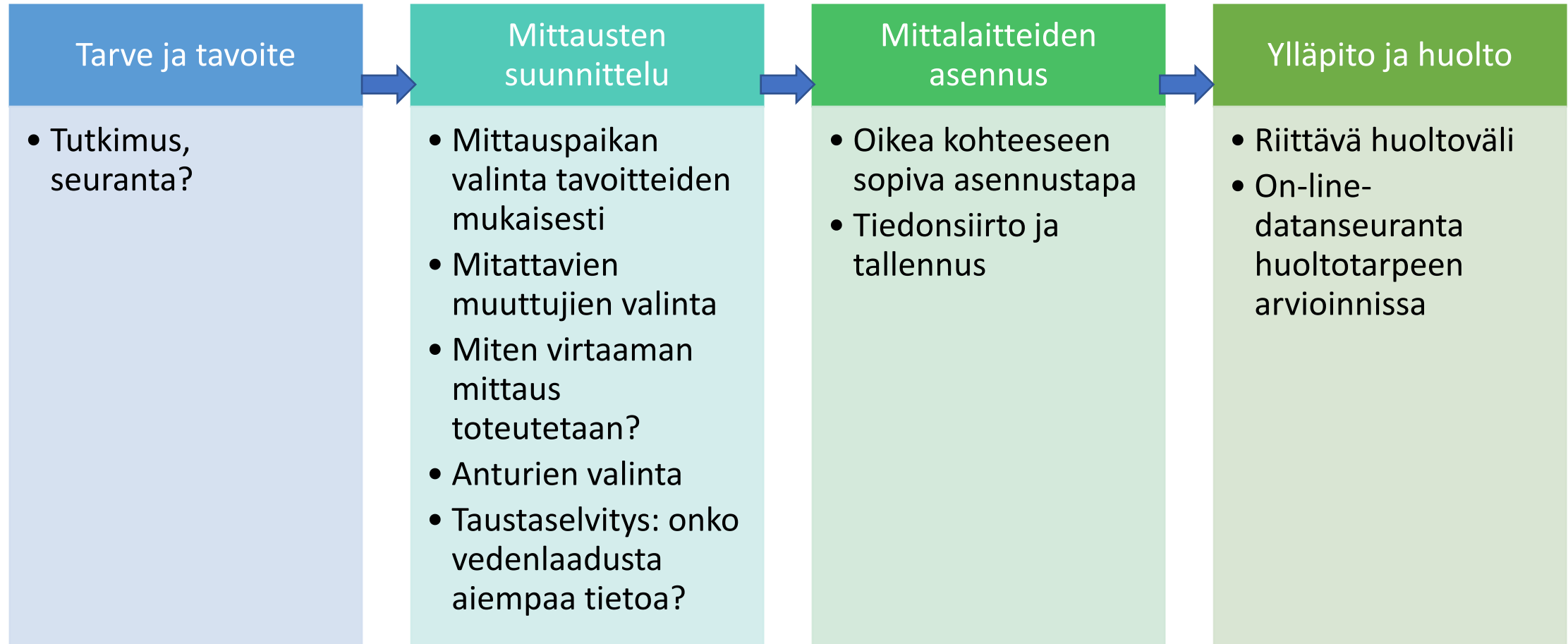
- kun toimenpiteen (esim. kosteikko) suhteellinen osuus yläpuolisesta valuma-alueesta vähenee
- kun tarkastelupisteen etäisyys toimenpiteestä kasvaa
- kun vesimäärä kasvaa
- tai vesiensuojelutoimenpiteen vähenemän suhteellinen osuus kokonaiskuormasta vähenee

- Vaikuttavuutta saadaan yhdistämällä useita eri toimenpiteitä eri osissa valuma-aluetta!
- Vaikutukset voidaan saada esiin riittävän tiheällä mittausvälillä

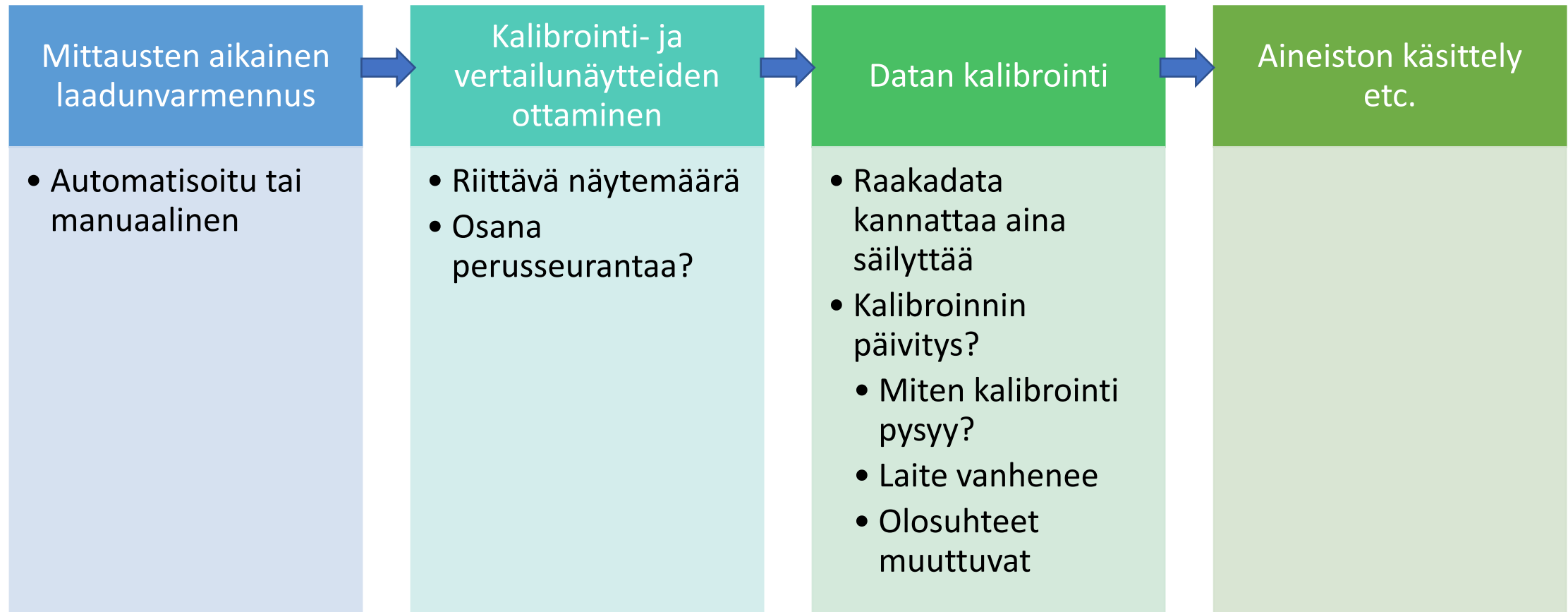


Lane, S.N., 2017. Natural flood management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 4(3), p.e1211.

Laadunvarmennusketju



Laadunvarmennusketju



PRO-SITU roadmap

Roadmap for Continuous *in situ* Aquatic Monitoring in SYKE

PRO-SITU

- Sykessä on hyödynnetty automaattimittauksia pitkään
- Automaattimittausten hyödyntämistä ja edistämistä koskeva tiekartta 2019-2020
- Pääasiassa Syken oman toiminnan kehittämistä ohjaamaan, mutta sovellettavissa myös laajemmin kansalliselle tasolle

PRO-SITU roadmap

Vision

New technologies will provide cost-effective solutions for monitoring, complement traditional methods by producing high-resolution data, and offer a more detailed insight into ecosystem processes.

PRO-SITU envisions that by 2030, water quality monitoring will be substantially supported by continuous measuring devices.

PROPOSAL FOR OBJECTIVES:

- SYKE has the competence to define the fit-for-purpose criteria of *in situ* measurements and sampling strategies
- SYKE has the expertise and research infrastructure to use, test and validate novel measuring devices and platforms
- SYKE and its partners maintain long-term *in situ* observations at selected locations, with a strategy for sustained operations
- SYKE ensures the comparability of continuous *in situ* and traditional methods, and develops tools aimed at the integrated use of data produced by different methodologies
- SYKE is excellent at streamlining extensive and near real-time dataflows generated by *in situ* monitoring technologies
- SYKE has resources and knowledge for data quality control (QC) and data storage solutions
- SYKE produces high-quality data products for various user groups
- SYKE participates actively in national and international networks to improve the status of aquatic environments

PRO-SITU roadmap

Phases

In situ monitoring of aquatic systems consists of several interrelated phases. All these phases must already be considered at the outset to ensure the creation of valuable data when planning measurements.

PRO-SITU has identified significant shortcomings of current SYKE operations and proposes solutions on how to bridge these gaps.

PHASES	OPERATIONAL TASKS	DEVELOPMENT PROPOSALS	DATA LIFECYCLE
Phase 1. Outline of requirements	<ul style="list-style-type: none"> Determine and decide what, why, and how to measure 	Establish strategic planning for how to include continuous <i>in situ</i> measurements in national monitoring programmes, how to sustain and build up infrastructures for observations, how to identify the key emerging technologies to focused on, and how to keep track of the capacities that are available.	FROM SITE PLANNING TO FINAL PRODUCTS Create internal dialogue to share information and practices, and to untap expertise in related study fields. Promote new solutions for <i>in situ</i> monitoring. Pool the expertise and provide an outlook of the completely new era of aquatic monitoring.
Phase 2. Measuring devices	<ul style="list-style-type: none"> Validate devices, develop measurement practices Support maintenance for devices 	Improve best practices documentation, organise technology training, develop quality recommendations, invest in sensor validation, and create new projects for technology development and testing.	
Phase 3. Monitoring stations and platforms	<ul style="list-style-type: none"> Plan and maintain station network operations Create collaboration with other actors 	Participate in building and maintaining monitoring station network, secure harmonisation of observations, begin the use of novel observation platforms and new operational methods, and attract new users of measurement sites.	
Phase 4. Dataflows and quality control	<ul style="list-style-type: none"> Streamline dataflows Provide QC methods Ensure resources for dataflows and quality control 	Improve data management practices, streamline dataflows, secure capacities for dataflows, develop automated quality control methods.	
Phase 5. Availability, usability and interoperability of data	<ul style="list-style-type: none"> Provide FAIR data for various user groups Develop and maintain user-friendly data portals and application programming interfaces 	Secure application of FAIR Principles i.e. findability, accessibility, interoperability, and reusability of data), proper vocabularies and standards via training, improve data availability, optimise data storages, and promote data use.	
Phase 6. Data products and services, and their dissemination	<ul style="list-style-type: none"> Develop solutions for new products Promote use of autonomous continuous monitoring Improve outreach, engage stakeholders 	Identify and satisfy user needs and interact with users to develop new services.	

PRO-SITU roadmap

Action plan

TO START

- Inventory of capacities
- Best practices documentation
- Technology training
- Station network
- New operational methods
- Data management practices
- Streamlining dataflows
- Quality control methods
- Data storage
- User needs
- New services

MID-TERM

- Quality recommendations
- Sensor validation
- Technology development and testing
- Harmonisation of observations
- Novel observation platforms
- New users
- Vocabularies and standards
- Data availability
- Data use

LONG TERM & CONTINUOUS

- Strategic planning
- Building infrastructure
- Focus on key technologies
- Capacities for dataflows
- FAIR Principles
- Internal dialogue
- Promoting new solutions
- Pool the expertise

PRO-SITU proposes a list of actions for SYKE to maintain its leading role in water monitoring, even as technology enters a new era.

Some measures should start immediately, increasing the capacity to conduct other more strategic actions.

Several of the suggested development proposals require further planning and the investment of new resources.

The proposed action plan needs to be detailed jointly with SYKE leadership and ministries and aligned with the main goals of the national strategy for environmental monitoring.

NORDBALT-ECOSAFE -hanke

Nitrogen and phosphorus load reduction approach within safe ecological boundaries for the Nordic-Baltic region

- Toiminta keskittyy alueille, jotka tarjoavat ihanteelliset olosuhteet innovatiivisten menetelmien kehittämiseksi typen ja fosforin kuormituslähteiden ja reittien kvantifioimiseksi ja ravinnepäästöjen tehokkaaksi vähentämiseksi
- Yleisenä tavoitteena on varmistaa, että typpi- ja fosforipitoisuudet ja kuormitukset Pohjoismaissa ja Baltiassa vähenevät ja pysyvät turvallisten ekologisten rajojen sisällä
- WP2:n tavoitteena on selvittää, missä määrin anturit voivat vastata rehevöitymisongelmia käsittelevien sidosryhmien tietotarpeisiin, esitellä antureiden käytön mahdollisuuksia seurantaohjelmissa ja lisätä kansalaisten tietoisuutta perustamalla living laboja demonstraatioita varten
- Nordbalt-Ecosafen yhteistyökumppaneita ovat Tanska (johtava), Norja, Ruotsi, Suomi, Latvia ja Puola

NORDBALT-ECOSAFE

WP4: A beyond state of art river basin model (SWAT+)

WP3: Nutrient loadings and climate change signals

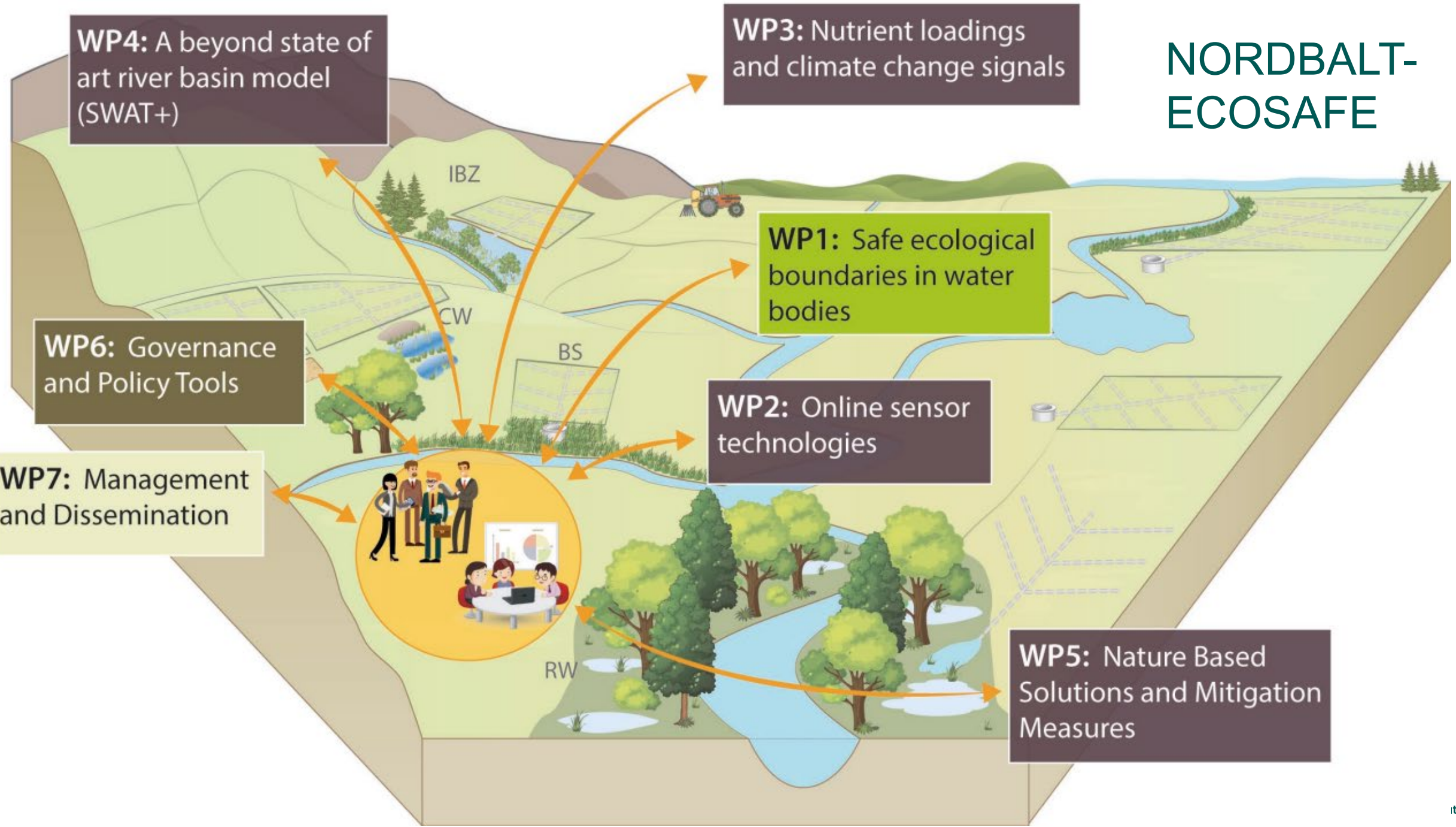
WP1: Safe ecological boundaries in water bodies

WP6: Governance and Policy Tools

WP2: Online sensor technologies

WP7: Management and Dissemination

WP5: Nature Based Solutions and Mitigation Measures



NORDBALT-ECOSAFE -hanke

- The Nordbalt-Ecosafe -hankkeessa selvitetään anturiseurannan etuja ja haasteita verrattuna perinteiseen vesinäytteillä ja laboratorioanalyysillä tehtävään seurantaan erityisesti EU:n vesipuitedirektiivin (VPD) täytäntöönpanon seurantavaatimusten näkökulmasta
- Ensimmäinen tuotos Policy brief: Monitoring water quality with sensors - based on experiences from streams in Northern Europe
- [BriefEcoSafe_Sensor_monitoring_v10.pdf \(au.dk\)](#)
- Policy brief on suunnattu toimijoille, jotka ovat tekemisissä vedenlaatu- ja kuormitusasioiden parissa paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla



Advantages with sensors

Sensors have several advantages over ordinary water grab sampling. As an example, they can

- monitor frequently (e.g., each 10-30 minutes) at relatively low costs,
- give you real-time data for early detection of pollution events,
- detect events with high concentrations that are otherwise missed,
- inform you if a high concentration found in one single water sample lasted for a long or short period,
- detect trends and thereby assess effects of environmental mitigation measures,
- improve the accuracy of load estimates,
- give better estimates of the sources of pollution,
- give early warnings (e.g., by alarm to a mobile phone) on concentrations above given thresholds,
- improve our understanding on impacts of climate change effects (e.g., water temperature, turbidity, nutrient contents and eutrophication levels).

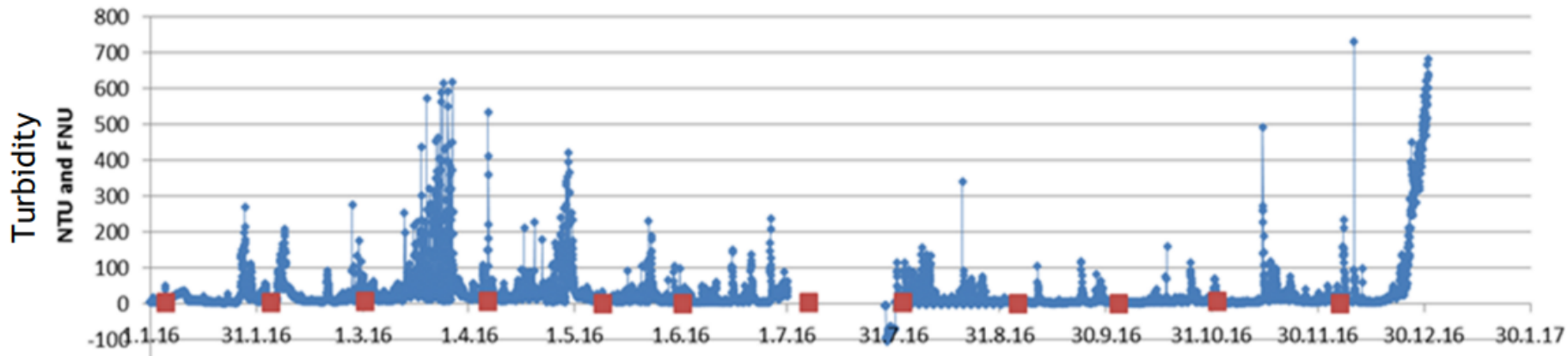
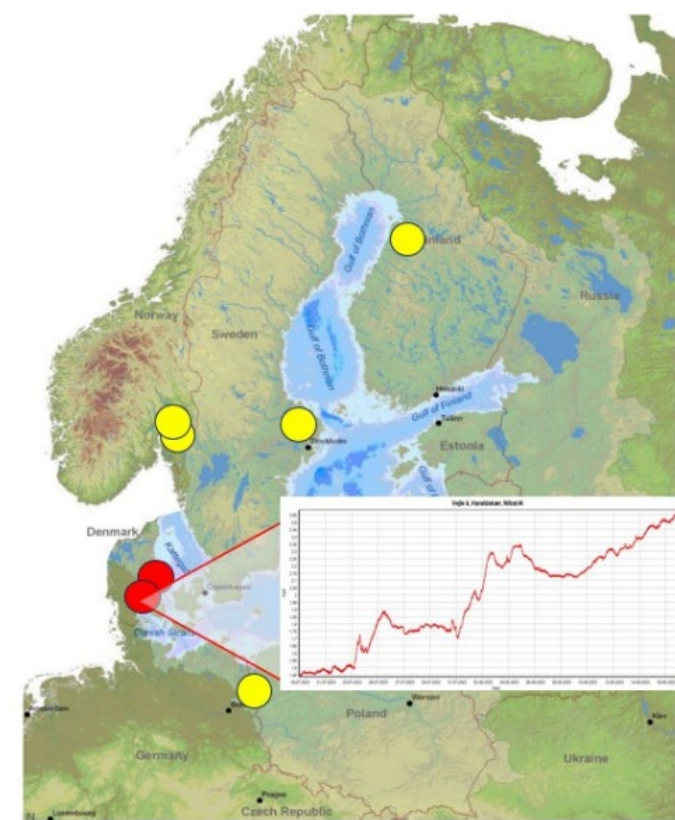
Challenges with sensors

Sensors also has some obstacles. For example, they

- can only monitor a limited number of parameters, and hence, a substitute must sometimes be monitored instead of the actual parameter,
- will need water samples for correlation and calibration, collected at various concentrations to obtain a good correlation curve,
- can have other maintenance costs, such as cleaning (or even changing) the lenses,
- can fail to record high concentrations above the maximum recordable level,
- can be difficult to use in some water types where the correlation between sensor recordings and parameters from water samples are poor,
- can be hard to operate in the winter in Northern countries due to frost and ice drift.

Demonstration sites

<https://vap.au.dk/sortholmvej/index.html>
<https://vap.au.dk/haraldskaer/index.html>



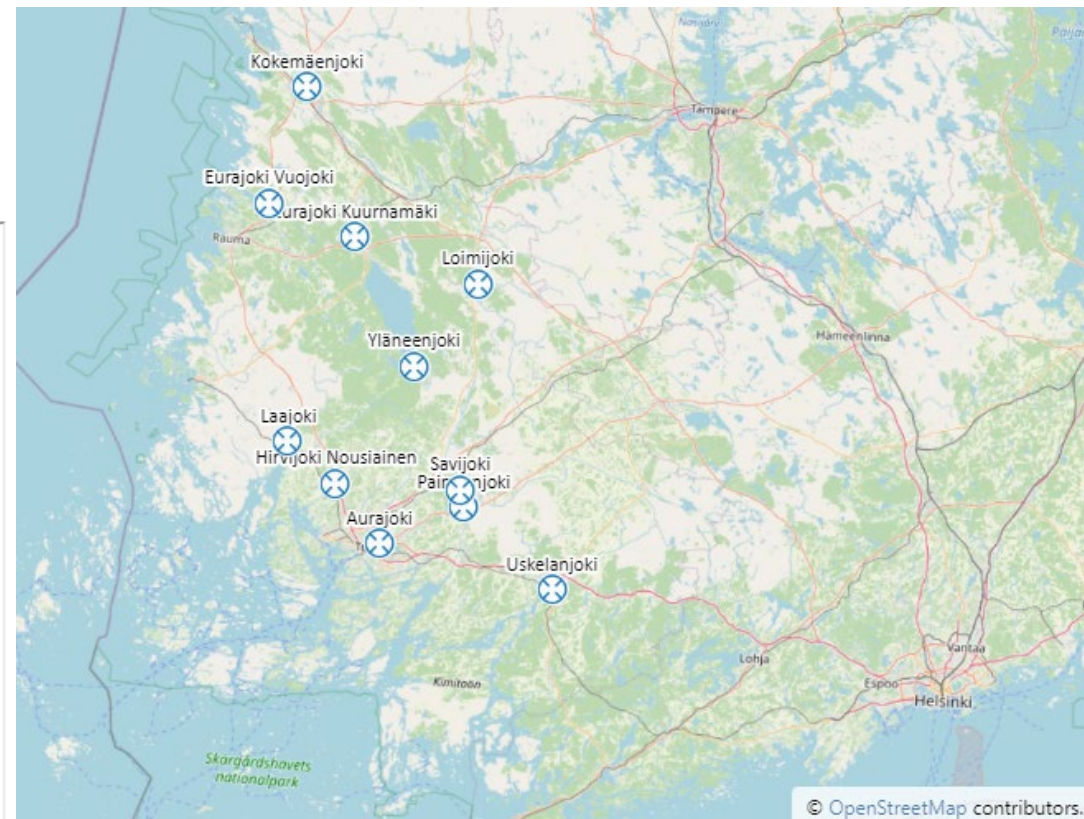
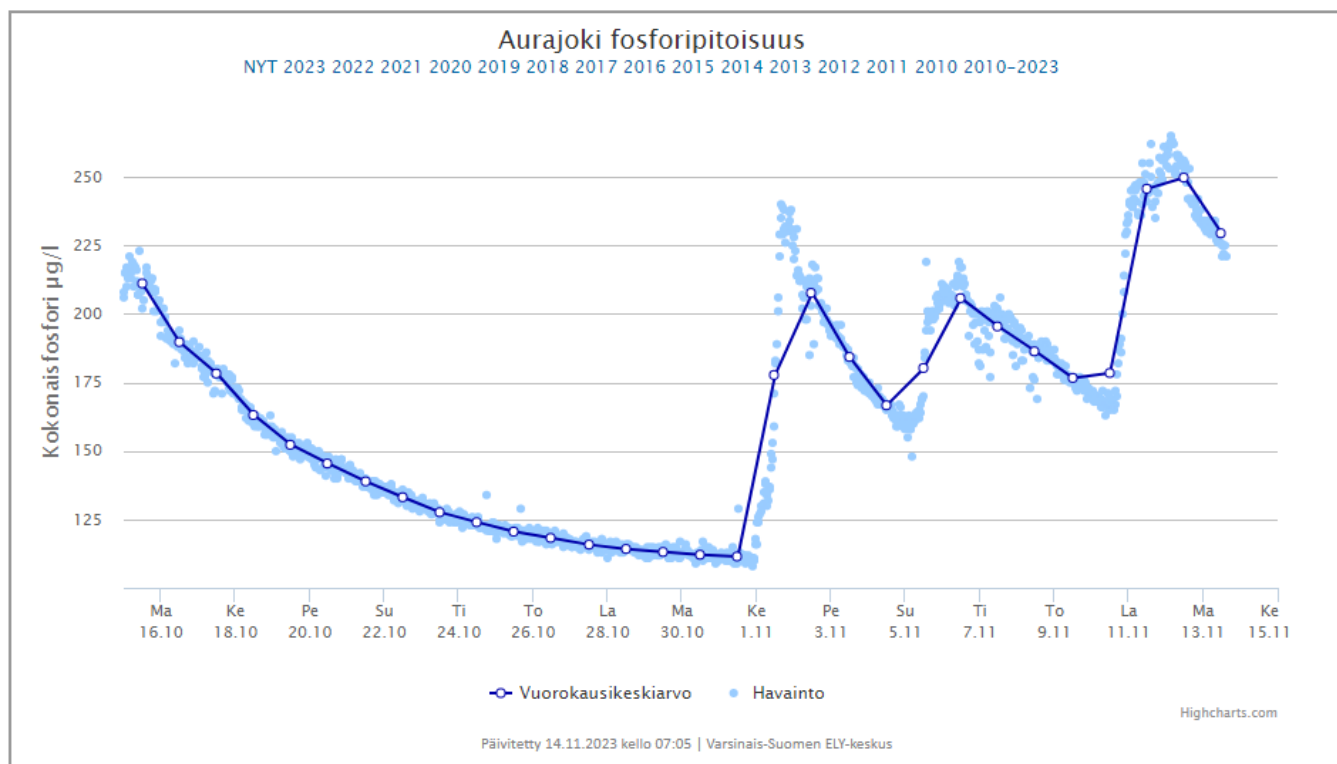
The **graph** above illustrates that turbidity measured by monthly water grab samples (red squares) can underestimate the turbidity levels as measured by turbidity sensor (blue dots and lines) in a river. Data from River Alna in Oslo. Source: Skarbøvik et al. (2017).

NORDBALT-ECOSAFE -hanke

- Tanskassa, Suomessa, Puolassa ja Latviassa anturit eivät vielä kuulu kansallisiin seurantaohjelmiin, vaikka joissakin maissa on tehty suunnitelmia antureiden käyttöönottamiseksi
- Sykessä on kehitetty strategia automaattimittausten edistämiseksi PRO-SITU
- Varsinais-Suomen mittausasemaverkosto 11 joella + muut asemat
- Ruotsissa on käytetty antureita seuranta-asemilla vuodesta 2017 lähtien, ja tällä hetkellä toiminnassa on seitsemän asemaa
- Norjassa anturiseurantaa käytetään kuudessa (20:stä) joessa kansallisessa jokien seurantaohjelmassa

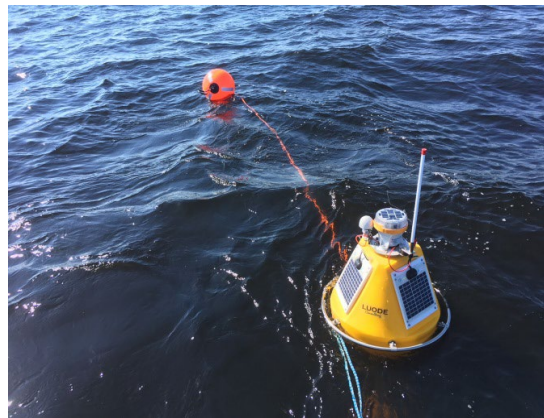
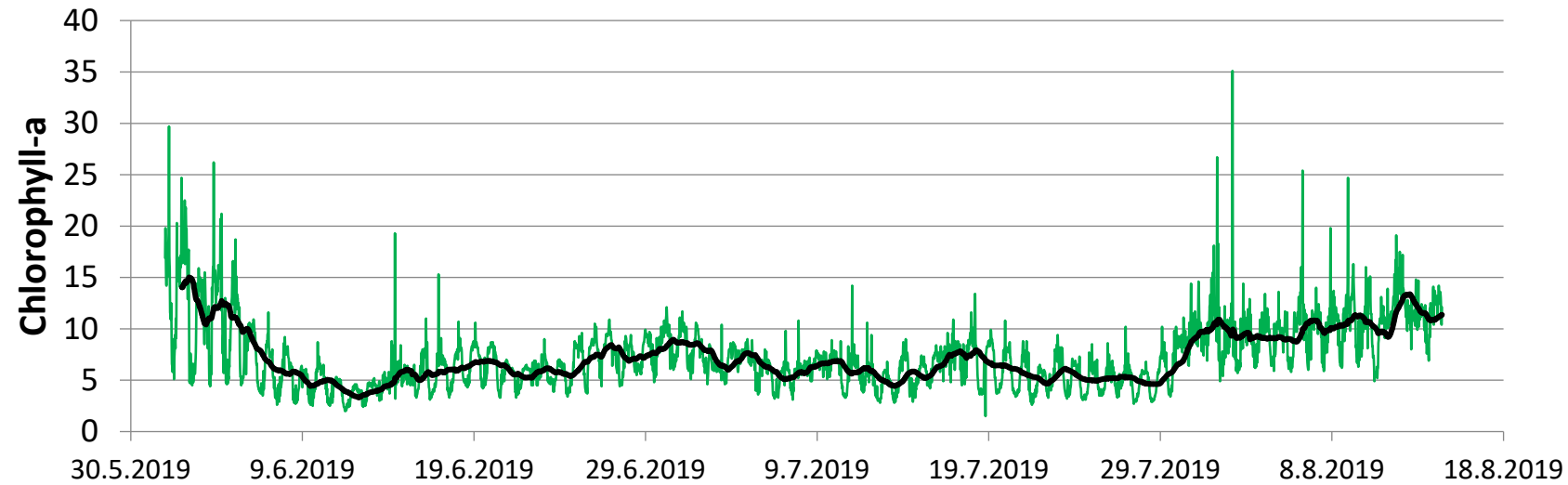
Vesimittari-palvelu, Lounais-Suomen joet

<http://wwi2.ymparisto.fi/i2/vesimittari/>



VESIMITTARI
Vedenlaatu Nyt

Real-time monitoring at the Lake Säkylän Pyhäjärvi



Pyhäjärvi Lake and its catchment has been a flagship site for many EU projects.

Lake buoy and lake weather station

Esiselvitys maatalouden kuormituksen seurantaverkon perustamiseksi (Syke 2022)

- Perustetaan maatalouden kuormituksen seurannan yhteistyöverkosto eri toimijoiden kesken
- Nostetaan valittujen potentiaalisten valuma-alueiden näyteenottotiheys tasolle, jolla kuormitusarviot tarkentuvat
- Henkilöresurssi seurantaverkoston koordinointiin
 - Tiedon kokoaminen, kuormituslaskenta, valuma-alue selvitykset, raportointi
- Tiedotetaan alueen viljelijöitä ja pyritään yhteistyöhön tarkempien lohko kohtaisten tietojen saamiseksi verkoston käyttöön
 - Lähtökohtana viljelijöiden vesiensuojelun eteen tekemän työn tuominen esiin ja vaikutusten saaminen näkyväksi
- Laaditaan suunnitelma sensorimittausten hyödyntämisestä koko verkostossa

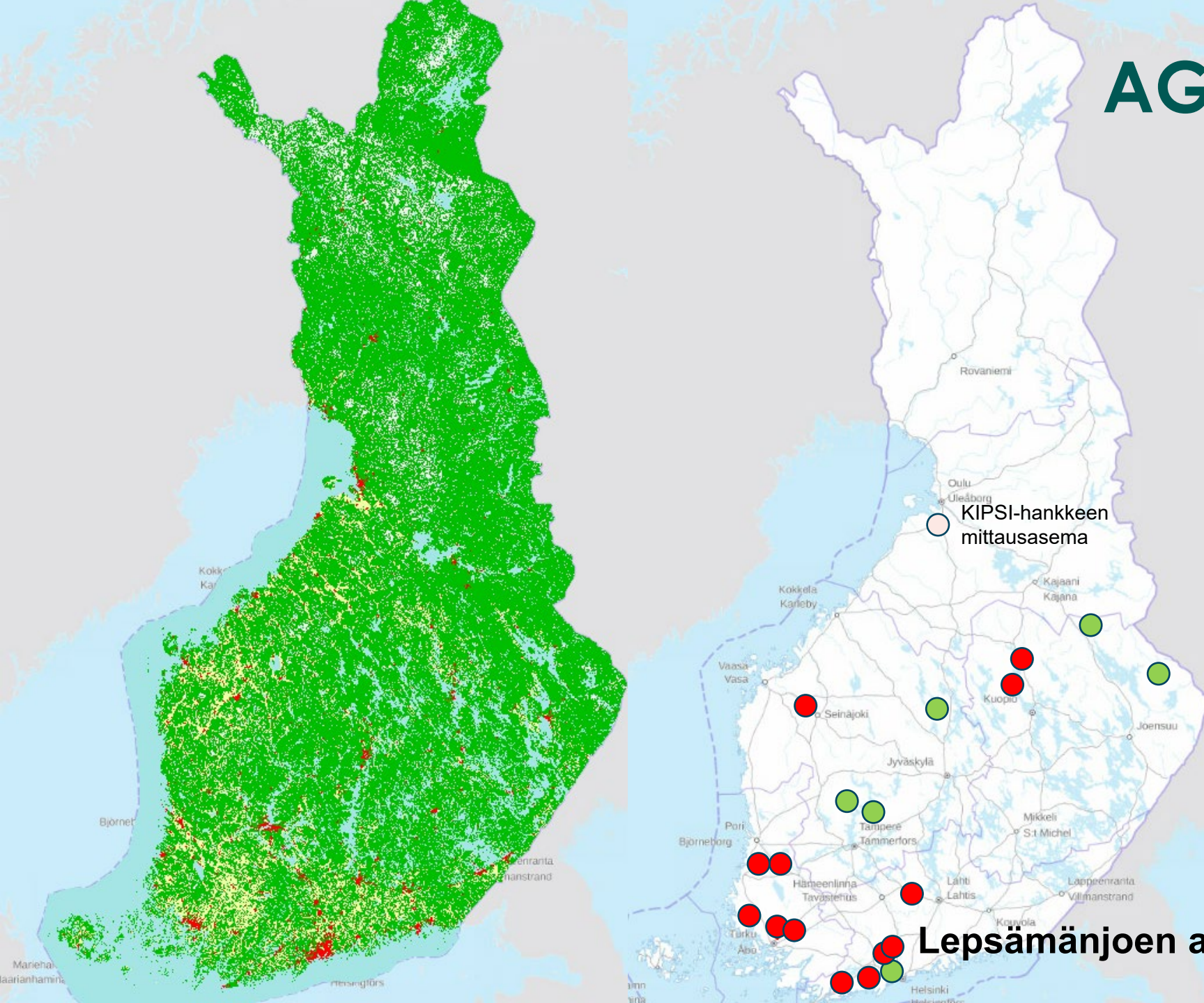
AGRIMON-verkosto

- Päätös: Maatalouden vesistökuormituksen yhteistyöverkosto aloittaa toimintansa vuoden 2024 alusta
- Verkosto täydentää olemassa olevia seurantoja siten, että näytteenottotiheys kasvaa ja kuormitusarvioiden luotettavuus paranee
- Verkoston yhteistyökumppanit: VHVSY, HY, LUKE, UUD-, VAR-, POS-, EPO-elyt
- 10/13 seurantapistestä jatkuvatoiminen mittausasema käytössä 2024

AGRIMON-verkosto

Seuranta-alueiden spatiaalinen jakauma noudattaa maankäytön jakaumaa

➤ Maatalouden painopiste on etelä- ja lounaisrannikolla, Pohjanmaalla ja Savossa



Lepsämänjoen asema

Uusia ja tulevia hankkeita

- [AquaINFRA \(aquainfra.eu\)](https://aquainfra.eu)-hankkeen yleistavoitteena on luoda virtuaalinen ympäristö, jonka avulla meri- ja makeanveden tutkijat ja muut sidosryhmät pääsevät hyödyntämään monitieteellistä dataa FAIR-periaatteiden mukaan
- Pohjois-pohjanmaan turvevaltaisten jokien automaattiverkosto (alkaa 2024, OY, IL, Luke, Syke)
- Suomen rannikkojokien jatkuvatoimisen mittausasemaverkoston perustaminen (esiselvitys, toteutus lähitulevaisuudessa)

Kiitos!

Kysymyksiä, kommentteja...

pasi.valkama@syke.fi



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute