ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Sadanta ja sään ääri-ilmiöt (Pohjois-Savossa)

Tero Mielonen
Itä-Suomen ilmatieteellinen tutkimuskeskus



Taustaksi

- Ilmastonmuutos on jo täällä
  - Globaalikeskilämpötila on noussut reilun asteen 1800-luvun lopulta
  - Suomessa nousu on ollut yli kaksi astetta
    - Keskilämpötila on 2,9 astetta (1991-2020)
    - Vuonna 2025 Suomen keskilämpötila oli 4,5 astetta
- Suomen ja Pohjois-Savon tavoitteena olla hiilineutraali 2035
- EU:n tavoitteena olla hiilineutraali 2050
  - Kasvihuonekaasupäästöt -55% 2030, -90 % 2040
  - Tähän mennessä päästöjä vähennetty 30 %





YLE 21.10.2026

Nyt se on varmaa: maailma kuumenee yli turvallisena pidetyn 1,5 asteen rajan

Ilmastotoimien suunta on oikea, mutta mittaluokka riittämätön, raportissa todetaan.

YLE 21.10.2026

Nyt se on varmaa: maailma kuumenee yli turvallisena pidetyn 1,5 asteen rajan

Ilmastotoimien suunta on oikea, mutta mittaluokka riittämätön, raportissa todetaan.

YLE 31.7.2026

Tonavan ja Reinin kuivuus rikkoo jo ennätyksiä – ja se voi vaikuttaa arkeen myös pohjoisessa

Euroopan rahtiliikenteelle keskeinen Tonava on kuivunut paikoin historiallisen matalalle. Rahtilaivat voivat nyt kuljettaa vain murto-osan lasteistaan.

YLE 21.10.2026

Nyt se on varmaa: maailma kuumenee yli turvallisena pidetyn 1,5 asteen rajan

Ilmastotoimien suunta on oikea, mutta mittaluokka riittämätön, raportissa todetaan.

YLE 31.7.2026

Tonavan ja Reinin kuivuus rikkoo jo ennätyksiä – ja se voi vaikuttaa arkeen myös pohjoisessa

Euroopan rahtiliikenteelle keskeinen Tonava on kuivunut paikoin historiallisen matalalle. Rahtilaivat voivat nyt kuljettaa vain murto-osan lasteistaan.

YLE 4.10.2026

Tokion keskiosassa satoi 37 päivänä peräkkäin

Japanin pääkaupungin keskiosassa satoi joka päivä lähes 40 vuorokautta peräkkäin. Nyt sadepäivien putki on poikki.

YLE 21.10.2026

Nyt se on varmaa: maailma kuumenee yli turvallisena pidetyn 1,5 asteen rajan

Ilmastotoimien suunta on oikea, mutta mittaluokka riittämätön, raportissa todetaan.

YLE 31.7.2026

Tonavan ja Reinin kuivuus rikkoo jo ennätyksiä – ja se voi vaikuttaa arkeen myös pohjoisessa

Euroopan rahtiliikenteelle keskeinen Tonava on kuivunut paikoin historiallisen matalalle. Rahtilaivat voivat nyt kuljettaa vain murto-osan lasteistaan.

YLE 4.10.2026

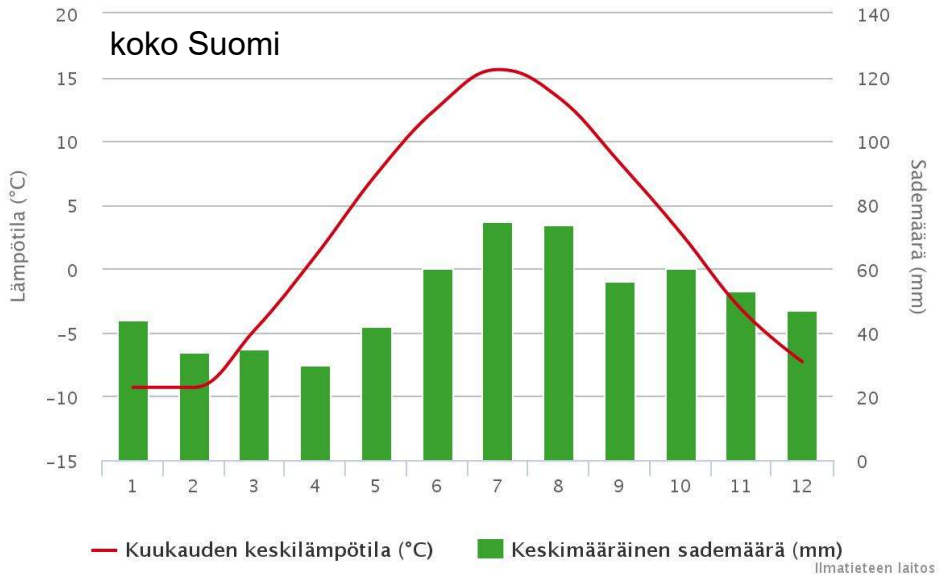
Tokion keskiosassa satoi 37 päivänä peräkkäin

Japanin pääkaupungin keskiosassa satoi joka päivä lähes 40 vuorokautta peräkkäin. Nyt sadepäivien putki on poikki.

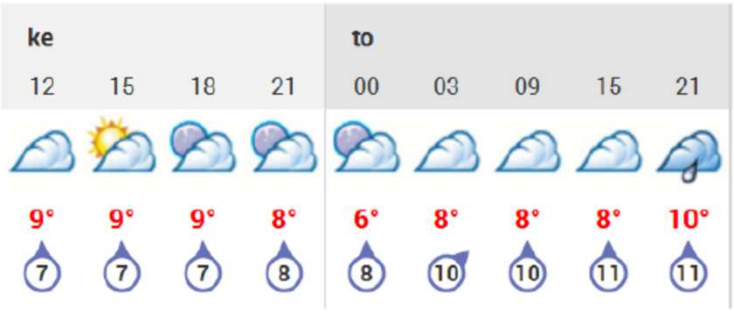


Ilmasto on säämuuttujien pitkäaikainen keskiarvo

Ilmasto
(tyypillisesti 30 vuoden keskiarvo)



Sää
(hetkellinen)



(vrt. lokakuun keskilämpötila Kaisaniemessä 1980-2010: 6.6°C)

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Suomen ilmasto on vaihteleva (jatkossakin)

23.2. 2008

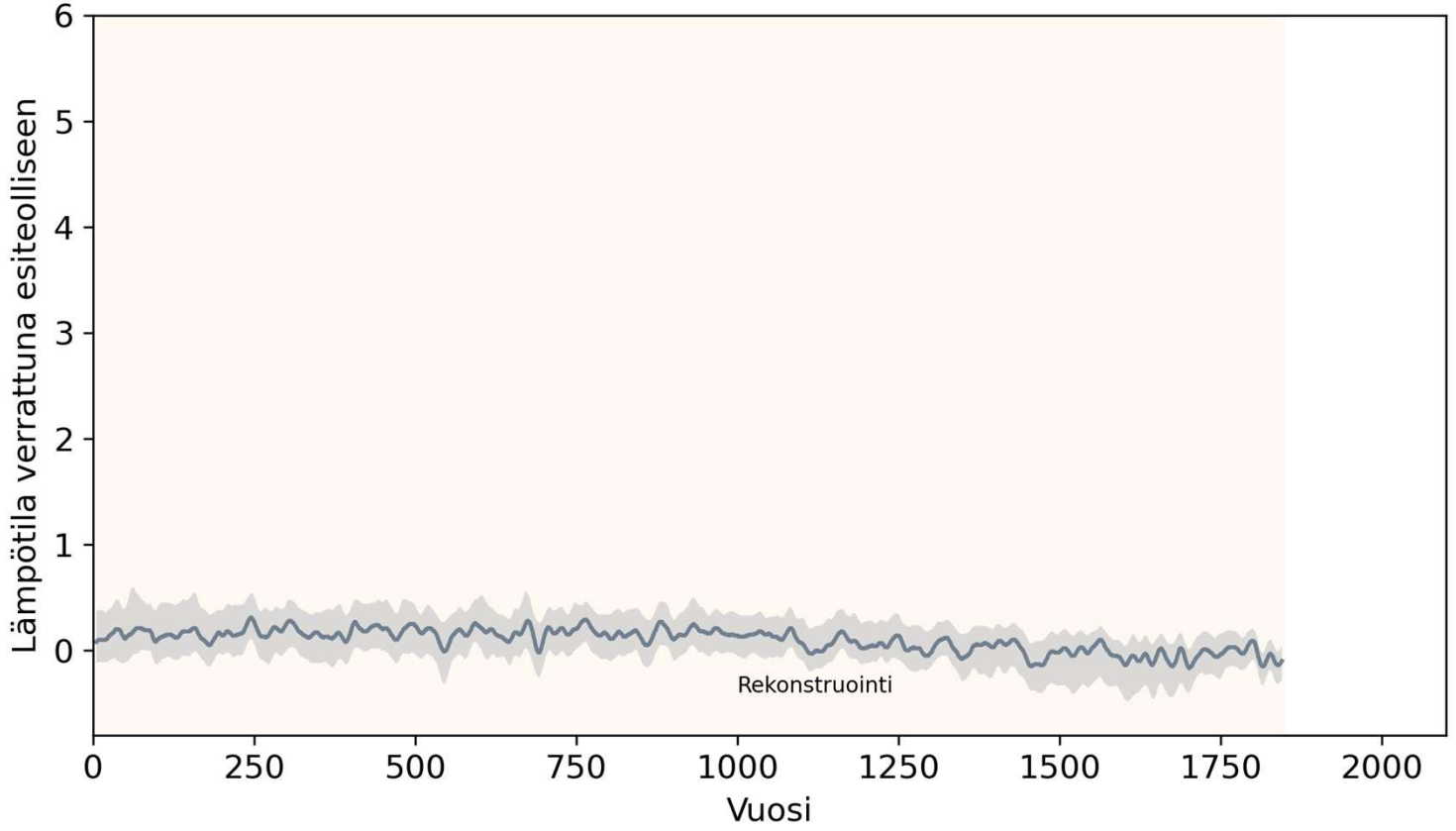


23.2. 2011

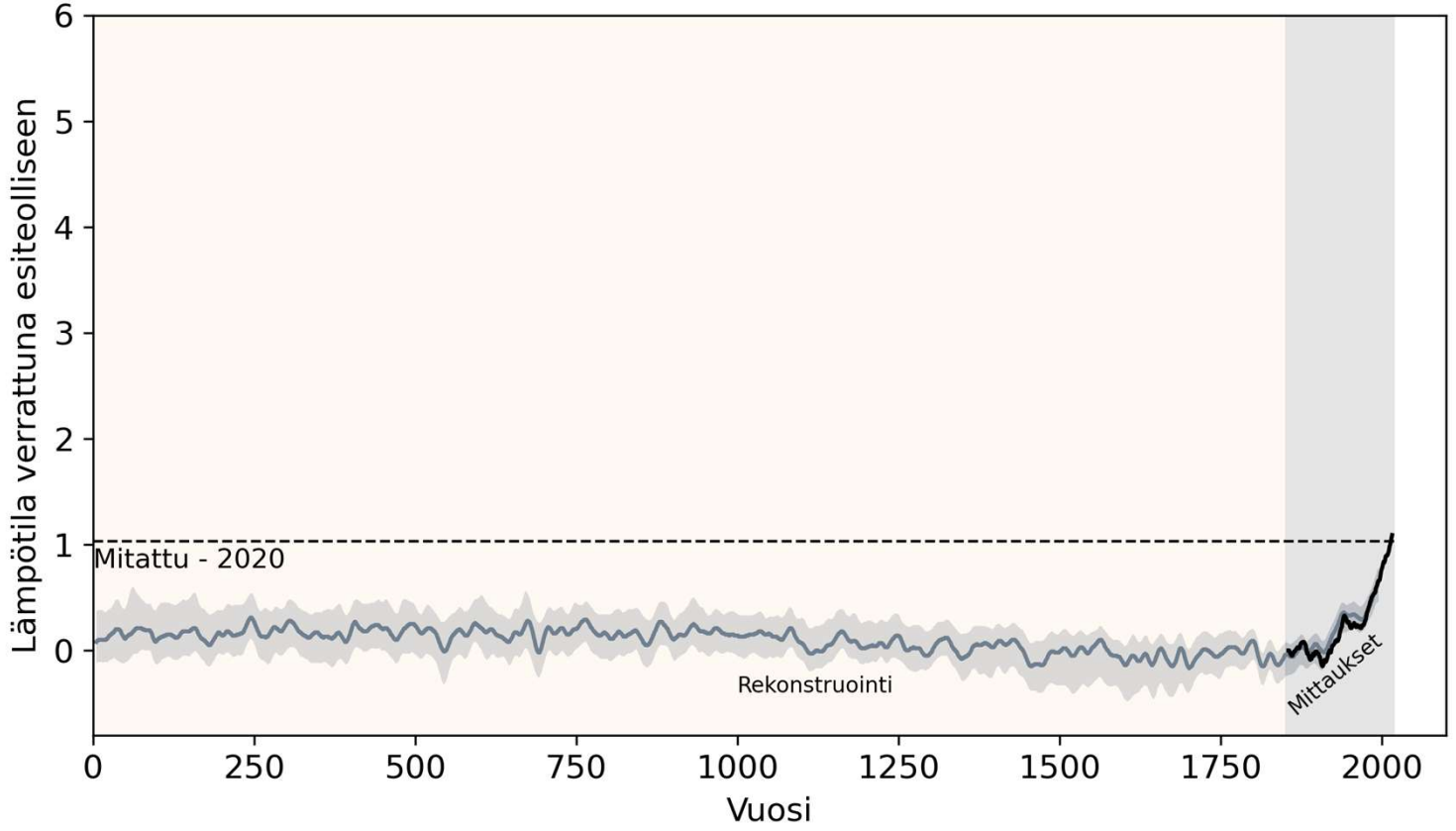


Kuvat: Ilkka Juga

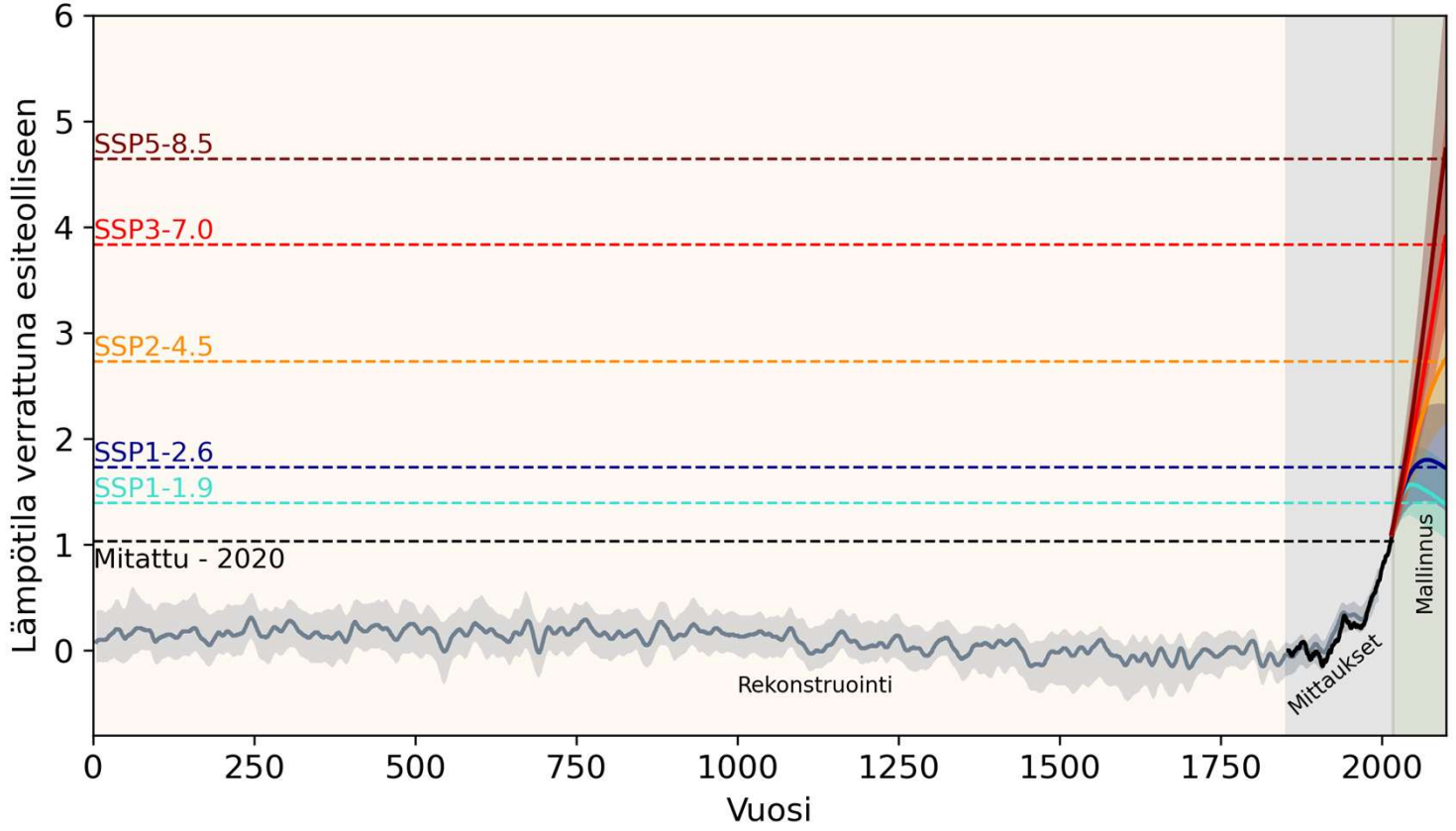
Maapallon keskimääräinen lämpötila

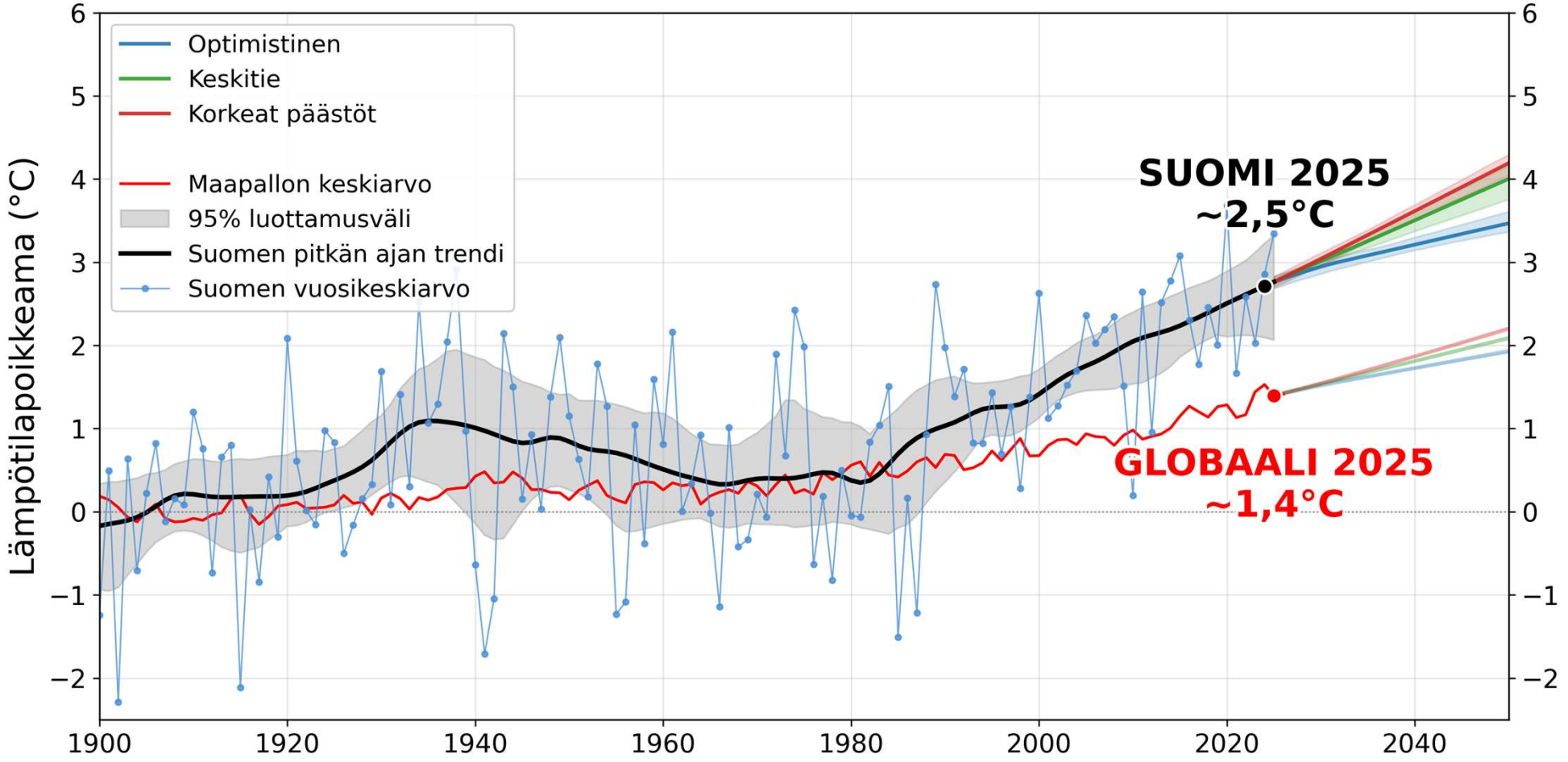


Maapallon keskimääräinen lämpötila

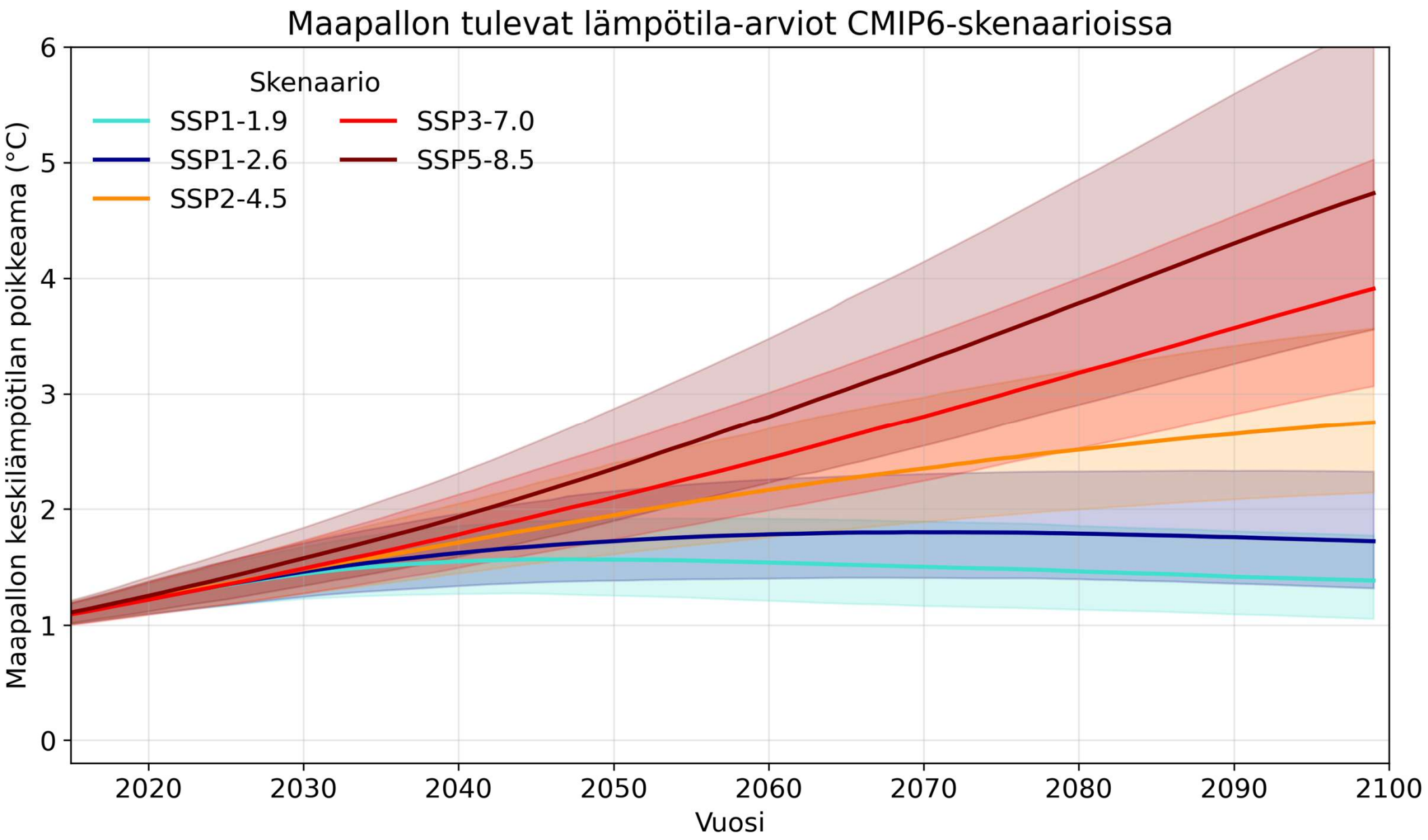


Maapallon keskimääräinen lämpötila

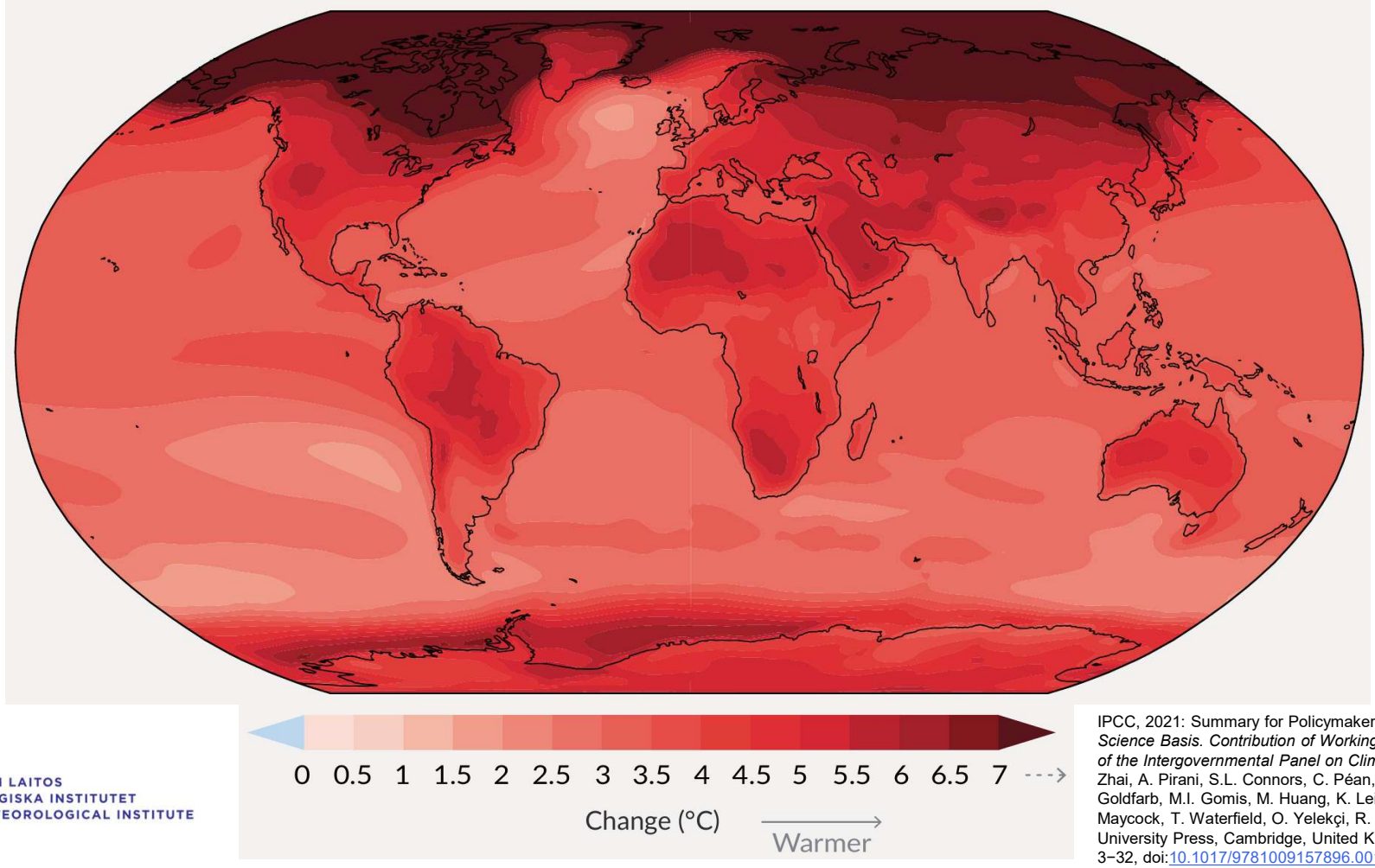




Kuva: Laura Utriainen


Maapallon tulevat lämpötila-arviot CMIP6-skenaarioissa
Skenaario
SSP1-1.9
SSP1-2.6
SSP2-4.5
SSP3-7.0
SSP5-8.5
Maapallon keskilämpötilan poikkeama (°C)
0
1
2
3
4
5
6
2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
Vuosi

Lämpeneminen ei jakaudu tasaisesti

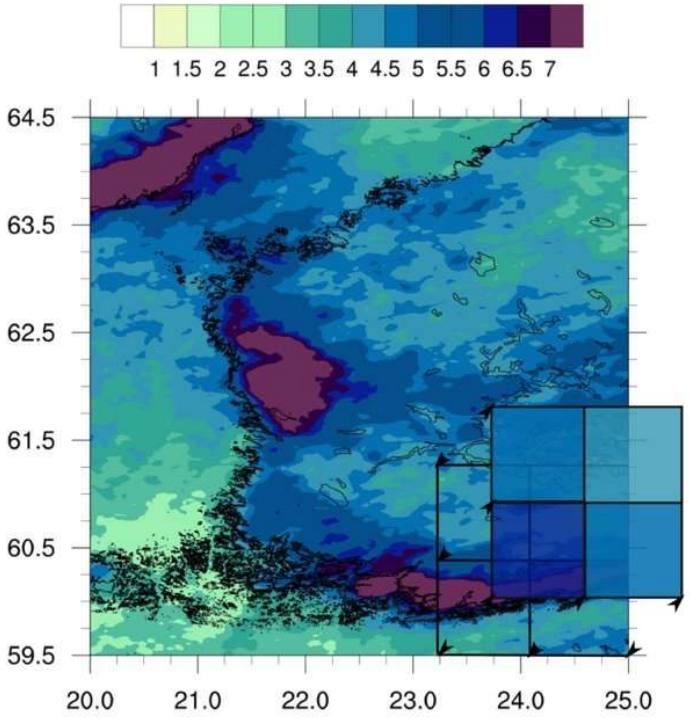


ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

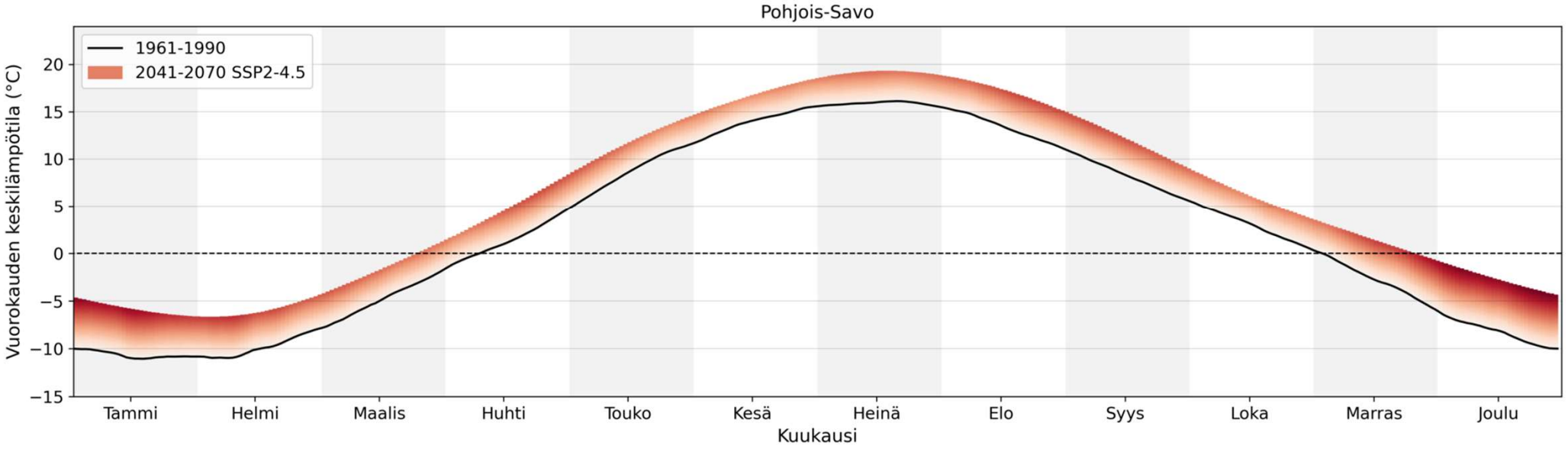
IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3−32, doi:10.1017/9781009157896.001.

Tarve alueellisesti tarkoille ennusteille

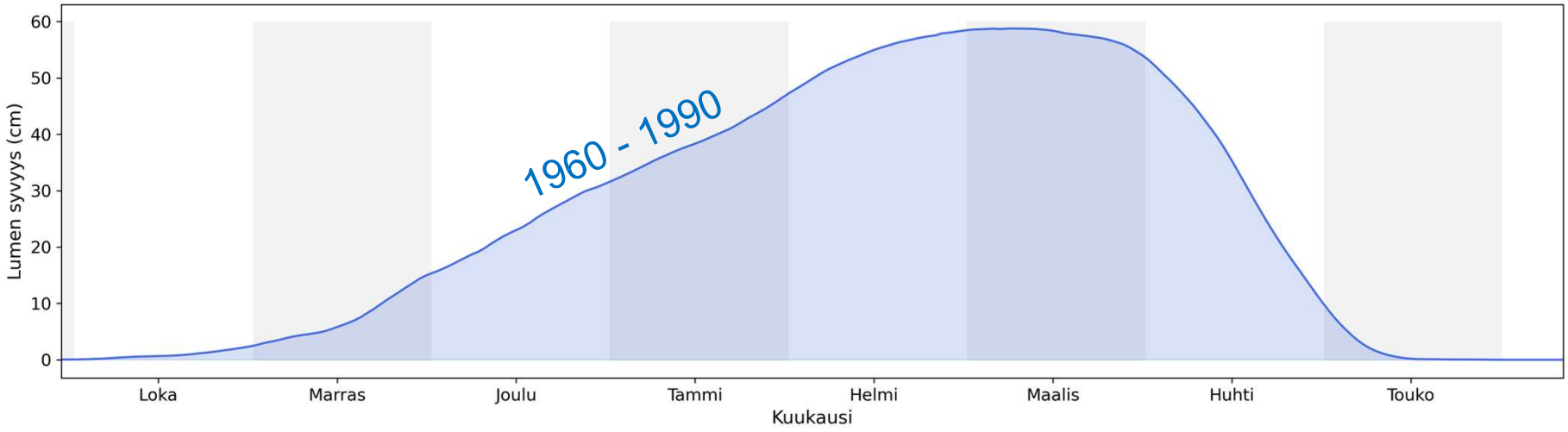
- Globaalit ilmastomallit kuvaavat ilmastoa suuressa mittakaavassa
  - Niiden alueellinen tarkkuus on n. 100 km x 100 km
  - Niitä ei ole suunniteltu kuvaamaan paikallisia sään ääri-ilmiöitä
- Alueellisilla ilmastomalleilla päästään jopa 3 km x 3 km tarkkuuteen
  - Pystyvät kuvaamaan rankkasateita, tulvia, ja kuivuuksia globaaleja malleja paremmin



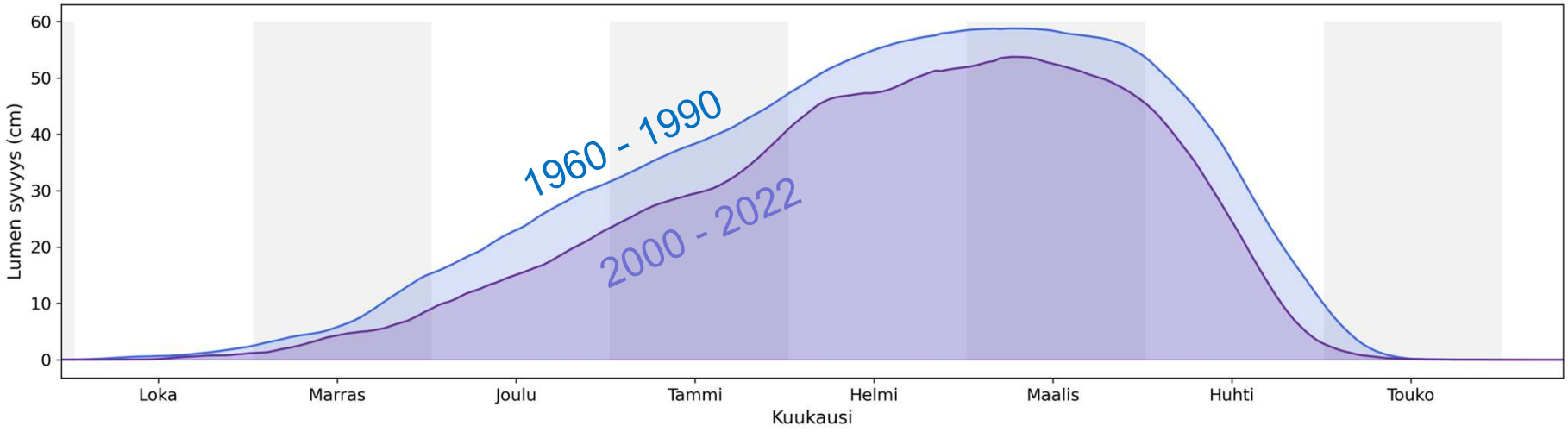
Pohjois-Savo (SSP2-4.5)



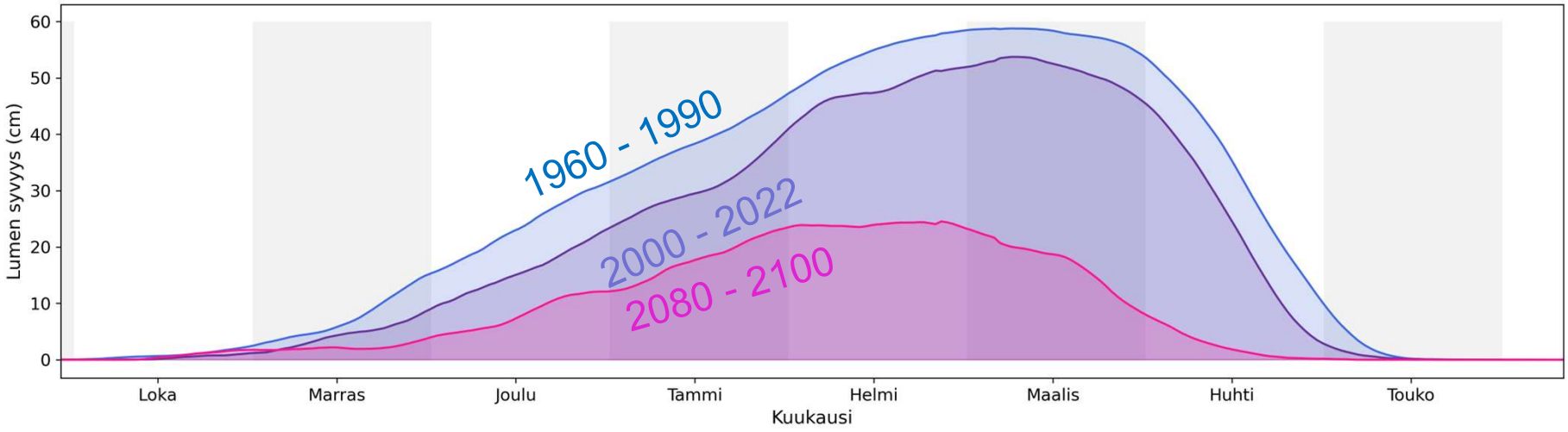
Lumensyvyys Pohjois-Savossa



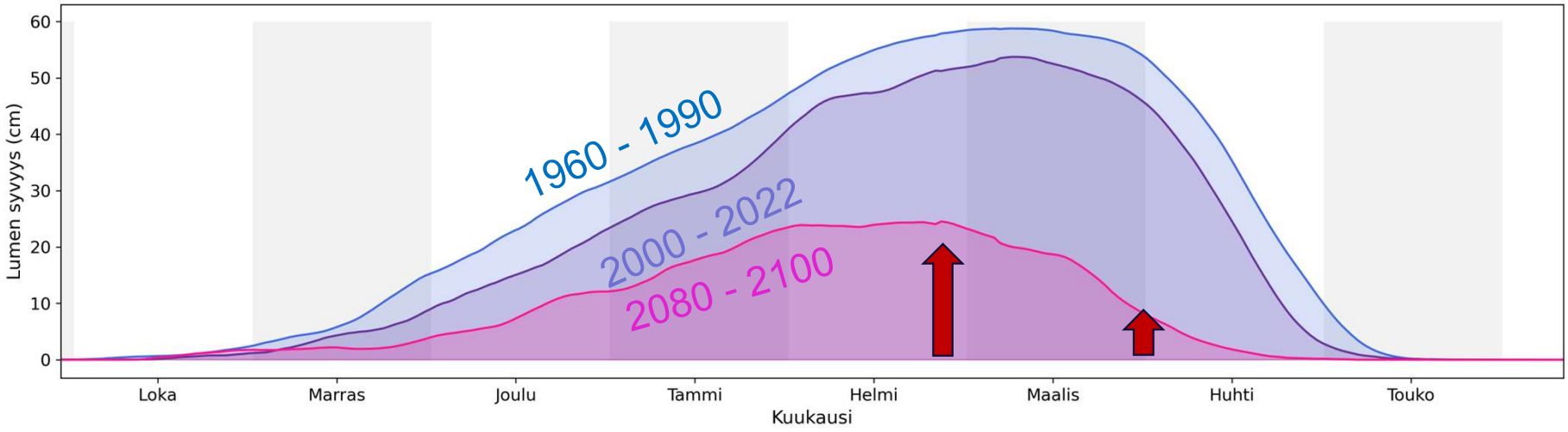
Lumensyvyys Pohjois-Savossa



Lumensyvyys Pohjois-Savossa

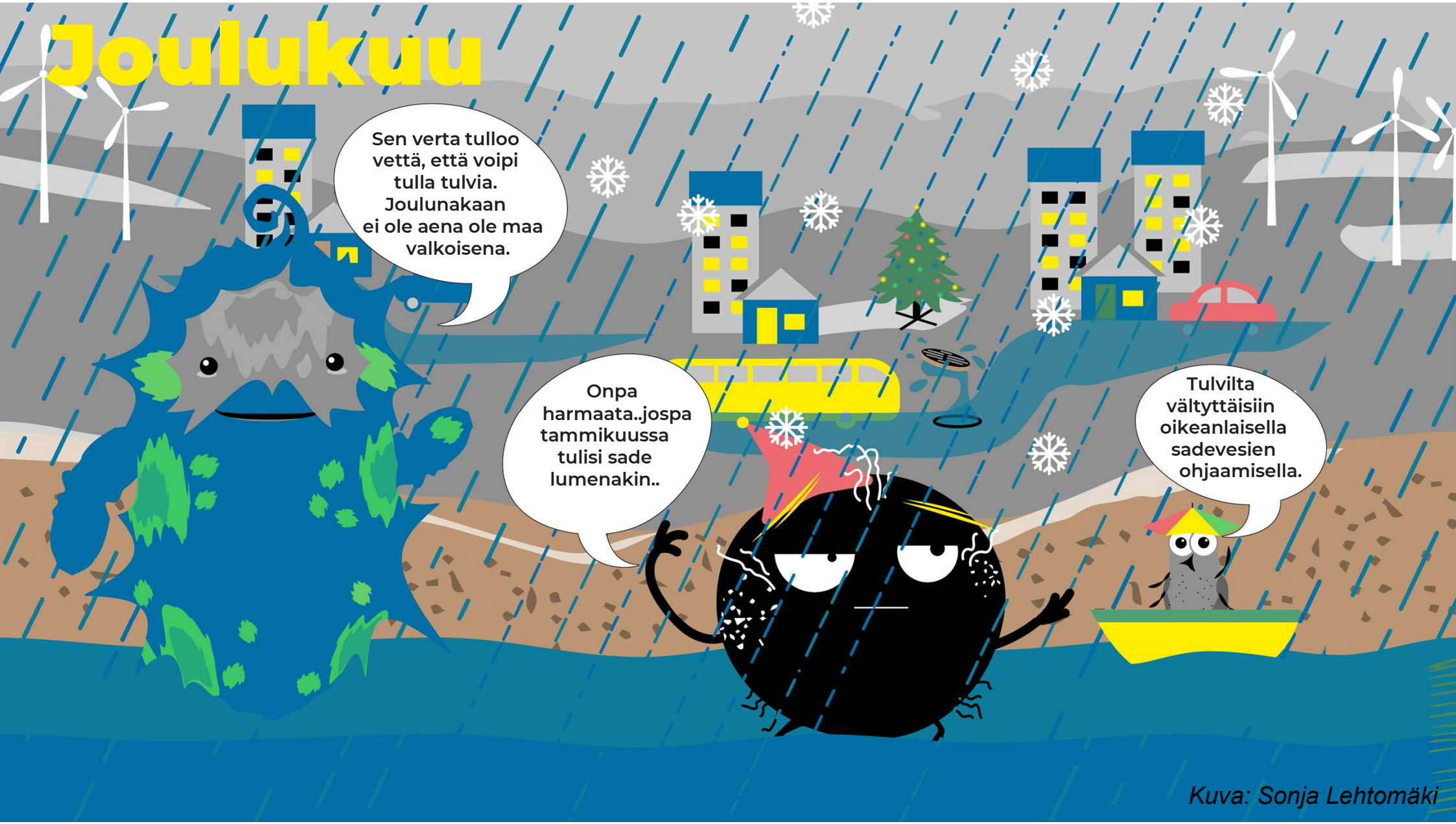


Lumensyvyys Pohjois-Savossa



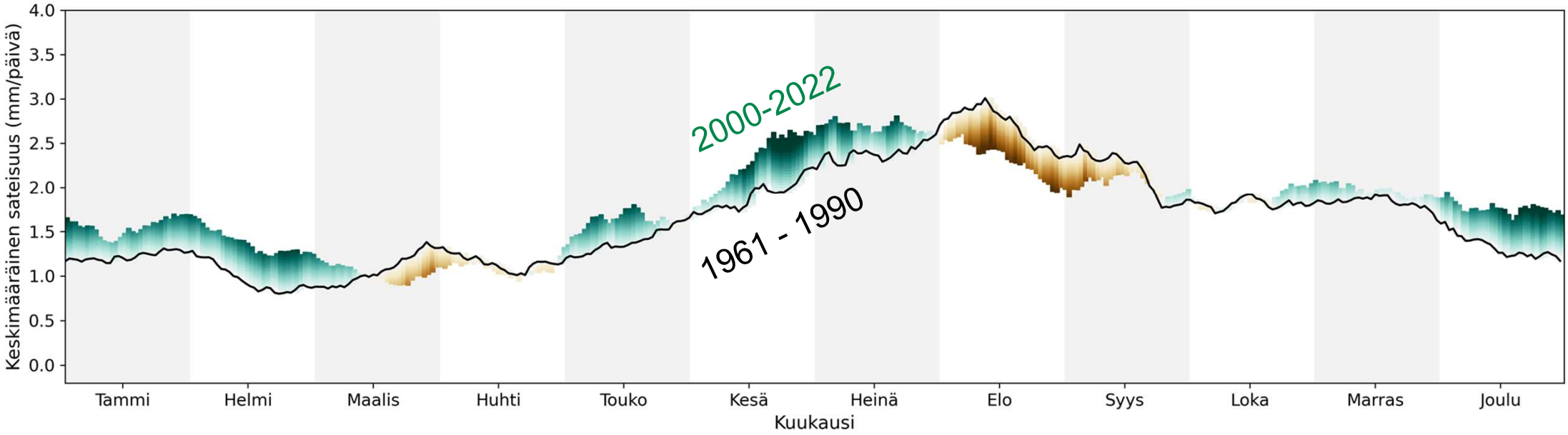
Savilahti
27.2.2025
20 cm

Savilahti
1.4.2025
7 cm



Kuva: Sonja Lehtomäki

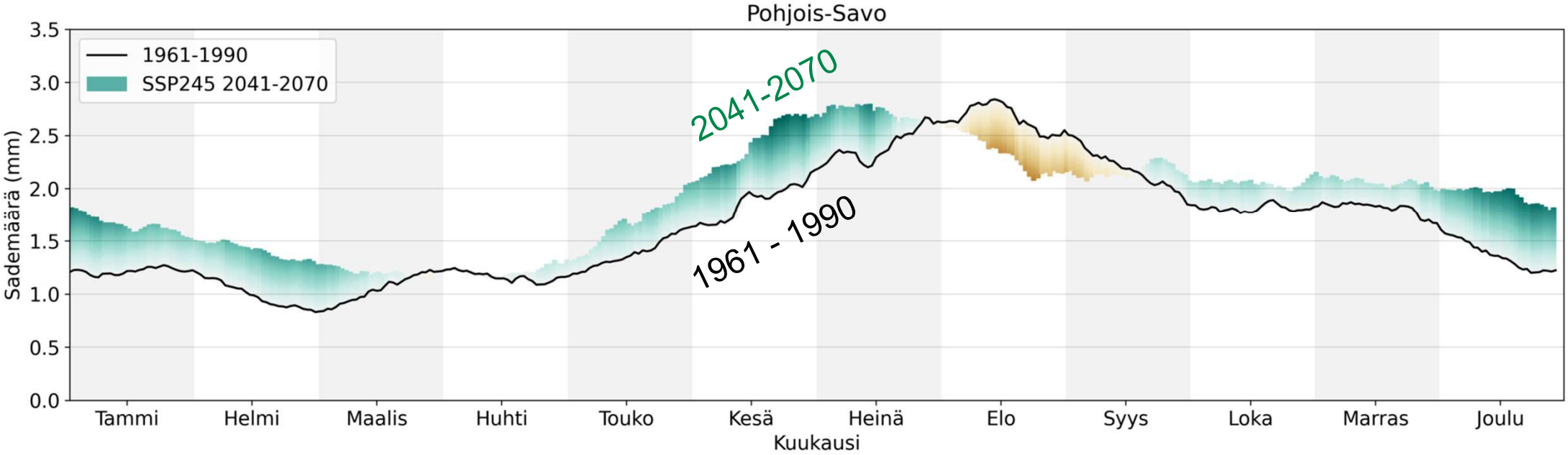
Pohjois-Savon sateisuus



- Keskimäärin enemmän sateita
- Syyssateet siirtyneet kesälle

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

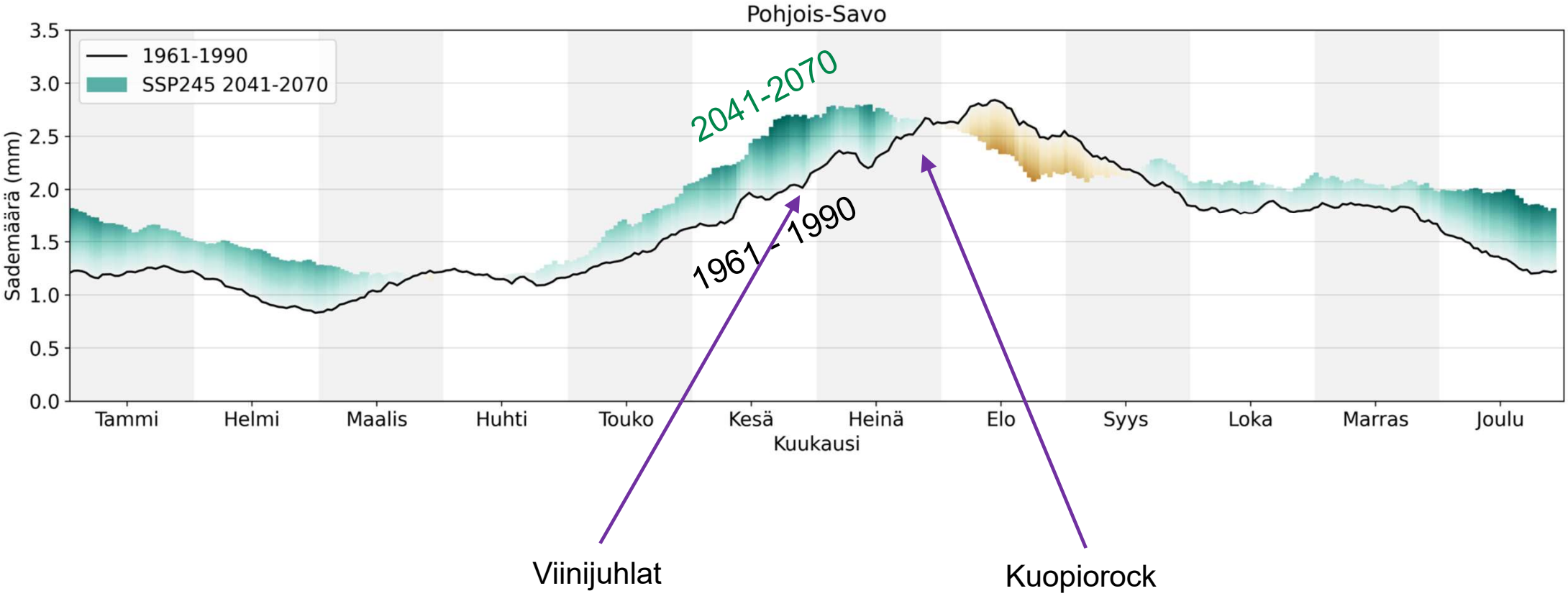
Pohjois-Savon sateisuus vuosisadan puolivälissä (SSP2-4.5)



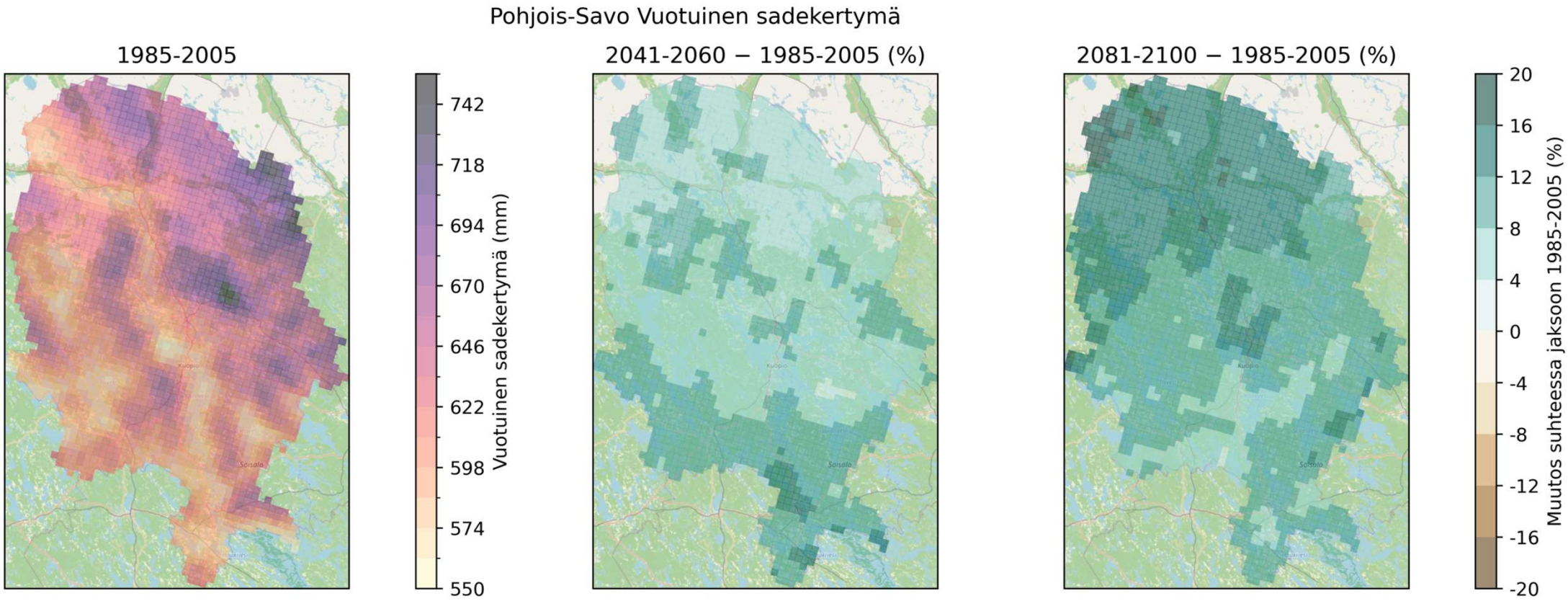
- Keskimäärin enemmän sateita lukuun ottamatta elo- ja syyskuuta.
- Todennäköisesti sataa harvemmin, mutta rankemmin

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

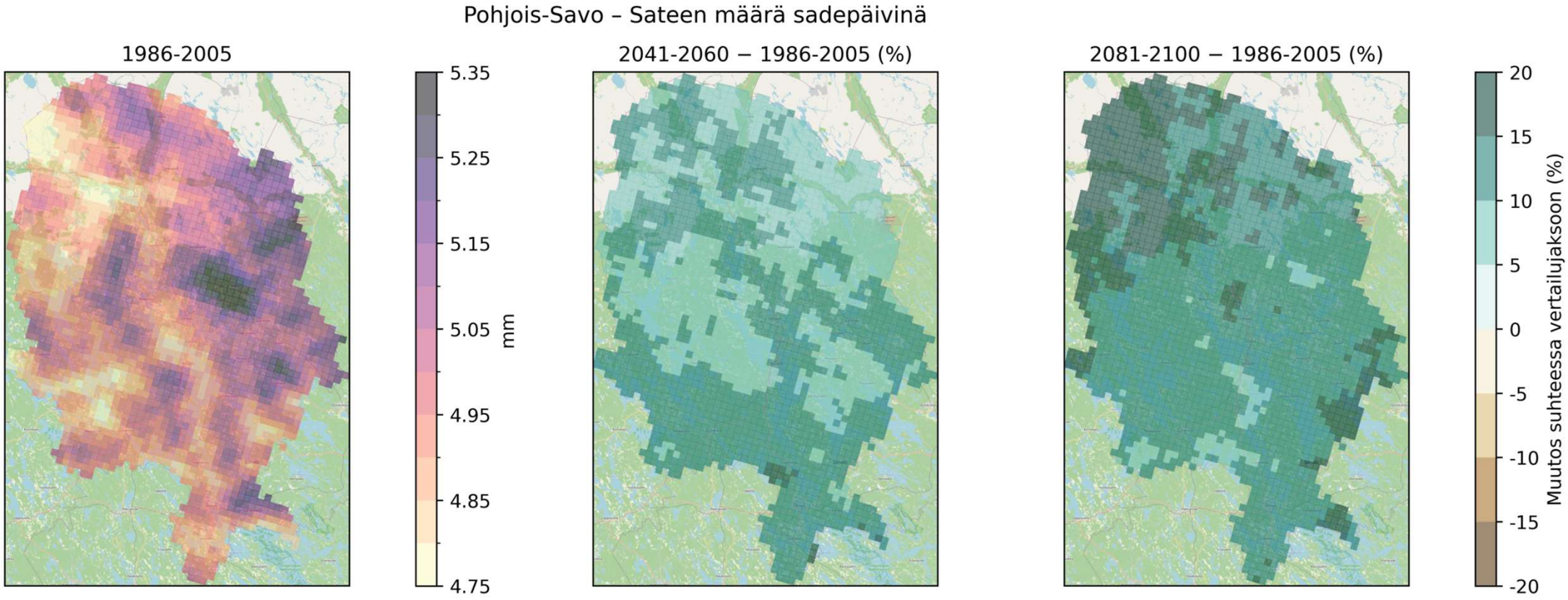
Pohjois-Savon sateisuus vuosisadan puolivälissä (SSP2-4.5)



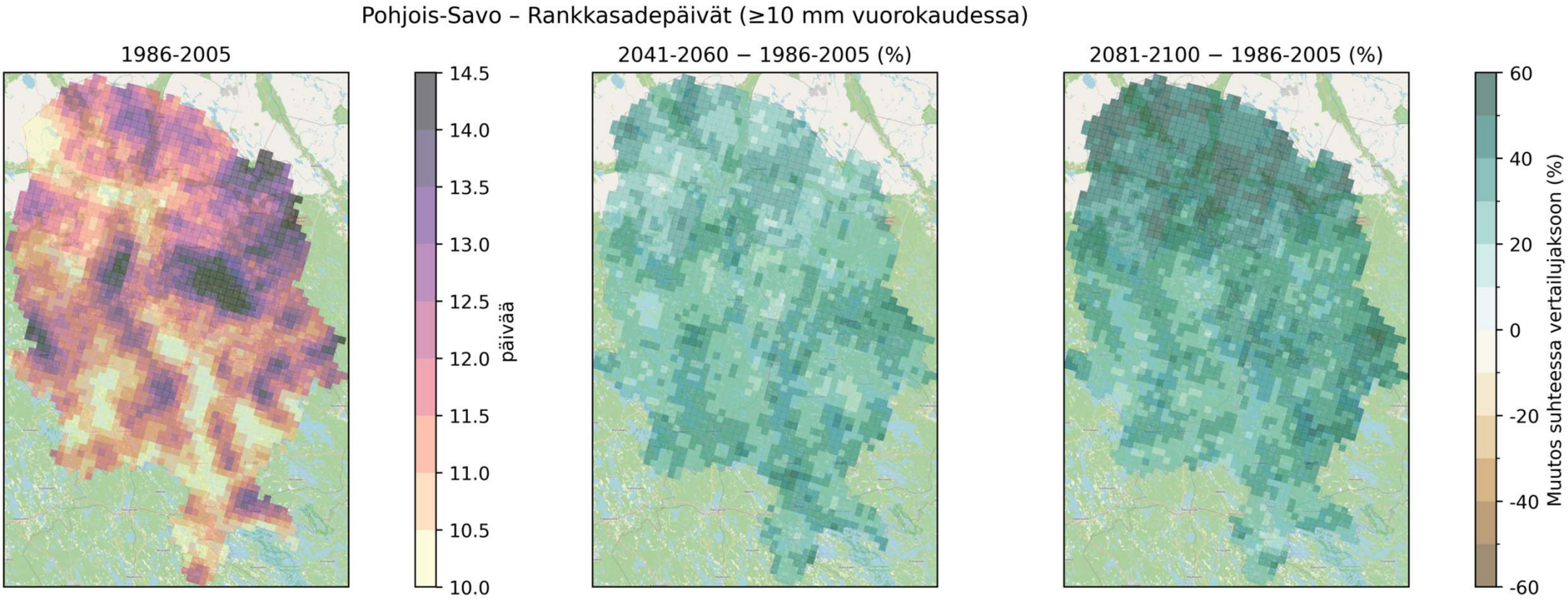
Pohjois-Savon sateisuus: vuotuinen sadekertymä (RCP4.5)



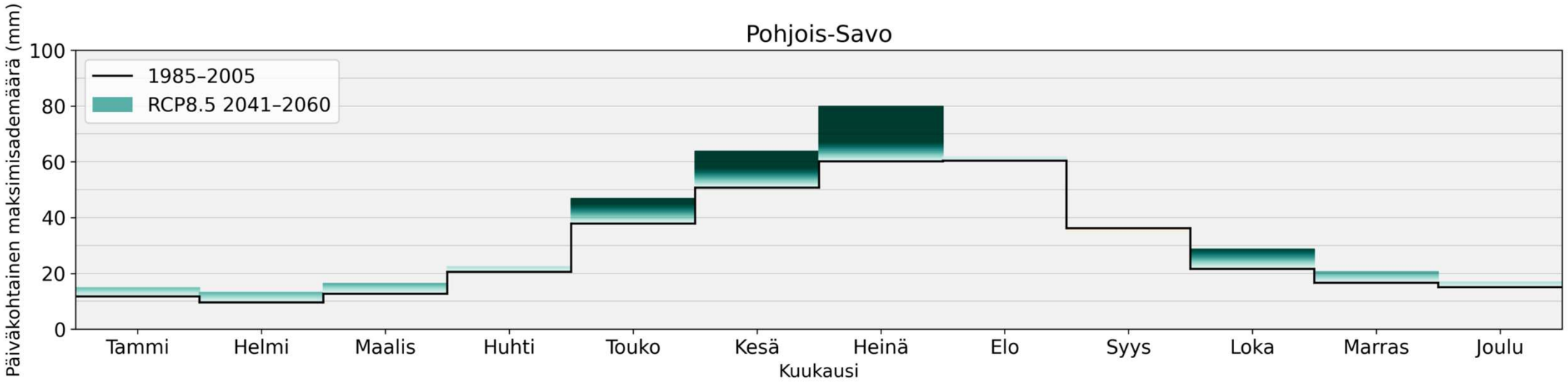
Pohjois-Savon sateisuus: sateen määrä sadepäivinä (RCP4.5)



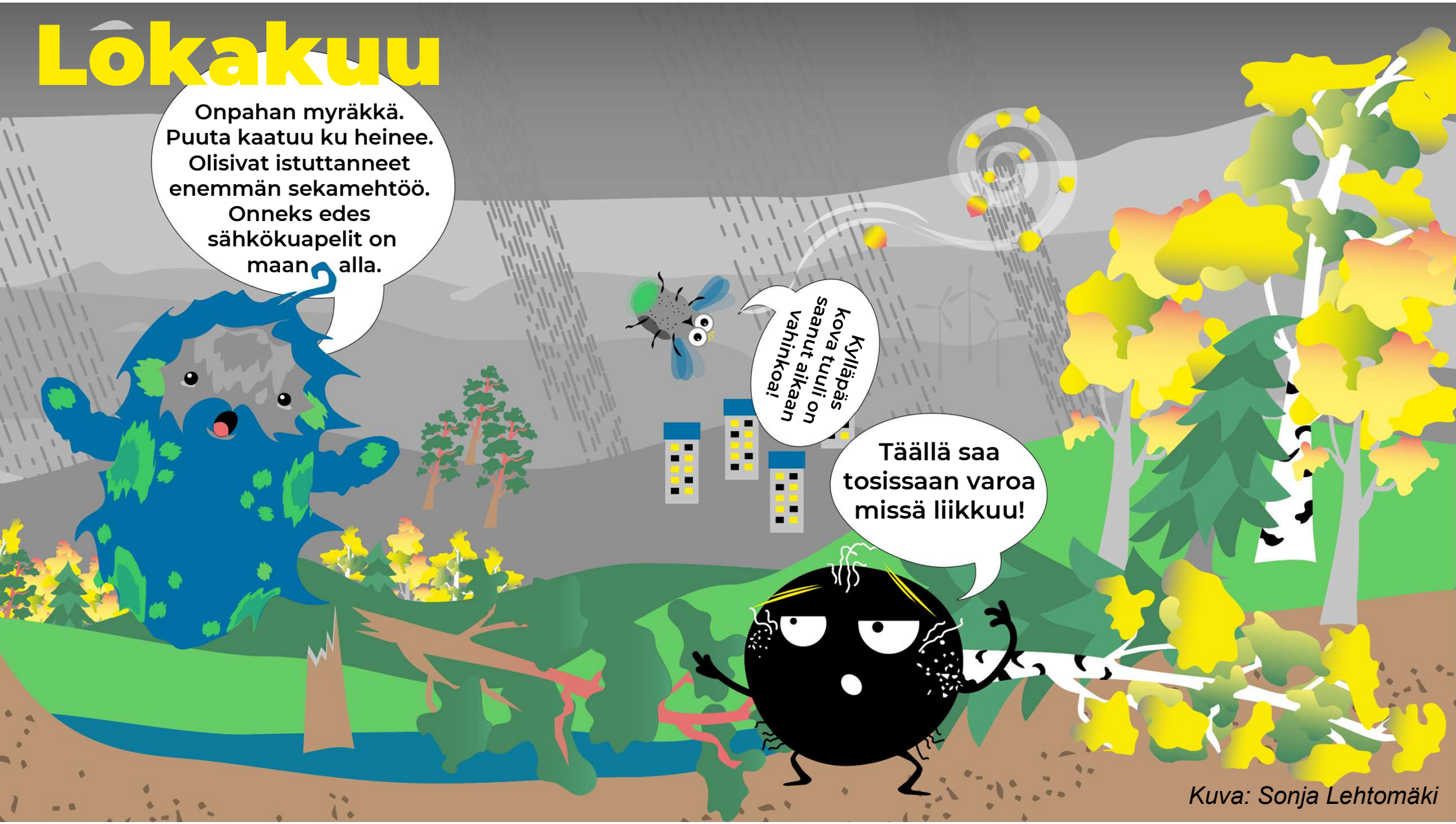
Pohjois-Savon sateisuus: rankkasadepäivät (RCP4.5)



Pohjois-Savon sateisuus: päiväkohtainen maksimisademäärä (RCP8.5)



- **Huom.** Kuva on tarkoitettu havainnollistamaan, miten rankkasateet voivat voimistua ilmaston muuttuessa. Näin voimakkaat sateet ovat kuitenkin hyvin harvinaisia. Koska kuva perustuu vain yhteen ilmastomalliin ja 20 vuoden jaksoon, tuloksiin liittyy merkittävää epävarmuutta ja satunnaisvaihtelua.
- Kuva näyttää, kuinka voimakas sade voi keskimäärin olla maakunnan sateisimmassa kohdassa


Lokakuu
Onpahan myräkkä. Puuta kaatuu ku heinee. Olisivat istuttanneet enemmän sekamehtöö. Onneks edes sähkökuapelit on maan alla.
Kylläpäs kova tuuli on vahinkoa!
Täällä saa tosissaan varoa missä liikkuu!
Kuva: Sonja Lehtomäki

Mitä tämä tarkoittaa?

- Pohjois-Savon sateisuuden ennakoidaan lisääntyvän merkittävästi ympäri vuoden, lukuun ottamatta elokuuta ja syyskuun alkua, jolloin sademäärän arvioidaan vähentyvän.
- Sateisuus lisääntyy tasaisesti koko maakunnan alueella
- Vuotuisen sadekertymän suhteellinen muutos on suurinta maakunnan eteläosassa 2050 mennessä, kun taas vuosisadan loppuun mennessä sadekertymä kasvaa suhteellisesti eniten maakunnan pohjoisosissa
- Alueelliset erot sadekertymässä eivät juurikaan muutu. Sadepäivien sademäärä kasvaa suurimmassa osassa maakuntaa 10-15% vertailujaksoon (1986-2005) nähden
- Rankkasadepäivien lukumäärä lisääntyy koko maakunnan alueella 20-40% vertailujakson (1986-2005) rankkasadepäiviin nähden
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät voimakkaimmin kaikkein rankimmissa sateissa, joita esiintyy tyypillisesti kesäisin

Mitä tämä tarkoittaa?

- Olosuhdemuutoksia on luvassa
  - Mutta ei mitään radikaalia vielä lähitulevaisuudessa
  - Muutosten suuruus riippuu ihmiskunnan tuottamista päästöistä
- Yhteiskunta tulee siirtymään hiilineutraaliin suuntaan
  - Se on myös mahdollisuus
- Ilmatieteen laitoksen tehtävänä on tuottaa mahdollisimman tarkkaa tietoa ennakoinnin ja sopeutumisen tueksi
  - Jotta voidaan tehdä fiksuja valintoja ja investointeja



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Kiitos!



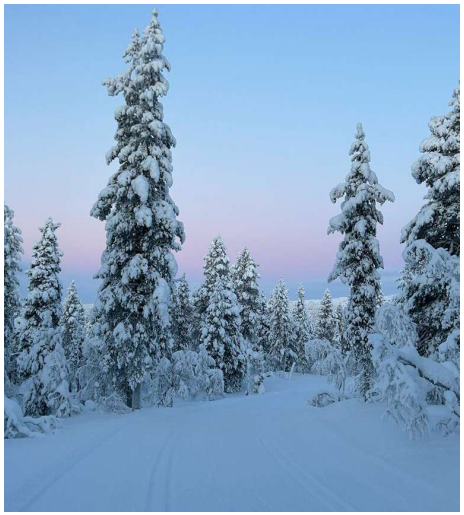
Sään ääri-ilmiöiden vaikutus pohjavesiin Suomessa

Kirsti Korkka-Niemi
Hydrogeologian tutkimusprofessori
Geologian tutkimuskeskus

29.10.2026

Sisältö

1. Ilmastonmuutos ja sään ääri-ilmiöt
2. Ilmastonmuutoksen vaikutukset pohjavesiin
    - *Esimerkkinä Lahti ja Mikkeli*
    - *Pohjaveden vuodenaikaisrytmi muuttuu*
3. Vaikutukset veden määrään: tulvat, kuivuus ja pohjaveden pinta
    - *Pohjaveden pinta*
    - *Kuivuus ja tulvat*
    - *Talviajan muutokset*
4. Vaikutukset pohjaveden laatuun
5. Vaikutukset pohjavesi-pintavesi vuorovaikutukseen
6. Lopuksi





1. Ilmastonmuutos ja sään ääri-ilmiöt Suomessa

- Sään ääri-ilmiöt ovat harvinaisia tai poikkeuksellisen voimakkaita säätilanteita, kuten rankkasateita, tulvia, kuivuusjaksoja, helleaaltoja, myrskyjä ja poikkeuksellisen leutoja talvia, jotka voivat merkittävästi vaikuttaa vesivaroihin, ympäristöön ja yhteiskunnan toimintaan.
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät erityisesti hydrologisen kierron voimistumisena.
- **Pohjaveden ja vesihuollon kannalta merkittävimpiä sään ääri-ilmiöitä ovat:**
  - ***Pitkittyneet kuivuusjaksot kesällä***
  - ***Hellejaksot***
  - ***Rankkasateet***
  - ***Lämpimät, vähälumiset talvet***
  - ***Talviaikaiset vesisateet***
  - ***Tulvat***



2. Ilmastonmuutoksen vaikutukset pohjavesiin: Lahti (Luoma ja muut 2023)

Lahden alueella ilmastonmuutos lisää pohjaveden muodostumista, mutta samalla muuttaa sen vuodenaikaista rytmiä ja kasvattaa pintavaluntaa sekä tulvariskejä.

- Vuosisadan loppuun mennessä lämpötilan arvioidaan nousevan noin **4 °C** ja sademäärän noin **30 %**.
- **Pohjaveden muodostuminen kasvaa** ja sen ajoitus muuttuu: muodostuminen painottuu aiempaa enemmän talveen.
- **Lumen sulanta aikaistuu**, ja nykyinen keväinen muodostumishuippu heikkenee tai häviää.
- **Pintavalunta kasvaa voimakkaasti** (jopa yli 150 %), erityisesti talvella, mikä lisää hulevesi- ja tulvariskejä.
- Kaupunkialueiden läpäisemättömät pinnat (asfaltti, rakennettu ympäristö) rajoittavat lisäsateiden hyödyntämistä pohjaveden muodostumisessa.
- Pohjaveden pinta nousee ja rantaimeytyminen järvestä pienenee.

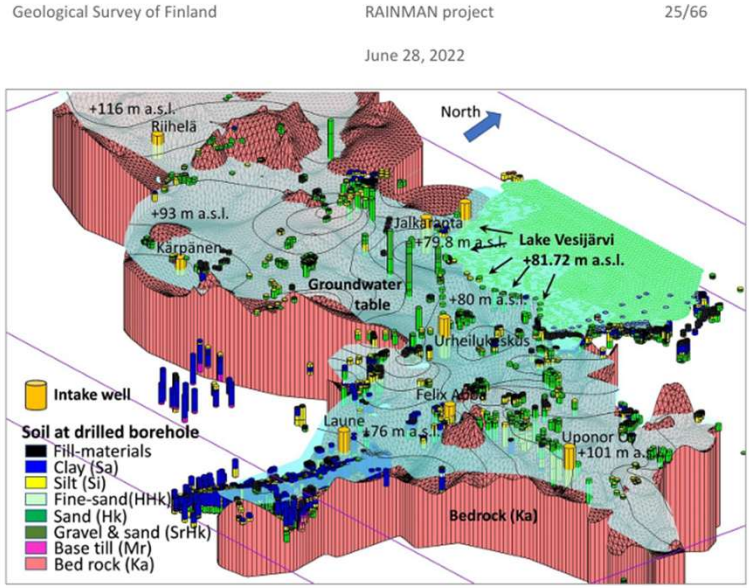
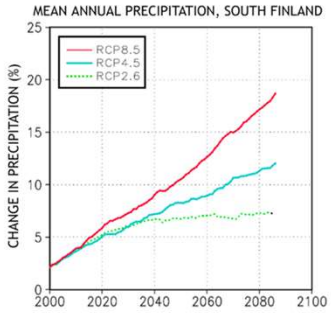


Fig. 19 Simplified 3D visualization of Lake Vesijärvi, groundwater levels, observation boreholes and bedrock surface in the model domain area.

Luoma ja muut 2023



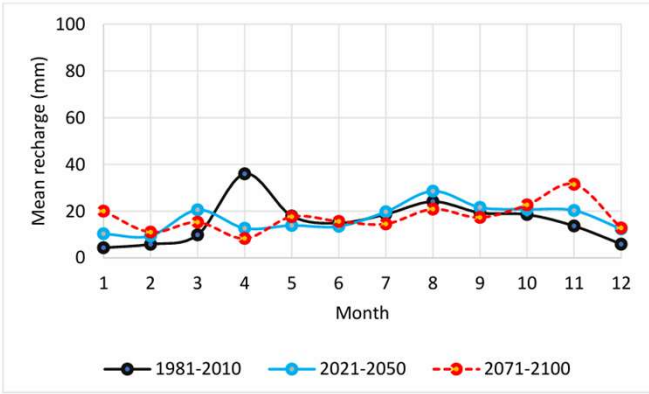


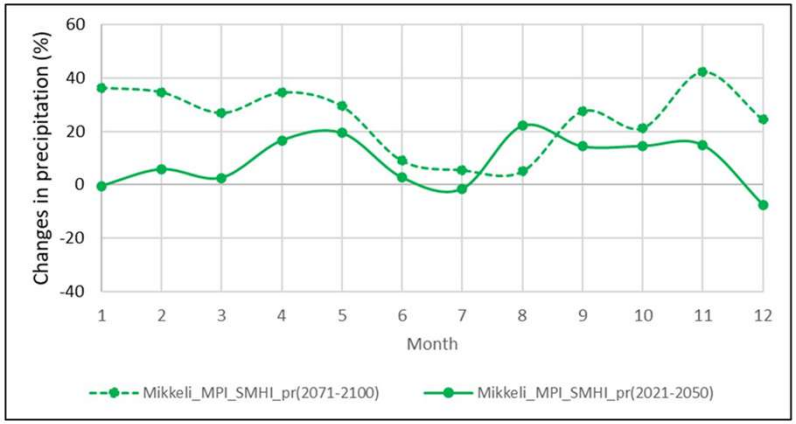
Fig. 19. Average monthly groundwater recharge per month in the Lahti aquifer in 1981–2010 (black line), 2021–2050 (blue line) and 2071–2100 (red dashed line) according to the regional climate change model SMHI RCA4 under RCP8.5 (Luoma et al. 2022).

2. Ilmastonmuutoksen vaikutukset pohjavesiin: Mikkeli (Hyvönen ja muut 2021)

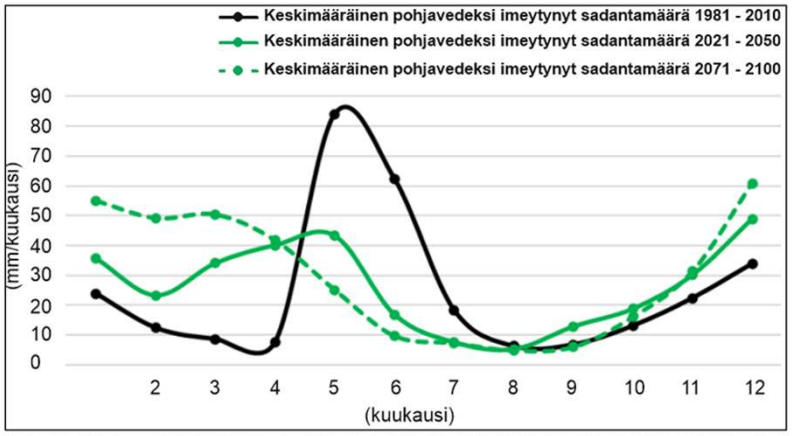
Mikkelin alueella ilmastonmuutoksen kokonaisvaikutus on pohjaveden muodostumisen lisääntyminen ja talviaikaisten pohjavedenkorkeuksien nousu, vaikka talviolosuhteiden vaihtelu voi paikallisesti muokata tätä kehitystä.

- **Ilmastonmuutos nostaa pohjaveden pintaa talvikaudella**, koska lämpötilan nousu pidentää roudatonta aikaa ja lisää pohjaveden muodostumista sateista.
- **Pohjaveden muodostuminen siirtyy yhä enemmän talveen**, mikä muuttaa pohjaveden luontaista vuodenaikaisvaihtelua.
- Talviaikaiset olosuhteet voivat kuitenkin vaihdella vuosittain: **ohuempi lumipeite voi lisätä roudan muodostumista pakkasjaksoilla** ja vähentää ajoittain pohjaveden muodostumista.
- Tämän seurauksena **talviaikaisissa pohjavedenkorkeuksissa voi esiintyä aiempaa suurempaa vaihtelua**.

Hyvönen ja muut 2021

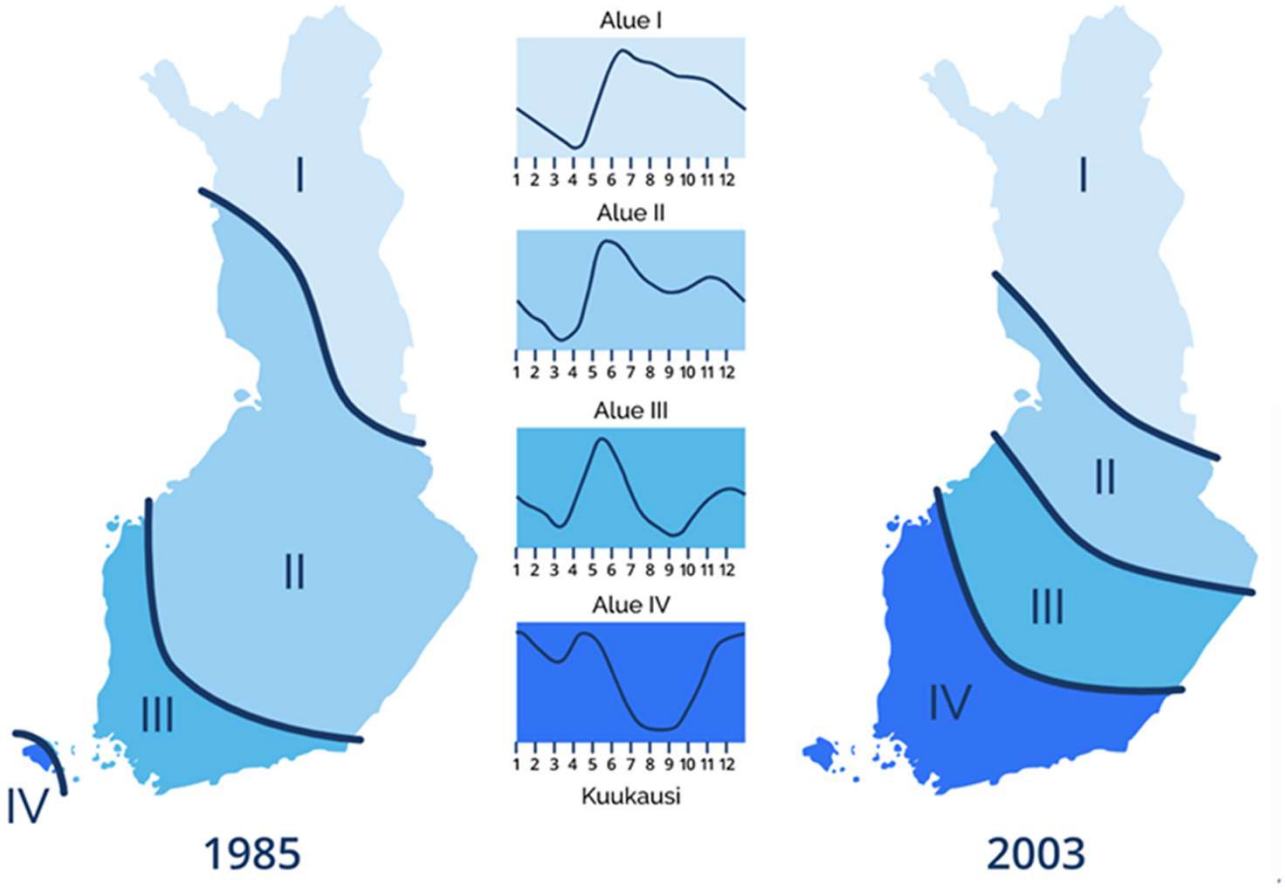


Kuva 11. Sadannan muutos Mikkelissä ajanjaksolla 2021–2050 (vihreä viiva) ja 2071–2100 (vihreä katkoviiva) verrattuna ajanjaksoon 1981–2010 (alueellinen ilmastomalli SMHI-RCA4, globaalimalli MPI-ESM-LR, RCP 8.5).



Kuva 12. Kuva 12. Keskimääräinen sadannasta pohjavedeksi imeytyvä vesimäärä ajanjaksoilla 1981–2010 (musta viiva), 2021–2050 (vihreä viiva) ja 2071–2100 (vihreä katkoviiva) Mikkelin Hanhikankaan pohjavesialueella.

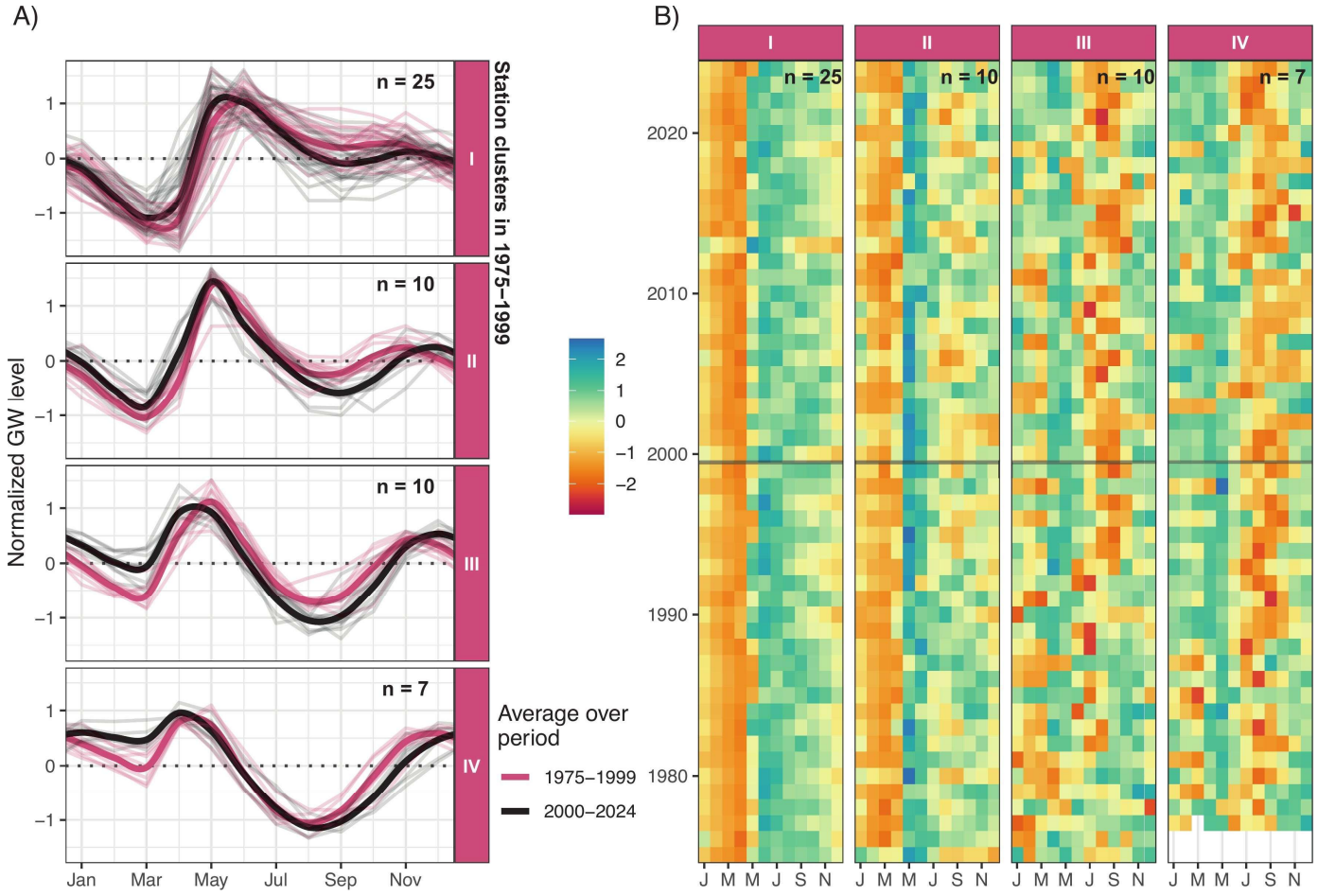
2. Ilmastonmuutoksen vaikutus pohjavesiin: Pohjaveden vuodenaikaisrytmi muuttuu (Orvomaa, 2020; Pöykkö et al. 2026)



Orvomaa 2020

Keskeiset havainnot (1975-1999 → 2000-2024, Pöykkö et al. 2026)

- Suomessa tunnistettiin **neljä pohjaveden vuodenaikaisvaihtelun tyyppiä**, jotka noudattavat pääosin lounas-koillis-suuntaista ilmasto- ja lumipeitegradienttia.
- Pohjaveden vuodenaikaisrytmi on muuttunut koko maassa:
  - *talviaikaiset pohjavedenkorkeudet ovat nousseet,*
  - *kevään sulamispiikki aikaistunut keskimäärin noin 2 viikolla,*
  - *kasvukauden aikaiset vedenpinnat ovat laskeneet ja alenema jatkuu pidempään syksyyn*
- Vaikutukset näkyvät veden saatavuudessa, kuivuus- ja tulvariskeissä sekä vesivarojen hallinnan tarpeissa, erityisesti Etelä- ja Lounais-Suomessa.



Pöykkö et al. 2026

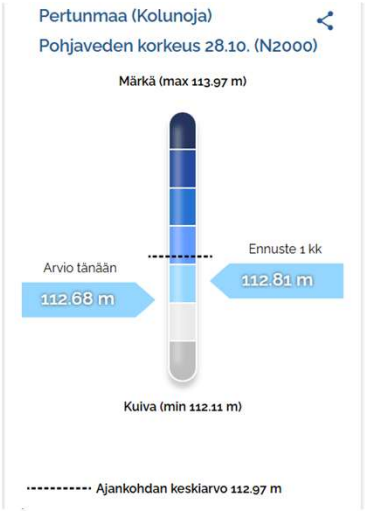
3. Vaikutukset veden määrään: tulvat, kuivuus ja pohjaveden pinta

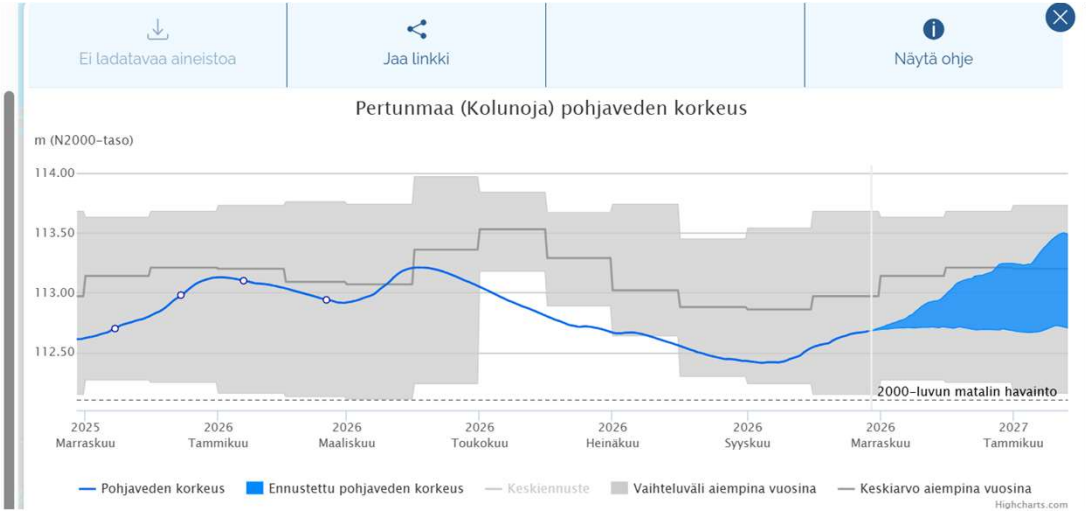
- Perinteinen oletus: "enemmän sadetta = enemmän pohjavettä” ei välttämättä pidä paikkansa
- Rankkasateiden aikana kaikki vesi ei ehdi imeytyä, vaan pintavalunta lisääntyy ja pohjaveden muodostuminen voi paikoin jopa vähentyä
- Tulvahuiput kasvavat
- Ennustetut vaikutukset:
  - *Pohjaveden muodostuminen vähenee keväällä*
  - *Vesipintojen vaihtelu kasvaa*
  - *Kaivot voivat kuivua*
  - *Erityisesti pienet pohjavesimuodostumat ovat herkkiä (vesivarasto on pieni)*

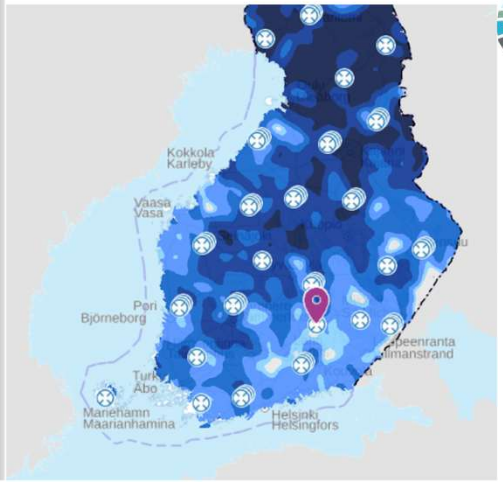


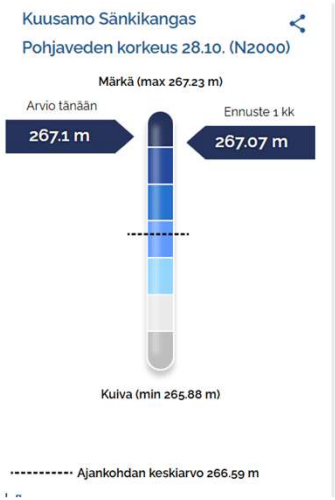
5.11.2026

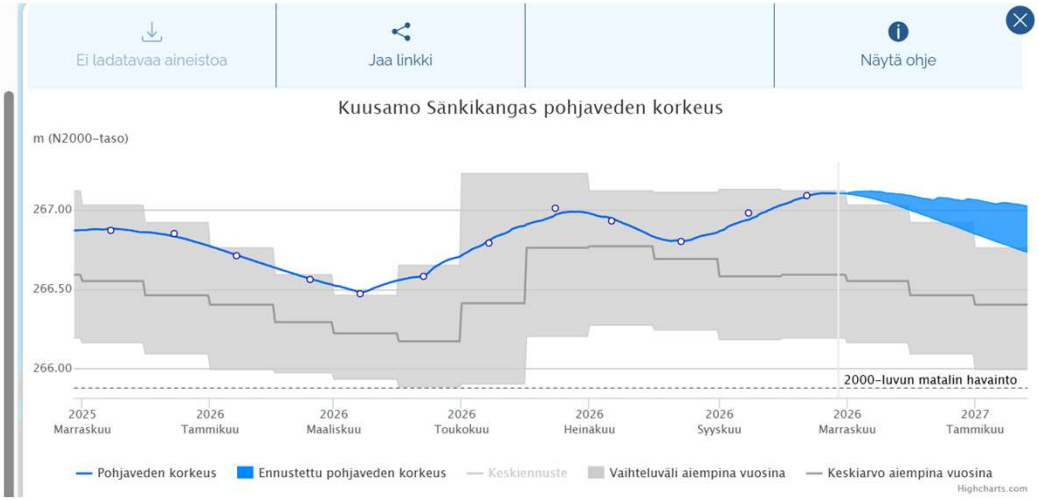


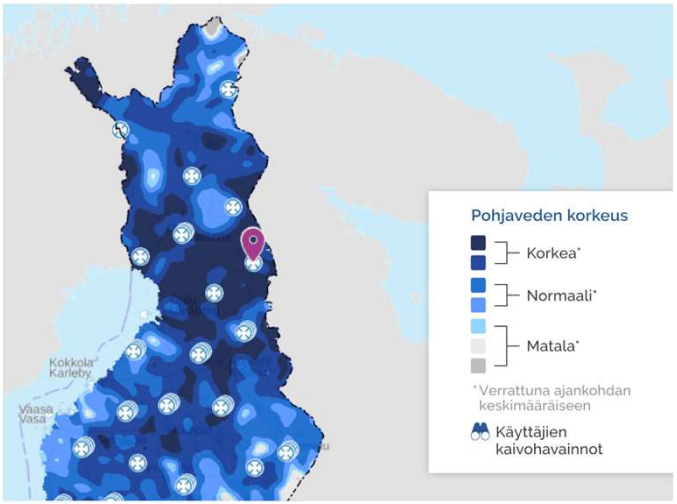

Pertunmaa (Kolunoja)
Pohjaveden korkeus 28.10. (N2000)
Märkä (max 113.97 m)
Arvio tänään
112.68 m
Ennuste 1 kk
112.81 m
Kuiva (min 112.11 m)
Ajankohdan keskiarvo 112.97 m


Ei ladatavaa aineistoa
Jaa linkki
Näytä ohje
Pertunmaa (Kolunoja) pohjaveden korkeus
m (N2000-taso)
114.00
113.50
113.00
112.50
2000-luvun matalin havainto
2025 Marraskuu
2026 Tammikuu
2026 Maaliskuu
2026 Toukokuu
2026 Heinäkuu
2026 Syyskuu
2026 Marraskuu
2027 Tammikuu
Pohjaveden korkeus
Ennustettu pohjaveden korkeus
Keskiennuste
Vaihteluväli aiempina vuosina
Keskiarvo aiempina vuosina
Highcharts.com


Kokkola
Karleby
Vaasa
Vasa
Pori
Björneborg
Turku
Åbo
Mariehamn
Maarianhamina
Helsinki
Helsingfors

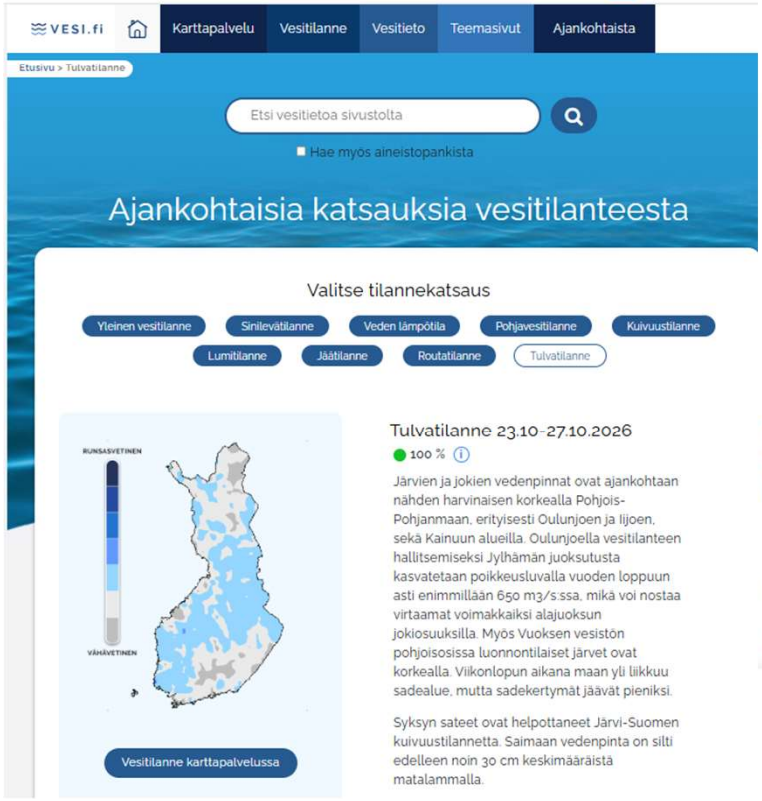

Kuusamo Sänkikangas
Pohjaveden korkeus 28.10. (N2000)
Märkä (max 267.23 m)
Arvio tänään
267.1 m
Ennuste 1 kk
267.07 m
Kuiva (min 265.88 m)
Ajankohdan keskiarvo 266.59 m


Ei ladatavaa aineistoa
Jaa linkki
Näytä ohje
Kuusamo Sänkikangas pohjaveden korkeus
m (N2000-taso)
267.00
266.50
266.00
2000-luvun matalin havainto
2025 Marraskuu
2026 Tammikuu
2026 Maaliskuu
2026 Toukokuu
2026 Heinäkuu
2026 Syyskuu
2026 Marraskuu
2027 Tammikuu
Pohjaveden korkeus
Ennustettu pohjaveden korkeus
Keskiennuste
Vaihteluväli aiempina vuosina
Keskiarvo aiempina vuosina
Highcharts.com


Pohjaveden korkeus
Korkea*
Normaali*
Matala*
*Verrattuna ajankohdan keskimääräiseen
Käyttäjien kaivohavainnot
Kokkola
Karleby
Vaasa
Vasa

Kuivuus ja tulvat

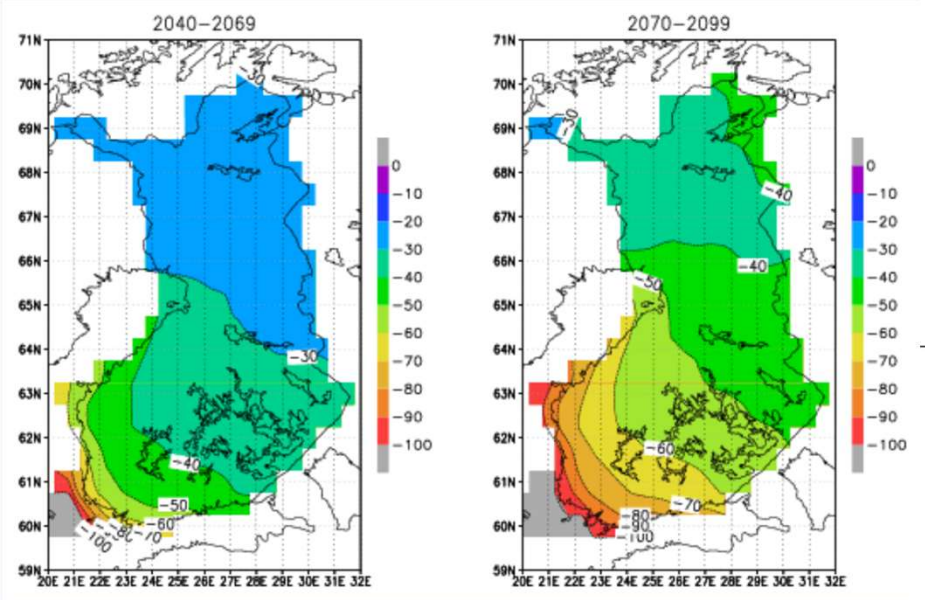
- Tulvakeskus on Ilmatieteen laitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteinen palvelu. Se ennustaa ja varoittaa **tulvista ja kuivuudesta** sekä ylläpitää niihin liittyvää tilannekuvaa.
- [Kuivuustilanne | Vesi.fi]





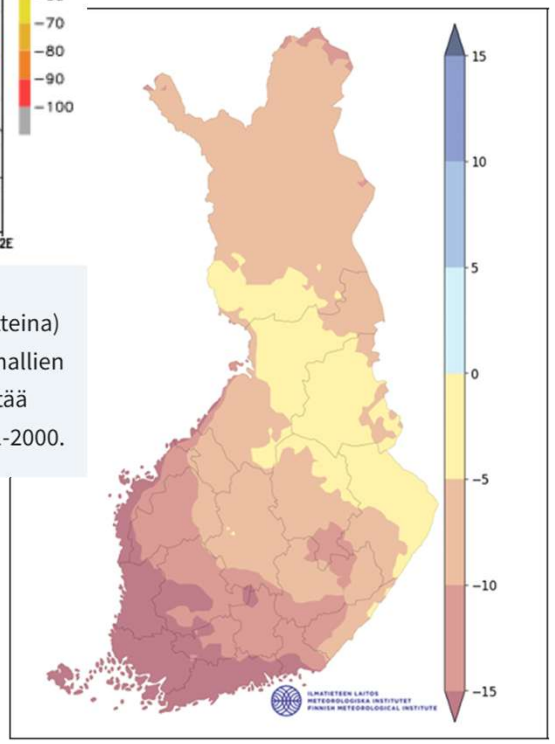
Talviajan muutokset

- Aikaisemmin/nykyään:
  - *lumi varastoi vettä*
  - *keväällä vuoden merkittävin pohjavesivarastojen täydennys*
- Tulevaisuudessa:
  - *lyhyempi talvi*
  - *routakerros vähenee*
  - *enemmän vesisateita talvella*
  - *useita pienempiä muodostumisjaksoja*
  - *suurempi vuosien välinen vaihtelu*
- Vaikutus:
  - *pitkäkestoinen lumipeite vähenee*
  - *keväinen lumen sulamisesta syntyvä pohjaveden täydennys vähenee*



Kuva. Lumettomien alueitten routakerroksen ennustettu oheneminen (prosentteina) tavanomaisena talvena. Vasemmassa kuvassa on käytetty laskelman pohjana mallien ennustamaa lämpötilan nousua jaksolle 2040-2069. Oikeanpuoleinen kuva esittää tilannetta jakson 2070-2099 aikana. Molemmissa vertailukohtana on jakso 1971-2000.

https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/routakerros-ohenee



Talvien pituuden havaittu muutos jaksojen 1991—2020 ja 1961—1990 välillä. Yksikkönä ”vuorokausia”.

Mäkelä ja muut 2022

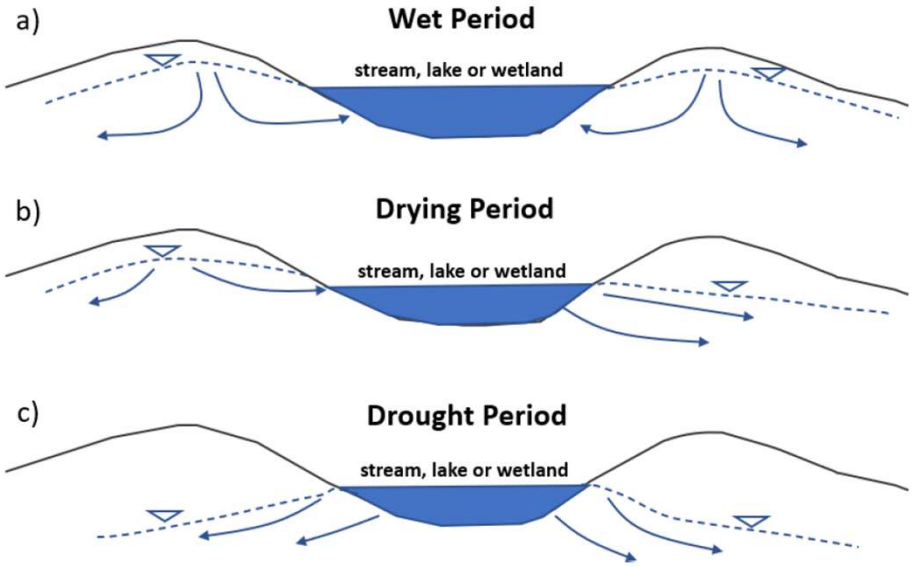
4. Vaikutukset veden laatuun



- Rankkasateet voivat aiheuttaa:
  - *Lisääntynyttä mikrobien kulkeutumista maaperästä pohjaveteen*
  - *Lisääntynyttä ravinnekuormitusta pelloilta*
  - *tie- ja kaupunkiympäristöjen haitta-aineiden kulkeutumista pohjaveteen*
- Tulvat voivat:
  - *lisätä pohjavesimuodostumien pintavesivaikutteisuutta, jolloin pohjaveden laatu voi heiketä (ravinteet, orgaaninen aines jne.)*

5. Vaikutukset pohjavesi-pintavesi vuorovaikutukseen

- Pohjavesi ja vesistöt ovat usein yhteydessä toisiinsa
- Ääri-ilmiöt muuttavat:
  - *virtaussuuntia*
  - *viipymää*
  - *pohjaveden purkautumista lähteisiin, tihkupintoihin ja vesistöihin*
  - *Pohjavesiriippuvaisten ekosysteemien tilaa*
- Tulvat voivat
  - *lisätä pohjavesimuodostumien pintavesivaikutteisuutta*
  - *muuttaa rantaimeytymisen voimakkuutta rantaimeytyslaitoksilla*



Woessner 2020





Lopuksi

Suomen pohjavedet ovat toistaiseksi melko hyvin turvattuja, mutta sään ääri-ilmiöt lisäävät sekä pohjaveden määrään että laatuun kohdistuvia riskejä, ja vaikutukset vaihtelevat alueellisesti.

1. Pohjaveden merkitys kasvaa ilmaston muuttuessa

- *vesihuollon toimintavarmuuden merkitys korostuu*

2. Sekä kuivuus että rankkasateet voivat heikentää pohjavesivaroja

- *vaikutukset näkyvät määrässä ja laadussa*

3. Tarvitaan ennakoivaa seurantaa, mallinnusta ja sopeutumista

"Pohjavesi on Suomen tärkein strateginen makean veden varanto. Ilmastonmuutoksen myötä keskeinen kysymys ei ole pelkästään, kuinka paljon vettä meillä on, vaan milloin sitä on saatavilla, missä sitä on saatavilla ja säilyykö sen laatu muuttuvissa olosuhteissa."



Kirjallisuus

- Ilmatieteen laitos. Routakerros ohenee. Ilmasto-opas.fi. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/routakerros-ohenee
- Hyvönen, A., Okkonen, J., Klein, J., 2021. *Mikkelin Hanhikankaan pohjavesialueen virtausmalli ja ilmastonmuutoksen vaikutusten mallintaminen alueen pohja vedenpintoihin aikaväleillä 2021–2050 ja 2072–2100.* GTK työraportti 31.12.2021 / GTK/72/03.01/2017
- Luoma, S., Eskelinen, A., Jarva, J., Okkonen, J. 2023. *Groundwater flow modelling for an assessment of climate change impacts on groundwater recharge at the Lahti aquifer, southern Finland.* GTK työraportti GTK/72/03.01/2017
- Mäkelä, A., Tourula, T., Tuomenvirta, H., Jokinen, P., Laurila, T., Punkka, A-J., Huuskonen, M., Bergman, T., Valta, H. 2022. *Ilmastonmuutoksen vaikutuksia Suomen huoltovarmuudelle*. Ilmatieteen laitos, Raportteja - Rapporter - Reports ; 2022:3 https://doi.org/10.35614/isbn.9789523361645
- Orvomaa, M. 2020. *Pohjavedet ja ilmastonmuutos*. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa (viitattu 7.2.2023): https://www.vesiyhdistys.fi/wp content/uploads/2020/11/WWD2020_OrvomaaMirjam.pdf
- Pöykkö, P., Tammelin, M., Ronkanen, A.-K., Ahopelto, L. & Rossi, P.M. 2026. *Changes in the annual cycle of shallow subarctic groundwater regimes over 50 years*. Journal of Hydrology, 681, 136554 https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2026.136554
- Woessner, W. 2020. *Groundwater-Surface Water Exchange: Rivers, Lakes, and Wetlands*. The Groundwater Project. https://10.21083/978-1-7770541-5-1.

Kirsti Korkka-Niemi
Tutkimusprofessori
Tel. +358400796933
Kirsti.korkka-niemi@gtk.fi



gtk.fi/en

@GTK.FI **@GTK** **@geologicalsurvey_fi**

@gtk-fi.bsky.social **GeologiantutkimuskeskusGTK**

FOR EARTH AND FOR US

The **Geological Survey of Finland GTK** produces impartial and objective research data and services in support of decision-making in industry, academia, and wider society to accelerate the transition to a sustainable, carbon-neutral world. GTK employs more than 400 experts specializing in the mineral economy, circular economy, solutions related to energy, water and the environment, as well as digital solutions. GTK is a research institution governed by the Finnish Ministry of Employment and the Economy, operating in Finland and globally.

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia maatalouden vesienhallintaan

Kirsi Järvenranta, erikoistutkija
Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka

Kuopio Water Conference, Savonia
29.10.2026



Esityksen sisältö

1 **Vesi ja ilmasto pellolla**
Vesivarat · lämpenevä talvi · liian märkä ja liian kuiva

2 **Maa ja salaojat vesivarastona**
Maaperän vedenpidätys · salaojat · säätösalaojituksen mahdollisuudet ja rajat

3 **Lisävettä kuivaan kesään**
Ruukin valuma-allas · päältäkastelun kannattavuus

4 **Ilmastonmuutoksen mustat joutsenet**
Happamat sulfaattimaat · mustaliuske Savossa

5 **Mittaus ja ennustaminen**
Maaningan SIMU, AgriLeach ja KIRMA · digitaalinen kaksonen · kosteusvajeen ennuste

6 **Mitä tarvitaan – ja mitä viedä kotiin**
Kaksisuuntaisen vesienhallinnan edellytykset · neljä kotiinviemistä

Luke

Vesivarat ovat arvokkaita

- **Herkät vesistöt, pellot lähellä vesiä:**
  - ~57 000 matalaa järveä (~10 % pinta-alasta)
  - ~60 % pelloista on alle 300 m:n päässä vesistöstä
  - ~60 % yhdyskuntien vedestä on pohjavettä
- **Nautojen rehuntuotanto hallitsee maatalousmaan käyttöä:**
  - ~40 % maatalouden tuloista perustuu nurmentuotantoon; Pohjois-Savo on vahva maidontuotantoalue.
  - Pohjois-Savossa 2022, 704 maitotilaa; maito 61 % maatalouden myyntituloista
- **Suomen ilmasto-olot suosivat paljon vettä vaativaa rehuntuotantoa:**
  - Maidon- ja naudanlihan tuotannossa tarvittavan rehun kasvattaminen vaatii runsaasti vettä
  - Suuri osa rehukasvien tarvitsemista ravinteista kiertää lannassa, lisäksi väkilannoitteita.
  - Kasvukaudella hyödyntämättä jääneet ravinteet voivat huuhtoutua typpenä, fosforina ja kiintoaineen mukana.



Lähteet: Syke / Tilastokeskus (OPH: Suomen luonnonvarat – vesi); kartta: Luke Maaninka

Ilmastonmuutos pellolla



Leudot talvet

2×

Suomi lämpenee lähes kaksi kertaa maapallon keskiarvoa nopeammin

Sademäärä kasvaa suhteellisesti eniten talvella. Routa ja lumi eivät enää pidä peltoa paikallaan.



Rankkasateet

+20 %

suurimpien sateiden arvioitu voimistuminen

Rankkasade ei ehdi imeytyä. Pintavalunta ja eroosio kasvavat.



Kuivuus

2–3

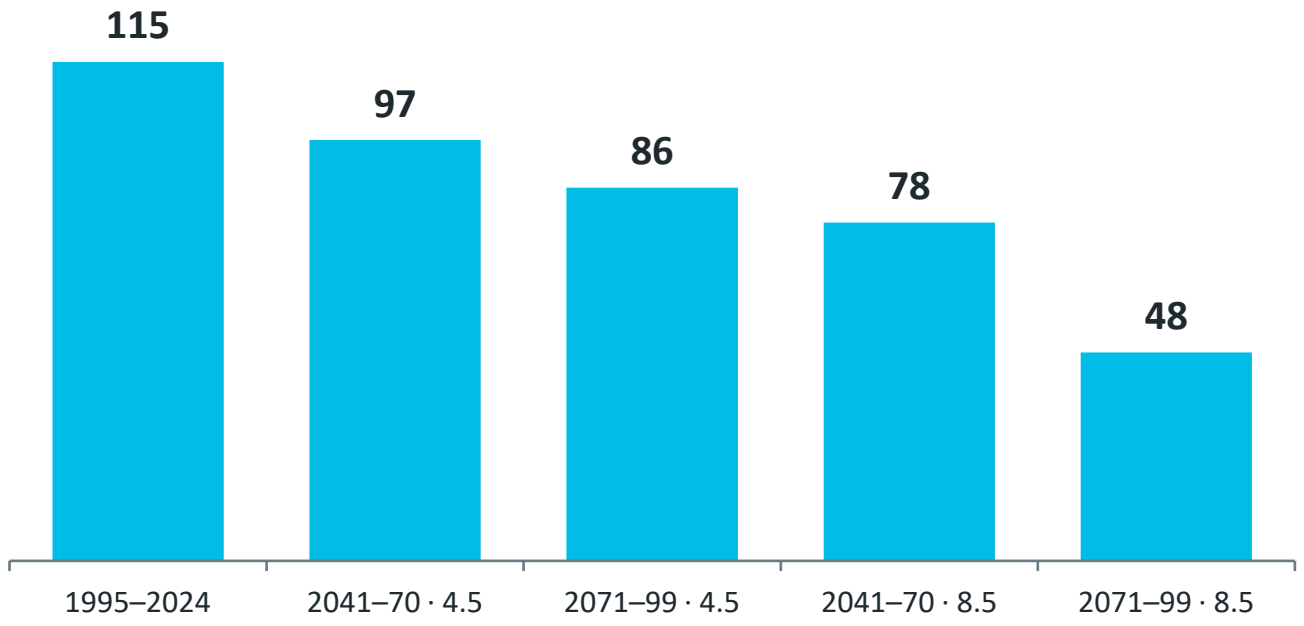
erittäin kuivaa kesää vuosikymmenessä

Kuivuus heikentää myös lietteen ja lannoitteiden ravinteiden hyväksikäyttöä.

Lähteet: Ilmatieteen laitos (MTV Uutiset); Myllyniemi, SYKE (MTV Uutiset); Helkimo, ELY-keskus 2024

Talvi lämpenee: routa lyhenee ja sade tulee vetenä

Kantavan roudan (≥ 20 cm) päiviä vuodessa, Keski-Suomen kivennäismaat



1995–2024 = havainto. 4.5 = päästöjä hillitään kohtalaisesti, 8.5 = päästöt kasvavat (RCP). Mallien perusjakso 125 pv.

18 → 33 %

talvisateesta tulee vetenä Keski-Suomessa (1995–2024 → 2041–70, kohtalaiset päästöt)

–4…–9 %-yks.

kevään maankosteus Keski-Suomessa 2040–2100 skenaariosta riippuen

PELLOLLE

Talvella maa on yhä useammin sula ja märkä, keväällä kuivempi. Vettä valuu, kun kasvit eivät käytä sitä, ja sitä puuttuu kylvön jälkeen.

Lähde: Luomaranta, Rantanen, Lehtonen, Virman & Ruosteenoja 2025. Ilmastonmuutosennusteet. Ilmatieteen laitos (CMIP5/6-mallien keskiarvot)

Liian märkä ja liian kuiva – samalla pellolla



Syksystä kevääseen: liian märkä

50 % leudon, sateisen marraskuun sateesta voi muuttua valunnaksi

Maatalouden vesistökuormitus syntyy lähes kokonaan kasvukauden ulkopuolella, kun pelto on märkä eivätkä kasvit käytä vettä.



Alkukesä: liian kuiva

60 mm keskimääräinen sade 10.6.–9.7. Lounais-Suomessa 1971–2020; viljat tarvitsisivat 100 mm, nurmet lähemmäs 200 mm

Alkukesän kuivuus vei kevätviljoista keskimäärin 7–20 % sadosta, eikä menetystä saa kiinni myöhemmin. Nurmi käyttää ensimmäisen sadon kasvattamiseen touko–kesäkuussa 100–200 mm vettä; vesivaje heikentää kasvua. Strategisen minimikastelun mahdollisuus?

Luke

Lähteet: VHVSY 2013; Marttunen ym. 2024, Syke 17/2024 (Puustinen ym. 2019); Peltonen-Sainio ym. 2021, Climate Risk Management 33:100334

Esityksen sisältö

1 **Vesi ja ilmasto pellolla**

Vesivarat · lämpenevä talvi · liian märkä ja liian kuiva

2 **Maa ja salaojat vesivarastona**

Maaperän vedenpidätys · salaojat · säätösalaojituksen mahdollisuudet ja rajat

3 **Lisävettä kuivaan kesään**

Ruukin valuma-allas · päältäkastelun kannattavuus

4 **Ilmastonmuutoksen mustat joutsenet**

Happamat sulfaattimaat · mustaliuske Savossa

5 **Mittaus ja ennustaminen**

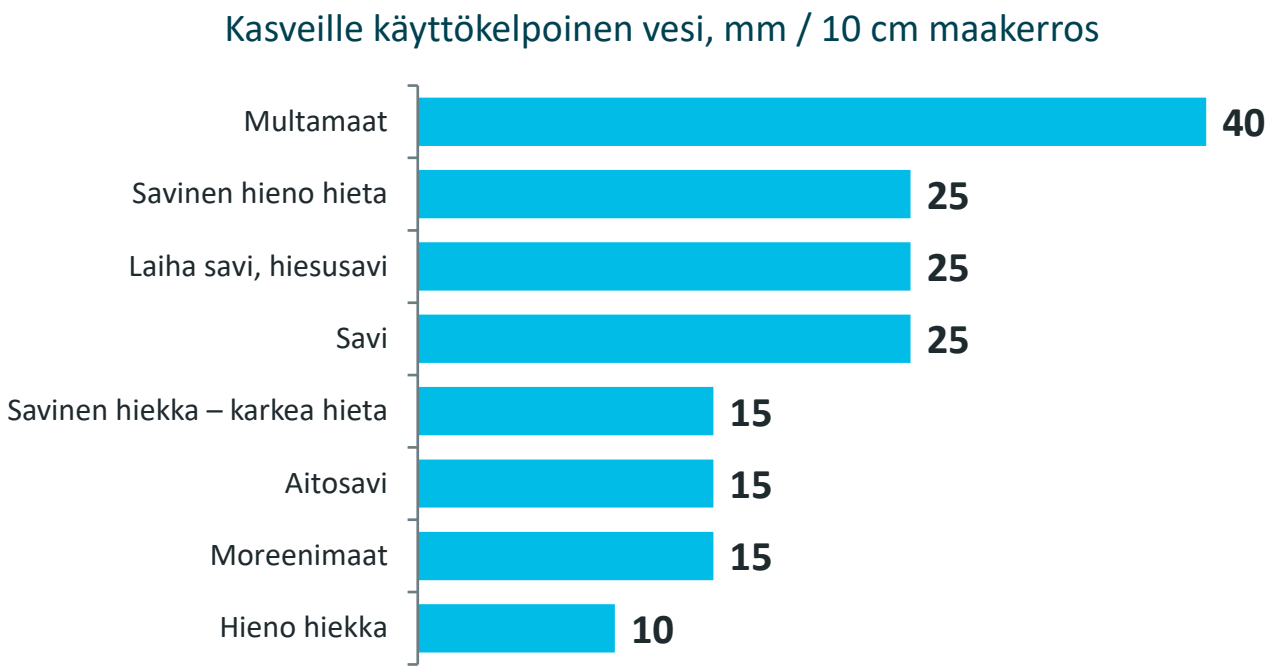
Maaningan SIMU, AgriLeach ja KIRMA · digitaalinen kaksonen · kosteusvajeen ennuste

6 **Mitä tarvitaan – ja mitä viedä kotiin**

Kaksisuuntaisen vesienhallinnan edellytykset · neljä kotiinviemistä

Luke

Maaperä on pellon tärkein vesivarasto



3–6 mm/vrk

nurmen vedenkulutus kesällä: varasto tyhjenee viikoissa

jopa 20–30 %

satorajoite huonosta maan rakenteesta; juurten kasvu voi heiketä jopa 50 %

Vettä pidättävä pelto

Monipuolinen viljelykierto, nurmet, aluskasvit ja syyskasvit, orgaaninen aines ja tiivistymisen välttäminen.



Lähteet: LUOKO & Salaojayhdistys, Kasteluopas 2023 (taulukko 2.1); BSAG 2025 Maan kasvukunto (Keller ym. 2019); Luke 11.6.2024; OECD 2014

Salaojat tehtiin kuivattamaan – nyt pitäisi myös pidättää

Kuivatus

yksisuuntainen

- Salaojat johtavat veden nopeasti pois
- Toimii märkinä keväinä ja syksyinä
- Kesän kuivuuteen ei jää varastoa

Kaksisuuntainen

kuivatus + pidätys

- Säätösalaojitus pidättää vettä pellolla
- Säätökastelu palauttaa sitä kuivana kautena
- Pohjavedenpinta pysyy ylempänä

~30 mm

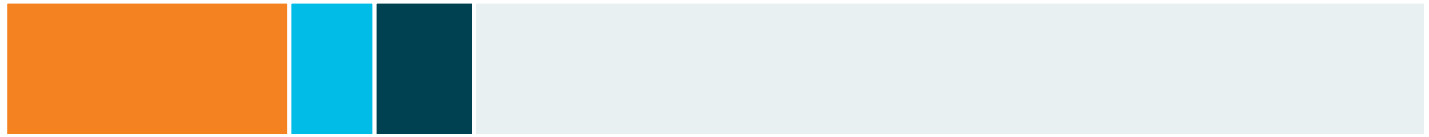
Säätösalaojitus voi hietamailla pidättää noin 30 mm sadetta vastaavan vesimäärän enemmän kuin tavanomainen salaojitus.

Lähteet: Äijö, Paasonen-Kivekäs & Peltomaa 2009, Säätösalaojitus (Maaseutuverkosto / Salaojayhdistys); salaojitus n. 60 % pelloista, sama lähde

Säätösalaojitus sopii vain tasaisille pelloille

749 000 ha

eli vain noin kolmannes (34 %) peltoalasta täyttää ehdot: lohkon kaltevuus alle 2 % ja sopiva maalaji



Koko peltoala

Suositeltava: happamat sulfaattimaat tai mustaliuske	**457 000 ha · 20 %**
Suositeltava: turvemaat	**140 000 ha · 6 %**
Mahdollinen: hyvin vettä johtavat maat	**153 000 ha · 7 %**
Ei sovellu (kaltevuus tai maalaji)	**loput**

KARTTA-AINEISTO

Syken maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden kohdennusaineisto (3/2026): suositus peltolohkoittain. Katselu QGIS:n Geo-lisäosalla, tilastot WSFS-Vemalasta.

TODELLINEN KÄYTTÖ

2009: soveltuvaa n. 700 000 ha, käytössä n. 70 000 ha (pääosin Pohjanmaa). Ympäristötuen säätösalaojitus ja -kastelu 2016: vain 2 233 ha.

Lähteet: Syke & elinvoimakeskukset, VESSU-ST: vesiensuojelutoimenpiteiden kohdennus (esittely 20.3.2026); Äijö ym. 2009; Regina & Heikkinen 2017 (Savikko 2019)

Säätösalaojitus hidastaa veden lähtöä – mutta ei tuo lisää vettä

Pitää veden pellolla

10–30 cm

korkeampi pohjavesi pelkällä padotuksella Jokioisten koekentällä

Myllys, Luke (Vesihiisi)

Ei riitä kuivana kesänä

200 mm

touko–elokuun sade Ruukissa ei riittänyt pitämään pohjavettä tavoitteessa

Kinnunen, Luke; Salla 2026

Lisävesi on kallista

< 0 €

altakastelun nettonykyarvo kaikissa laskelmissa, myös 40 % tuella

Peltonen-Sainio ym. 2021

Vaikutus valuntaan: kansainvälisissä mallinnuksissa salaojavalunta −31 % ja nitraattikuorma −34 % (meta-analyysi, 18 tutkimusta). Suomen oloissa mallinnettu salaojavalunta −7…−23 %.

Säätö säästää sen veden, joka pellolle jo satoi. Kuivuuteen tarvitaan lisäksi maan oma vedenpidätys ja varastot.

Luke

Lähteet: Myllys, Luke (Liimatainen 2024); Kinnunen 2023, Luke; Salla 2026, Aalto; Salo ym. 2021, Hydrol. Res.; Kęsicka ym. 2022, PLoS ONE 17:e0267736; Peltonen-Sainio ym. 2021

Esityksen sisältö

1 **Vesi ja ilmasto pellolla**

Vesivarat · lämpenevä talvi · liian märkä ja liian kuiva

2 **Maa ja salaojat vesivarastona**

Maaperän vedenpidätys · salaojat · säätösalaojituksen mahdollisuudet ja rajat

3 **Lisävettä kuivaan kesään**

Ruukin valuma-allas · päältäkastelun kannattavuus

4 **Ilmastonmuutoksen mustat joutsenet**

Happamat sulfaattimaat · mustaliuske Savossa

5 **Mittaus ja ennustaminen**

Maaningan SIMU, AgriLeach ja KIRMA · digitaalinen kaksonen · kosteusvajeen ennuste

6 **Mitä tarvitaan – ja mitä viedä kotiin**

Kaksisuuntaisen vesienhallinnan edellytykset · neljä kotiinviemistä

Luke

Ruukin ALLAS: valuma-alueen vesi talteen pellolle

Euroopan unionin osarahoittama

Valuma-alue

5,3 km², pääosin metsää. Kevään sulamisvedet ohjataan uuteen uomaan.

→

Allas

n. 9 000 m³, n. 350 × 17 m, keskisyvyys 1,6 m. Valmis 2/2022.

→

Säätösalaojitus

Vesi kulkee painovoimalla salaojiin. Siikajoesta ei pumpata.

→

NorPeat-pelto

25,8 ha ohutturvepeltoa, 8 lohkoa. KHK- ja huuhtoumamittaukset.

–50 cm

pohjaveden tavoite kesinä 2023 ja 2024 – vettä ei riittänyt sen ylläpitoon

Liimatainen ym., AnaEE 2024

80–90 k€

altaan rakentaminen; urakointi ja materiaalit 70–80 k€, operointi n. 10 h/kk

Kinnunen 2023, Luke

MIKSI TURVEPELLOLLA

Pohjaveden nosto pienentää turvepellon hiilidioksidipäästöjä, ja jo vähäinenkin nosto auttaa. Ilmastohyöty säilyy, vaikka N_2O-päästöt kasvaisivat.

Luke

Lähteet: Liimatainen 2023, Luke (Tapio 10.10.2023); Liimatainen ym., AnaEE Conference 2024; Kinnunen 2023, Luke; Ilmatieteen laitos, tiedote 26.6.2026

Päältäkastelu: milloin se kannattaa nurmelle ja viljoille?

Suomi nyt

11 900 ha

pelto- ja puutarha-alaa kasteltiin vuonna 2023. Kastelukelpoista alaa on noin nelinkertaisesti, ja vesi on lähes kokonaan pintavettä.

1/3

pelloista rajautuu suoraan vesistön rantaan. Vesi on lähellä, mutta investointi on kallis.

Kannattavuuden kynnys

Kiinteä kastelu Lounais-Suomessa 1991–2020:

Viljasato 8 t/ha	kannatti jo 30 ha:n tilalla
Viljasato 6 t/ha	kannatti vasta ≥ 50 ha:n tilalla
Altakastelu	ei kannattanut missään

60 vs. 100 mm

alkukesän sade (10.6.–9.7.) vs. viljojen tarve. Jokainen 10 mm vaje ≈ 60 kg/ha satoa.

Esimerkkejä muualta

Tanska

n. 464 000 ha kastelukelpoista, pääosin hiekkamailla. Kastelu nosti kevätohran satoa 42 %.

Ruotsi

n. 52 000 ha kasteltua (2003–07). Nurmikokeissa hyöty suurin kuivina vuosina ja loppukesällä.

Uusi-Seelanti

Canterburyssä n. 308 000 ha kasteltua maitotilojen alaa (2022).

Viljoilla kastelu kannatti vain isoilla tiloilla ja korkeilla satotasoilla. Nurmen kastelun kannattavuudesta tarvitaan suomalaista tietoa.

Luke

Lähteet: Luke, Viljelysmaan hoito ja kastelu 2023; Peltonen-Sainio ym. 2015 (AFS 24) ja 2021 (Clim. Risk Manag. 33); ten Damme & Andersen 2018 (DCA 112); FAO AQUASTAT; Thor 2020 (SLU); Stats NZ 2022

Esityksen sisältö

1 **Vesi ja ilmasto pellolla**

Vesivarat · lämpenevä talvi · liian märkä ja liian kuiva

2 **Maa ja salaojat vesivarastona**

Maaperän vedenpidätys · salaojat · säätösalaojituksen mahdollisuudet ja rajat

3 **Lisävettä kuivaan kesään**

Ruukin valuma-allas · päältäkastelun kannattavuus

4 **Ilmastonmuutoksen mustat joutsenet**

Happamat sulfaattimaat · mustaliuske Savossa

5 **Mittaus ja ennustaminen**

Maaningan SIMU, AgriLeach ja KIRMA · digitaalinen kaksonen · kosteusvajeen ennuste

6 **Mitä tarvitaan – ja mitä viedä kotiin**

Kaksisuuntaisen vesienhallinnan edellytykset · neljä kotiinviemistä

Luke

Happamat sulfaattimaat: kuivuus + sade = happopulssi

POHJOIS-POHJANMAA, SIIKA- JA PYHÄJOKI 2006: NÄIN KÄVI

1 Äärimmäisen kuiva kesä

Pohjavesi laskee sulfidikerrokseen asti

2 Sulfidit hapettuvat

Maahan syntyy rikkihappoa, metalleja liukenee

3 Syksyn runsaat sateet

Happamuus ja metallit huuhtoutuvat jokiin

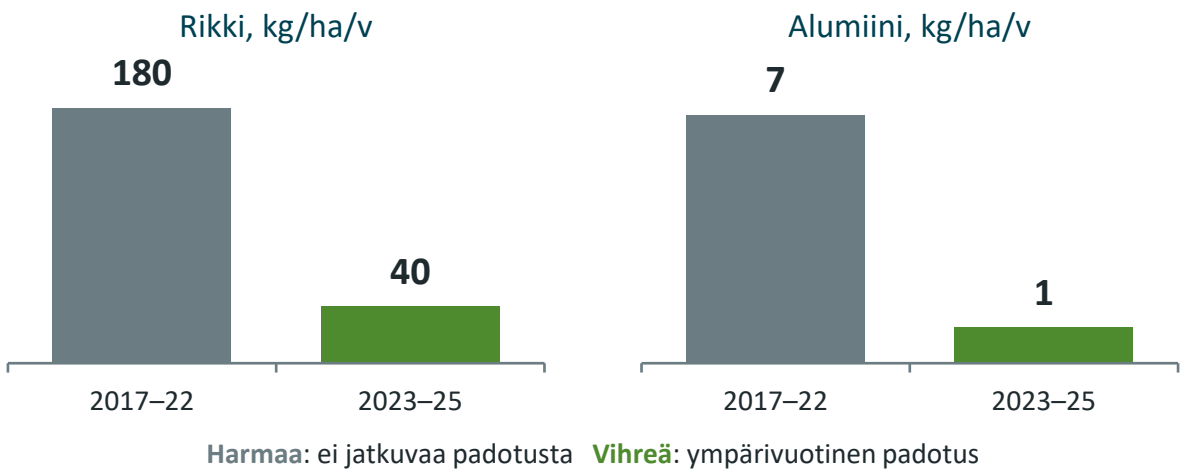
4 Kalakuolemat

Siikajoen alajuoksulla massakuolema, Pyhäjoella siianmäti tuhoutui hautomolla

RUUKKI, NORPEAT: PIDÄ SULFIDIT VEDEN ALLA

Pellon oma ”kaivosvesi”

- Siikajoki: happamat sulfaattimaat ja ohut turve
- Kun pohjavesi laskee, syntyy sulfaattia, happamuutta ja alumiinia: sama kemia kuin kaivosvesissä
- Säätösalaojitus padottuna ympäri vuoden 2023–2025



Ilmastonmuutos: vuoden 2006 kaltaisten happamuuspiikkien ennustetaan yleistyvän, koska poikkeuksellisen kuivat ja märät kaudet yleistyvät.

Lähteet: Suomela (toim.) ym. 2014, MTT Raportti 132 (Siika- ja Pyhäjoki); Lötjönen ym., Luke – NorPeat-kentän salaojakuormitus (esitysaineisto)

Mustaliuske: happamoitumisriski myös Savon vesissä

Pohjaveden pinnan lasku voi käynnistää saman sulfidien hapettumisreaktion kuin happamissa kaivosvesissä.

KUN POHJAVEDEN PINTA LASKEE

1. **Sulfidit altistuvat hapelle**
   Hapettuminen tuottaa rikkihappoa
2. **pH laskee**
   Sulfaatti ja happamuus lisääntyvät
3. **Metallit muuttuvat liikkuviksi**
   Erityisesti Al, Fe, Ni, Zn, Co ja Mn
4. **Kuivatus yhdistää lähteen vesistöihin**
   Riski korostuu kuivan jakson jälkeisessä valunnassa

MIKSI TÄLLÄ ON MERKITYSTÄ MYÖS SAVO-KARJALASSA

Tunnetut havainnot: Savon matalat ja pienialaiset järvet ovat herkkiä kuormitukselle. Iisalmenreitin valuma-alueella arviolta yli 2 000 ha mustaliuskepeltoa. Kaavi–Outokumpu-suunnan sisämaavyöhykkeeltä tarvitaan lisää tietoa.

Niittyjärven maissa pH laski erittäin alas; Sulkavanjärvi on tunnistettu huolikohde.

Tutkimustarve: GTK:n mustaliuskeaineisto yhdistettynä kuivatukseen, turvemaihin, virtausreitteihin ja tapahtumanaikaiseen vedenlaadun seurantaan.



Havainnekuva: tekoälyn tuottama (Copilot)

Mustaliuske + kuivatus + herkät latvavedet = paikallinen riski, ei koko alueen yhtenäinen vaikutus

Lähteet: GTK – mustaliuskeiden valtakunnallinen kartoitus ja ympäristötutkimukset mustaliuskealueilla; SOLMU-hanke (GTK, Luke, Oulun yliopisto); Räisänen & Nikkarinen 2025 (sisäinen aineisto)

Esityksen sisältö

1 **Vesi ja ilmasto pellolla**
Vesivarat · lämpenevä talvi · liian märkä ja liian kuiva

2 **Maa ja salaojat vesivarastona**
Maaperän vedenpidätys · salaojat · säätösalaojituksen mahdollisuudet ja rajat

3 **Lisävettä kuivaan kesään**
Ruukin valuma-allas · päältäkastelun kannattavuus

4 **Ilmastonmuutoksen mustat joutsenet**
Happamat sulfaattimaat · mustaliuske Savossa

5 **Mittaus ja ennustaminen**
Maaningan SIMU, AgriLeach ja KIRMA · digitaalinen kaksonen · kosteusvajeen ennuste

6 **Mitä tarvitaan – ja mitä viedä kotiin**
Kaksisuuntaisen vesienhallinnan edellytykset · neljä kotiinviemistä

Luke

Luke Maaningan sääsimulointi & huuhtoumamittaukset

Euroopan unionin osarahoittama



SIMU

olosuhdesimulaattori

Lämpötila −15…+20 °C, ohjelmoitava sade (määrä ja intensiteetti) ja 24 maamonoliittia. Pystytään simuloimaan leudot talvet ja rankkasateet.



AgriLeach

huuhtoumakenttä, AnaEE

Peltomittakaavan tutkimus:
16 koelohkoa, pinta- ja suotovesien automaattinen mittaus.

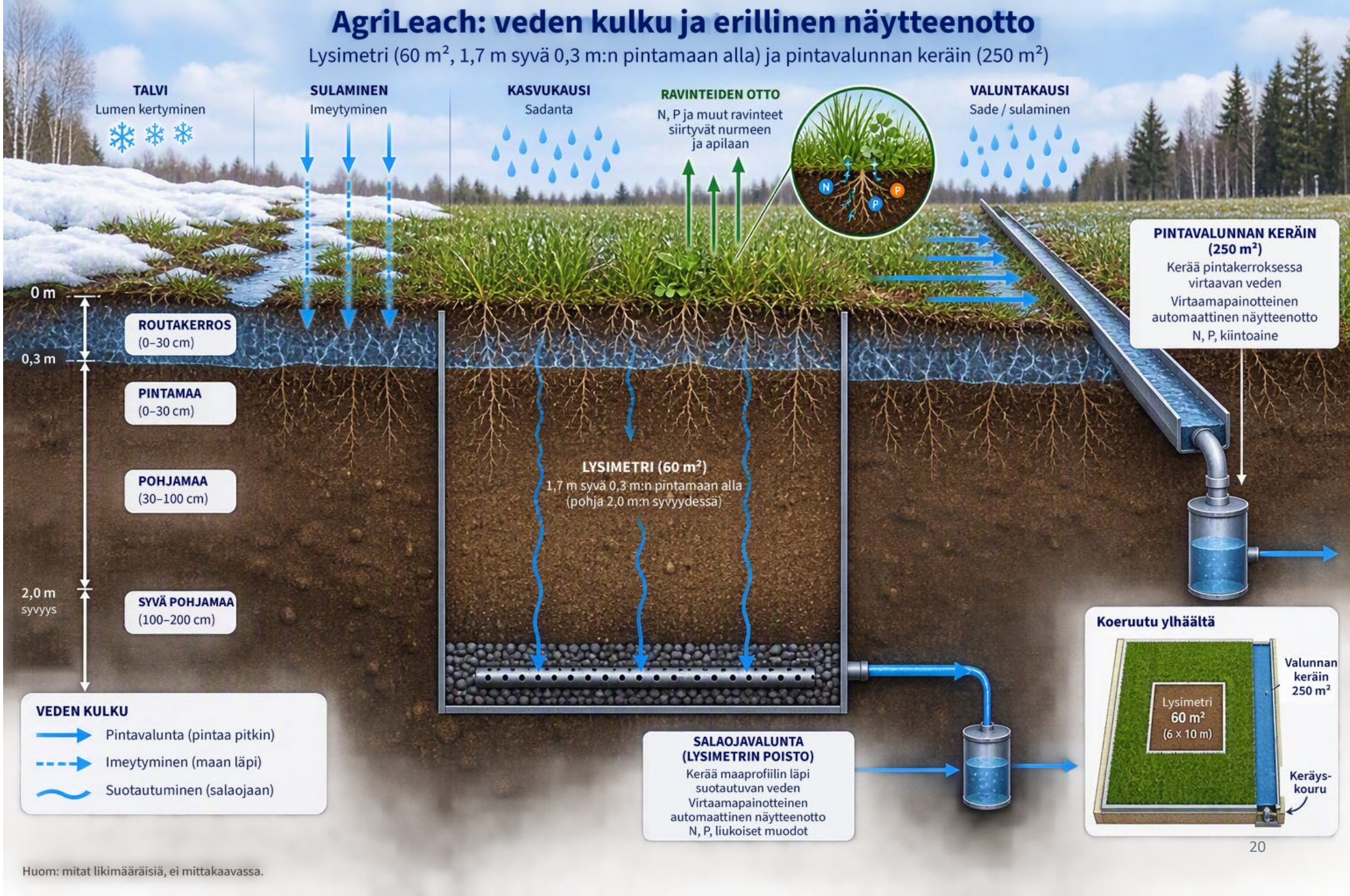


KIRMA

Kirmanjärven valuma-alue

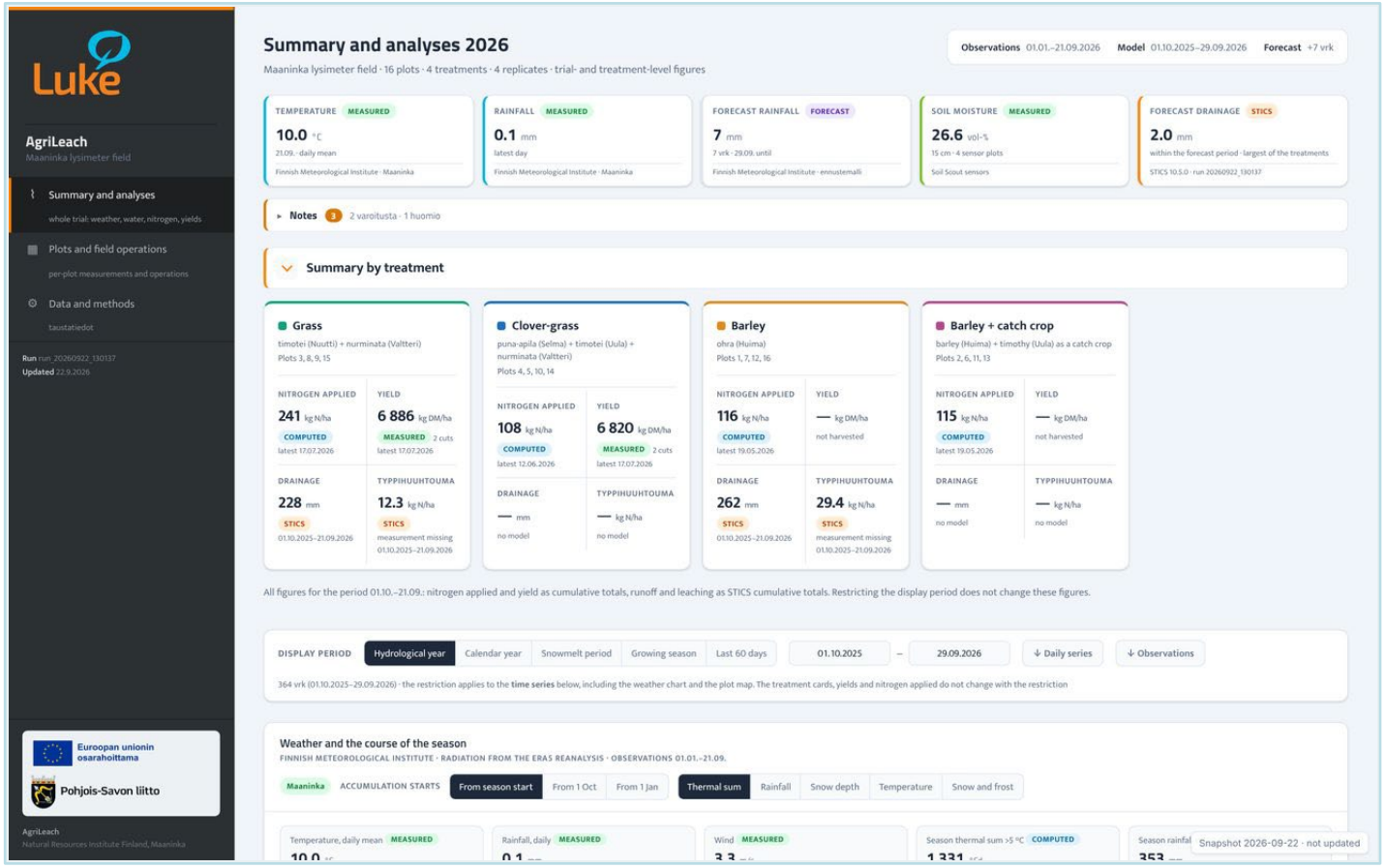
3,2 km²:n karjatalousvaltainen valuma-alue; toinen mittauspiste mittaa pelkkää peltoa (0,27 km²). Automaattinen näytteenotto, virtaama ja anturit (mm. nitraatti, DOC, sameus). Suora yhteys Kirmanjärveen.

Lähde: RI-esitys, Luke Maaninka 2026



Tekoälyllä tuotettu havainnekuva

AgriLeachin digitaalinen kaksonen



Kolme mallia, kolme sokeaa pistettä – ja mittaus tuomarina.

DATAVIRRAT

Sää ja 7 vrk:n ennuste, Soil Scout -anturit, drooni, peltopäiväkirja, vedenlaatu (14 muuttujaa) ja valunta keräimittäin

MALLIT

STICS vesi ja typpi 200 cm:n profiilissa

BASGRA_N pohjoinen nurmi ja talvi

HE-DNDC N_2O ja hiilen kierto

Ennustaa huuhtoumaa sademäärän perusteella ja laskee skenaarioita, esim. lannoituksen muutoksen vaikutuksen.

Kosteusvaje syntyy säästä – ja sen voi ennustaa

Vesivaje kasvaa, kun kasvin vedenkäyttö ja haihdunta ylittävät sateen ja juurivyöhykkeen vesivaraston täydennyksen.

ALKUTILA
Kevään vesivarasto, sulamisvesi

→

SÄÄ
Sade, lämpötila, säteily, ilmankosteus

→

MAA
Vedenpidätyskyky, maalaji, rakenne

→

KASVUSTO
Vedenkulutus ja herkät kasvuvaiheet

→

VESIVAJE
Lohkokohtainen kuivuusriski

Päivittyvä kosteusvajeindeksi

Lähtötila	maankosteus ja kevään vesivarasto: anturit, kenttähavainnot
Sääsyöte	Ilmatieteen laitoksen 1 × 1 km säähila vuodesta 1981 + ennuste
Maaperä	vedenpidätyskyky, rakenne, topografia: paikkatietoaineistot
Kasvusto	kasvuvaihe, vedenkulutus, satovaste: kenttädata + NURMAP
Päivitys	jokainen uusi toteutunut sää ja ennuste päivittää arvion

ENNUSTEESTA PÄÄTÖKSEEN ENNEN KUIN RISKI TOTEUTUU

Kastelu
Tarvitaanko vettä nyt vai riittääkö ennustettu sade?

Niitto
Käynnistyykö jälkikasvu, vai onko maa liian kuiva?

Lannoitus
Onko vettä ravinteiden hyväksikäyttöön? Milloin?

Huuhtouma
Kasvaako riski, jos kuivan jakson jälkeen tulee rankkasade?

FoVi (2025–2029): kosteusindeksit pitkän ajan säähän suhteutettuina, sääriskit fosforin hyödynnettävyyteen ja huuhtoumaan. **Nero** (2026–2027): säävaikutukset nurmen sato- ja typpiennusteisiin. Molemmissa mukana Ilmatieteen laitos.

Luke

Lähteet: Luke – FoVi (Fosforiviisas viljely) ja Nero -hankesivut; FoVi- ja Nero-hankesuunnitelmat 2025–2026; Peltojen vesitalouden hallinta (hakemus, Olvi-säätiö)

Esityksen sisältö

1 **Vesi ja ilmasto pellolla**

Vesivarat · lämpenevä talvi · liian märkä ja liian kuiva

2 **Maa ja salaojat vesivarastona**

Maaperän vedenpidätys · salaojat · säätösalaojituksen mahdollisuudet ja rajat

3 **Lisävettä kuivaan kesään**

Ruukin valuma-allas · päältäkastelun kannattavuus

4 **Ilmastonmuutoksen mustat joutsenet**

Happamat sulfaattimaat · mustaliuske Savossa

5 **Mittaus ja ennustaminen**

Maaningan SIMU, AgriLeach ja KIRMA · digitaalinen kaksonen · kosteusvajeen ennuste

6 **Mitä tarvitaan – ja mitä viedä kotiin**

Kaksisuuntaisen vesienhallinnan edellytykset · neljä kotiinviemistä

Luke

Mitä kaksisuuntainen vesienhallinta tarvitsee

Jatkuva mittaus

Pohjavedenpinta, valunta ja vedenlaatu reaaliajassa

Automaatio

Etäohjatut säätökaivot korvaavat käsin tulppaamisen

Osaaminen

Kaksisuuntainen vesienhallinta on uusi ammattitaito: anturit, data, mallit ja valuma-alueen kokonaisuus.

Vesivarastot

Talven vesi talteen kesän kuivuuteen: altaat ja kosteikot

Ennusteohjaus

Säätö sääennusteen mukaan ennen sadetta ja kuivuutta

Valuma-aluetaso: kosteusindeksit paikantavat helposti vettyvät ja kuivuudesta kärsivät kohdat. Hankkeissa yleisimmät sopeutumistoimet ovat kosteikot ja laskeutusaltaat.

Lähteet: Liimatainen 2023, Luke (Ruukin tutkimuskokonaisuus, VESKU); Marttunen ym. 2024, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2024

Neljä kotiinviemistä

1. Vesi ei vähene, se siirtyy väärään vuodenaikaan – ja vie ravinteet mukanaan.
2. Maaperä on pellon tärkein vesivarasto: rakenne ja kasvipeite ratkaisevat.
3. Säätö hidastaa veden lähtöä, mutta kuivuuteen tarvitaan myös varastoja.
4. Vesivajeen syntymisen voi ennustaa. Kastelun kannattavuus muuttuu ilmaston mukana.

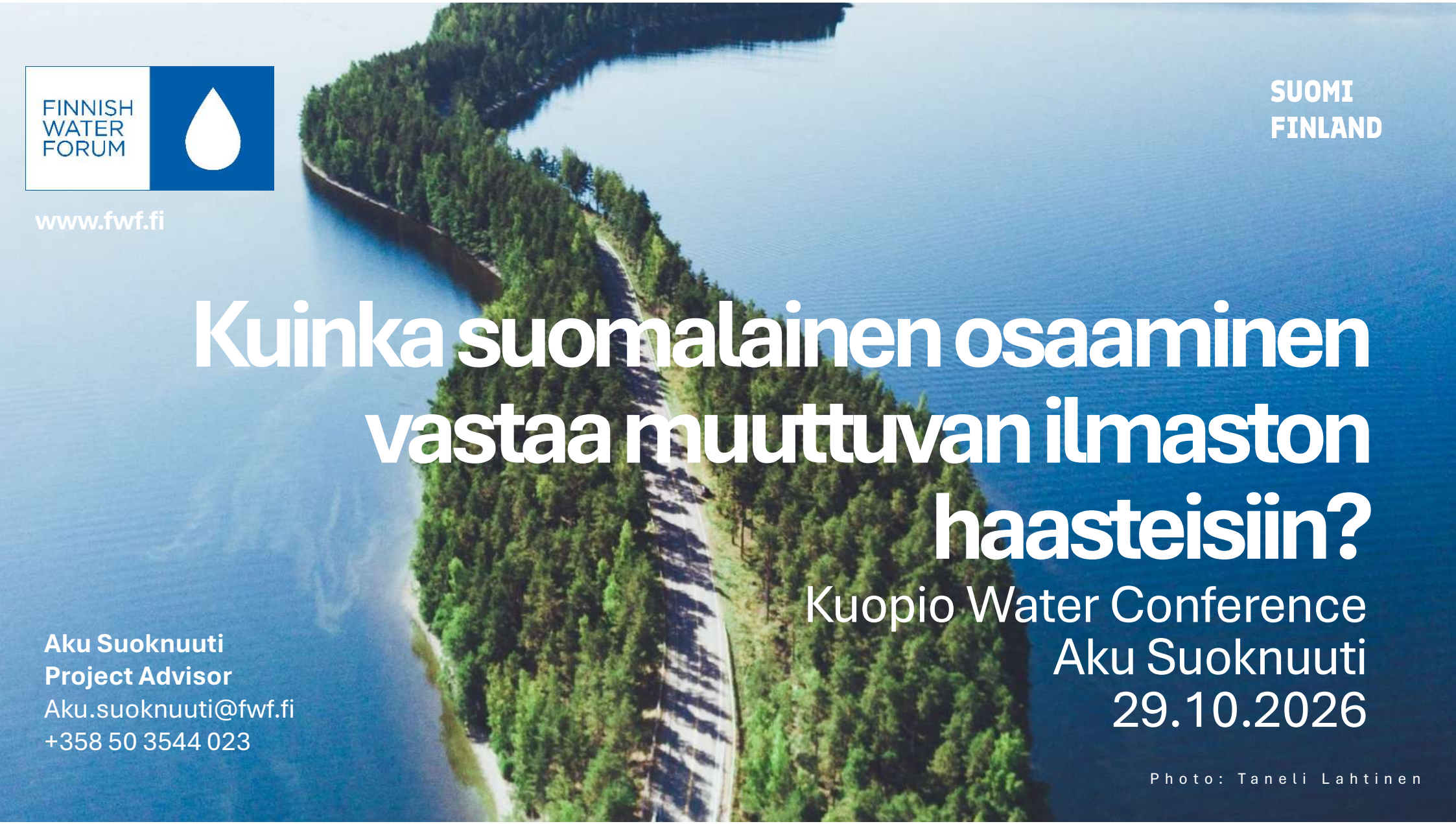


Luke

Kiitos!

Kirsi Järvenranta, erikoistutkija
Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka
kirsi.jarvenranta@luke.fi
+358 29 532 6505




FINNISH
WATER
FORUM
www.fwf.fi
SUOMI
FINLAND
Kuinka suomalainen osaaminen vastaa muuttuvan ilmaston haasteisiin?
Kuopio Water Conference
Aku Suoknuuti
29.10.2026
Aku Suoknuuti
Project Advisor
Aku.suoknuuti@fwf.fi
+358 50 3544 023
Photo: Taneli Lahtinen

Finnish Water Forum pähkinänkuoressa

- Suomalainen vesialan sektoriorganisaatio
- Voittoa tavoittelematon yhdistys
- Yhteensä lähes 130 jäsentä:
  - Ministeriöitä
  - Korkeakouluja ja koulutusinstituutioita
  - Tutkimuslaitoksia
  - Yhdistyksiä
  - Yrityksiä
- Jäsenistö kattaa kaikki vesialan eri sektorit

- Tavoitteena olla yhteyspiste suomalaisen vesiosaamisen ja kansainvälisten tarpeiden välillä



WHY FINLAND?

team FINLAND



#1

WASTEWATER TREATMENT

ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX 2022

#1

SANITATION AND DRINKING WATER

ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX 2022

#1

SUSTAINABILITY ON MANAGED AQUIFER RECHARGE

UNESCO 2021

#1

LEADING COUNTRY IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT

UN SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT 2022

#1

DIGITALIZATION IN THE EU COUNTRIES

DIGITAL ECONOMY AND SOCIETY INDEX (DESI) 2022

#1

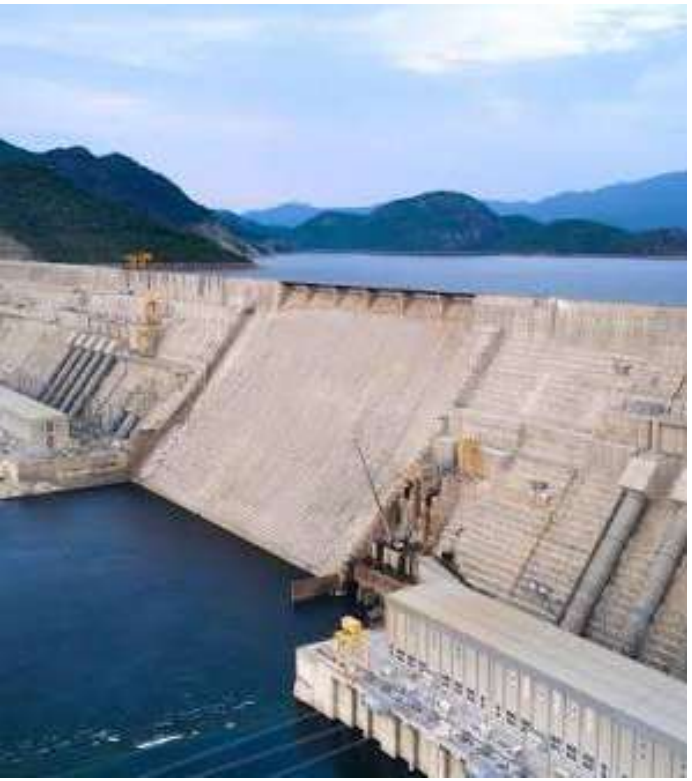
MOST STABLE COUNTRY IN THE WORLD

THE FUND FOR PEACE, FRAGILE STATES INDEX 2022

#1

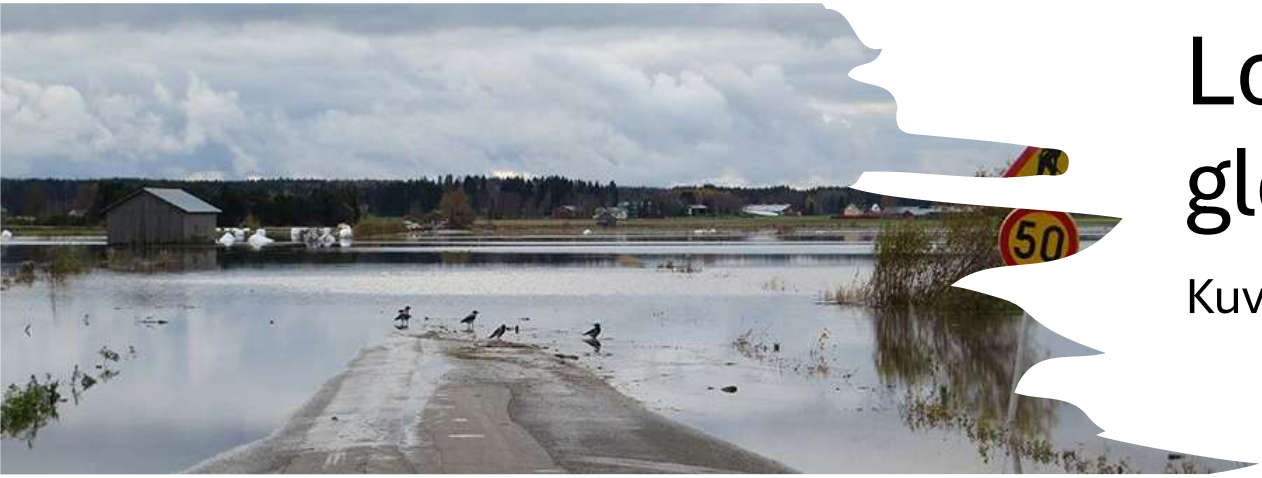
HAPPIEST COUNTRY IN THE WORLD

UN 2022 WORLD HAPPINESS REPORT





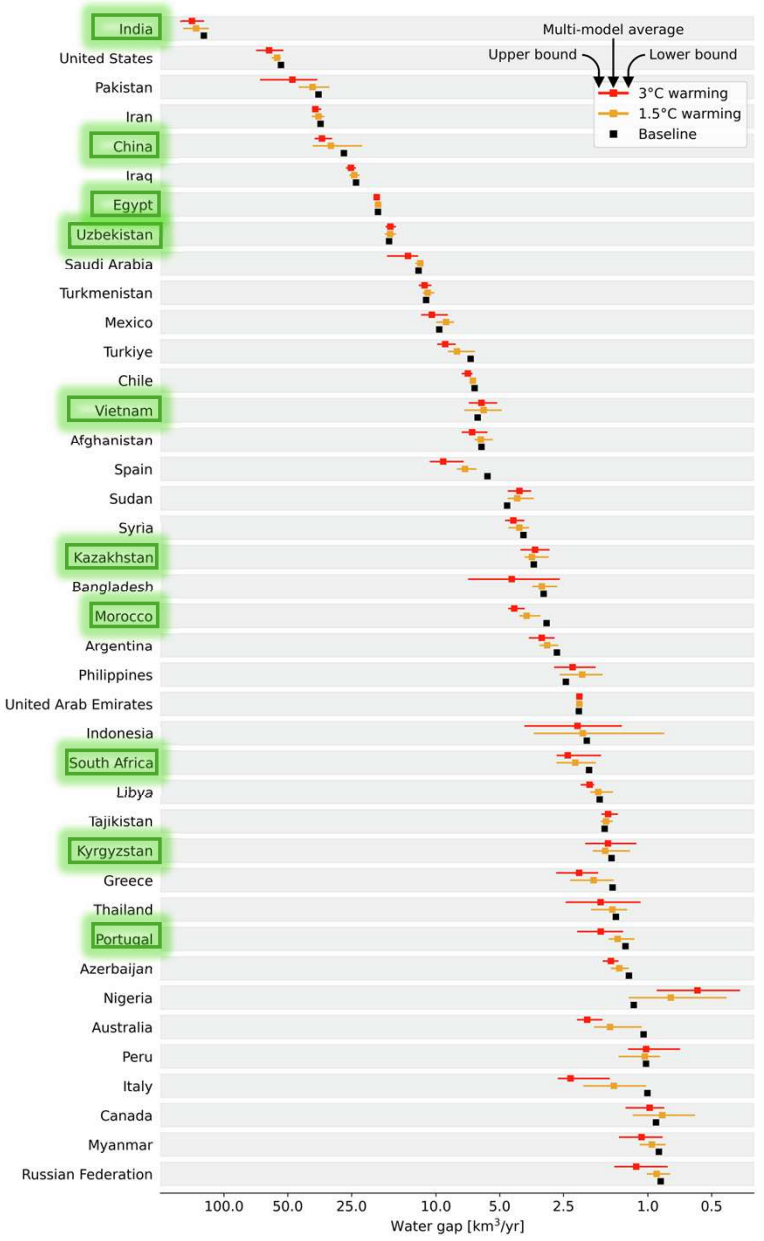




Lokaalit haasteet vs. globaalit haasteet

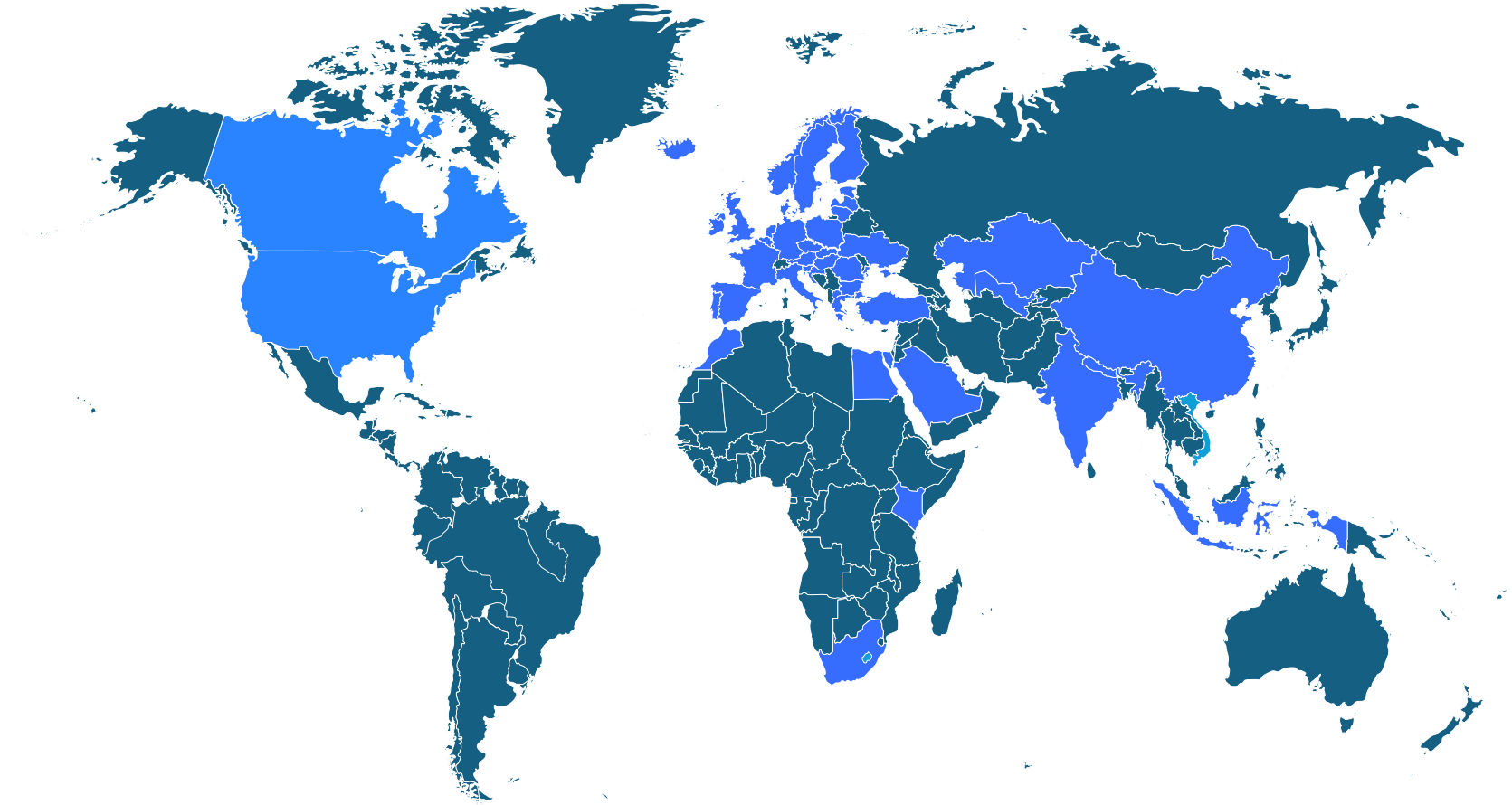
Kuvat: World Finance, Webuild, STT, HSY

Vesivaje ei katso maantiedettä



Rosa, L., Sangiorgio, M. Global water gaps under future warming levels. *Nat Commun* **16**, 1192 (2025). https://doi.org/10.1038/s41467-025-56517-2

Alueet, joissa FWF:lla on aktiviteetteja



FWF maantieteellisiä painopistealueita ovat Eurooppa ja erityisesti Ukraina, Nepal, Keski-Aasia, Marokko ja Eteläinen Afrikka. Muilla alueilla toimimme hankkeiden ja jäsenten tarpeiden mukaan.

Yritykset haasteiden ratkaisijoina

Suomella on tarjota laajaa osaamista globaalien haasteiden ratkaisuun

- Riskienhallinta vesihuollossa ja sanitaatiopalvelut
- Vesivarojen hallinnan ratkaisut ja vesistöjen kunnostus
- Tulvaratkaisut ja NBS-ratkaisut urbaanissa ympäristössä
- Patoturvallisuus
- Rajavesiyhteistyö
- Jäteveden käsittely ja veden uusiokäyttö + lannoitteiden ja energian tuotanto
- Tekopohjavesi ja puhtaan juomaveden tuotanto
- Veden monitorointi ja älykkään vesienhallinnan ratkaisut
- Modulaariset ratkaisut katastrofitilanteisiin ja vaikeasti saavutettaville alueille
- Kaivosvesien hallinnan ratkaisut
- Koulutus ja kapasiteetinrakennus eri vesisektoreilla

Vesialan kokonaisliikevaihto 2025 oli noin 5,7 miljardia euroa



FINNISH WATER FORUM

info@fwf.fi
www.fwf.fi

Esimerkkejä vientihankkeista

WETA – Water Ecosystem to South Africa 2023-2025 (RRF)
Budjetti: 300K€

DigiWada – Dam Safety Project to Central Asia 2023-2025 (RRF)
Budjetti: 300K€

Sustainable Water Management and Quality Monitoring in Kirgistan 2023-2024 (WP)
Budjetti: 300K€

Water Monitoring Study in Kirgistan 2022-2023 (UNDP)
Budjetti: 100K€



FINNISH WATER FORUM

info@fwf.fi
www.fwf.fi

Kapasiteetinrakennus kohdemaissa

- Suomalaiset ministeriöt tekevät laajaa yhteistyötä kansainvälisten rajavesisopimusten implementoinnin edistämiseksi
  - Vahvat poliittiset suhteet tukevat markkinoille etabloitumista
- Pelkistä laitetoimituksista siirrytään yhä enemmän elinkaariratkaisuihin
- Esimerkkejä kapasiteetinrakennushankkeista:



info@fwf.fi
www.fwf.fi







Kapasiteetinrakennusta ja tiedonvaihtoa Egyptissä







EU LIFE -hanke Ukrainan vesihuollon kehittämiseksi

FWF ja ekosysteemin voima

- **Yksin ei pärjää:** Globaalit vesihankkeet ovat usein niin massiivisia, ettei yksittäinen pk-yritys pysty vastaamaan niihin yksin.
- **FWF:n rooli:** Tuoda yhteen yritykset, tutkimuslaitokset sekä rahoitus. Luodaan kokonaisratkaisuja yksittäisten komponenttien sijaan.
- **Kutsuntahuuto:** Kannustamme Kuopion alueen ja koko Suomen vesiosaajia verkottumaan ja viemään osaamista rohkeasti globaaleille markkinoille, missä kysyntä kasvaa eksponentiaalisesti.



FINNISH WATER FORUM

info@fwf.fi
www.fwf.fi


team FINLAND
WATER SOLUTIONS AND EXPERTISE FROM FINLAND
Scan the QR to read more!
Aku Suoknuuti
Project Advisor
Aku.suoknuuti@fwf.fi
+358 50 3544 023
Water Solutions and Expertise UPDATE 17022026.pdf
Funded by the European Union
NextGenerationEU

SOKLI

Soklin kaivoshankkeen esittely ja vesienhallinnan erityispiirteet ja tulevat kehitystarpeet

Kuopio Water Conference, 29.10.2026

Jani Adolfsson-Tallqvist

Sokli yhdellä silmäyksellä

Ainutlaatuinen fosfaatti-, rauta-, harvinaisten maametallien ja niobiumin esiintymä

SOKLI

Esiintymä



A **Loitso** (P, Fe, REE, Nb)

- **Soklin projekti koostuu ainutlaatuisesta mineraaliesiintymästä ja siihen liittyvästä infrastruktuurista**, kuten koerikastamosta, kaivostoiminnasta, jalostuksesta ja kuljetuksesta
- Kaivostoiminta on suunniteltu **aloitettavaksi Loitso Lateriitti -esiintymällä**, jonka käyttöikä olisi 20+ vuotta ja mahdollisuuksia laajentaa lähialueille.

Tuotteet



Ensimmäisen vaiheen **liiketoimintasuunnitelma, joka perustuu fosfaattipohjaisiin tuotteisiin ja REE** :ihin, ja myöhemmin myös niobiumiin arvokkaina sivutuotteina sekä fosfaattituotteiden jalostukseen fosforihappoksi

Vuosittaiset tuotantoarviot

~1 500 kt P_2O_5 Fosfaattirikaste	**~250 kt** Fe_3O_4 Magnetiittirikaste
~7 kt **MREC** Mixed Rare Earth Carbonate	**~4 kt** Nb_2O_5 Niobiumoksidi

Aikajana ja keskeiset päätösportit

Scoping 2024-25	Valmis ☑
PFS ja pilotointi 2026-28	**Rahoituspäätös tehty Q1/2026 (rahoitus 64,4 miljoonaa euroa)**
Lopullinen kannattauusselvitys, luvitus ja partnerointi 2028-32	Edistyminen ja rahoituspäätös PFS-vaiheen jälkeen
Rakentaminen 2032–35	Lopullinen investointipäätös
Kaivostoiminta ja tuotanto 2035-	

ESG-pohjaiset valinnat

ESG-johtajuus toimii kulmakivenä päätöksenteon ohjaamisessa

FMG:n erilaiset toimet ja strategiset päätökset Soklin kestävyyden, luvitettavuuden ja kannattavuuden varmistamiseksi



- **Kaivosalueen pienentäminen**, esimerkiksi Pierkulin ja Loitson niittyjen poissulkeminen
- **Kestävä pohjaratkaisu**, esim. ei joen uudelleenreititystä, vähäinen vaikutus poroihin ja pohjavesiin
- **Matalan vaikutuksen** pilotointi, esimerkiksi infrastruktuuri, toteutetaan alueella, jossa kokeellista toimintaa on aiemmin tehty, mikä tarkoittaa, ettei koskemattomia alueita häiritä.



- **Sitoutuminen TSM-standardeihin** (Kohti kestävää kaivostoimintaa)
- **Järjestelmällinen ympäristöseuranta**, mukaan lukien pinta- ja pohjavesien, vedenkorkojen, kalakantojen ja kasvien nykytilan tiedonkeruu sekä mahdollisten vaikutusten analysointi



- **Raaka-aineiden ja sivuvirtojen maksimaalinen hyödyntäminen** (erilaiset sivutuotteet) jätemäärien ympäristövaikutusten minimoimiseksi (siirtyminen sakeutettuun/kuivaläjitettyyn rikastushiekkaan)
- **Mahdollinen putkiyhteys** Sokli-Kemijärvi pienentää hiilijalanjälkeä ja vaikutuksia poronhoitoon

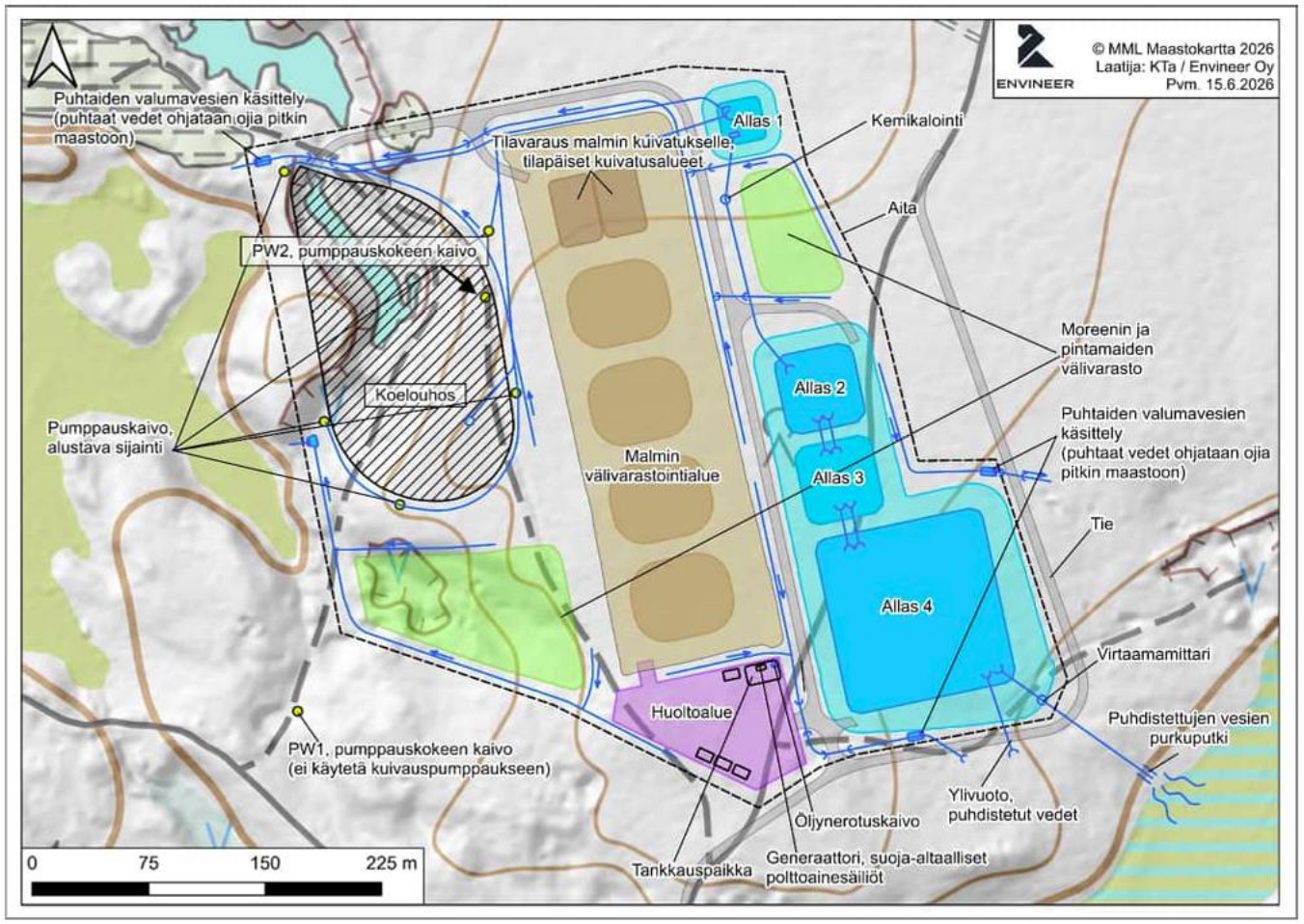


- **Aktiivinen sidosryhmäyhteistyö ja viestintä**, esim. yleisökokoukset, edistymisen raportointi, paikallinen rekrytointi, verkkopalautejärjestelmä
- **Vahvat pyrkimykset rekrytoida paikallisesti,** järjestää koulutusta ja opetusta, paikallisia alihankkijoita, aktiivinen paikallisten resurssien etsintä
- **Hiilineutraalisuus sisältyy budjetointiin** (esim. korvaukset / lieventävät toimet, tarkemmin analysoitu PFS:ssä)
- **Työturvallisuus ja hyvinvointi**, mukaan lukien koulutussuunnitelma, tasa-arvosuunnitelma, työturvallisuuskortti

Koetoiminta

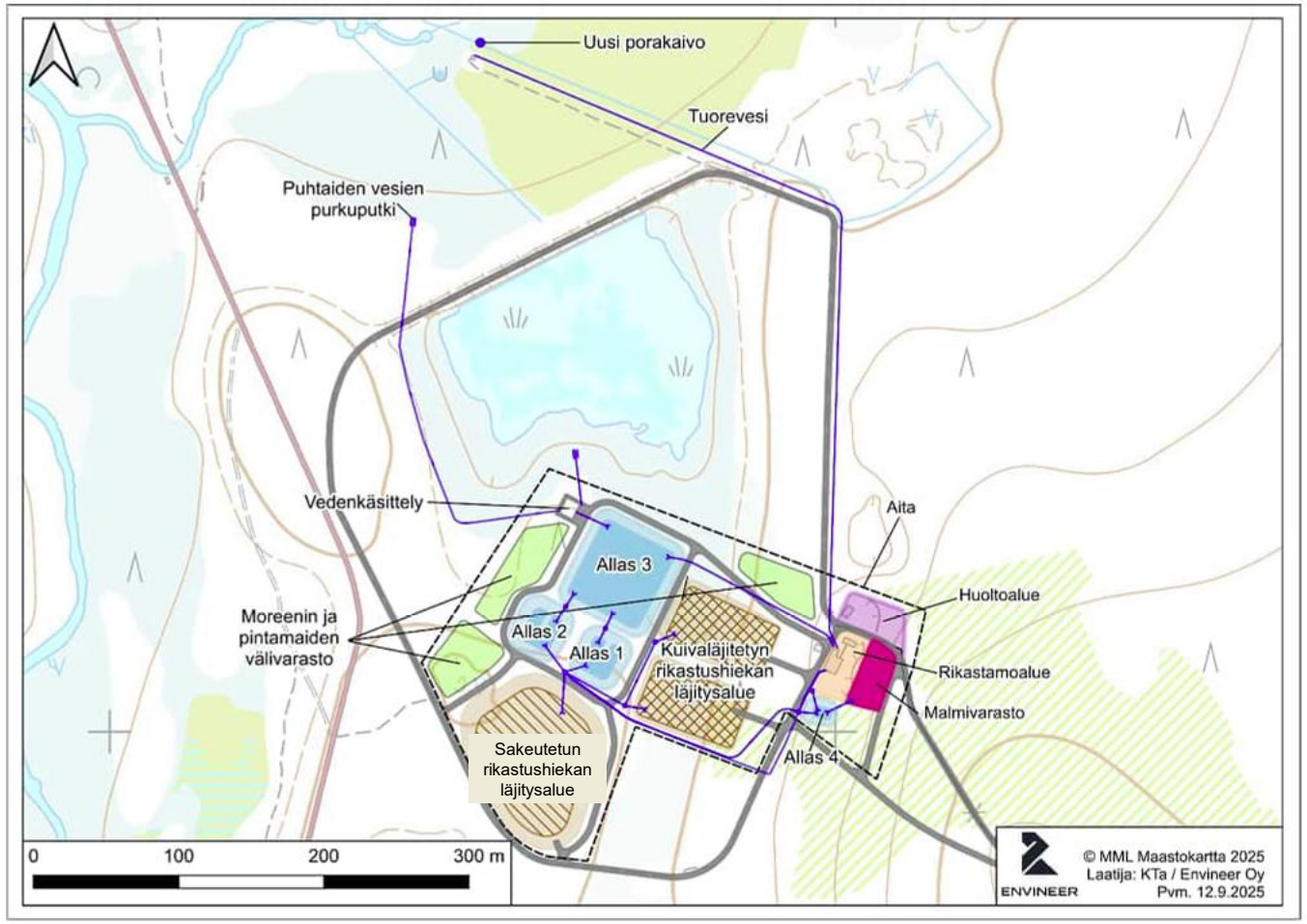
Animaatio

Koelouhos



- Kaivoksen kuivanapitovesi ohjataan vedenkäsittelyaltaille, jossa mahdollisuus tehdä myös kemikalointia

Koerikastamon alue

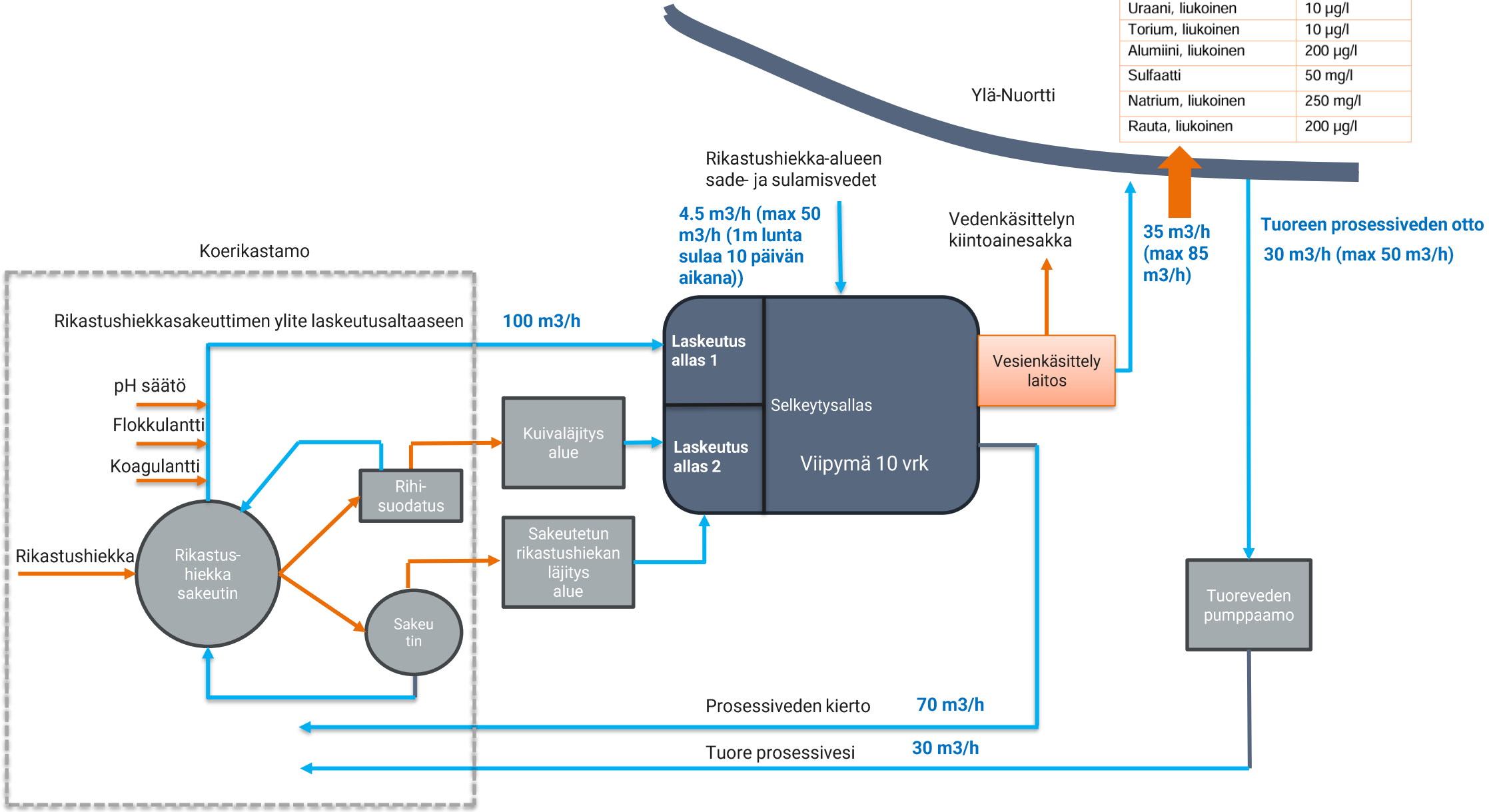


- Koerikastamo, läjitysalueet, altaat ja vedenkäsittelylaitos sijaitsevat vanhalla alueella, jossa on jo aiemmin ollut koetoimintaa.

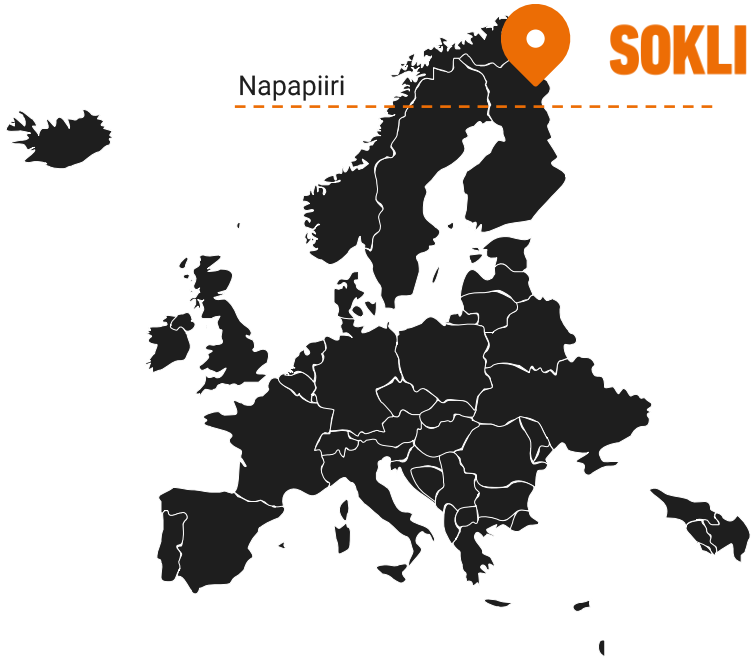
Public Information

Koerikastamon vesikierto

Parametri	Tavoite
Kiintoaine	≤ 10 mg/l
Fosfori, kokonais (TP)	100 µg/l
Typpi, kokonais (TN)	500 µg/l
pH	< 9
Uraani, liukoinen	10 µg/l
Torium, liukoinen	10 µg/l
Alumiini, liukoinen	200 µg/l
Sulfaatti	50 mg/l
Natrium, liukoinen	250 mg/l
Rauta, liukoinen	200 µg/l



Erityisominaisuudet ja kehitystarpeet



Erityisominaisuudet:

- Testitoiminnot toteutetaan Itä-Lapin ainutlaatuisessa ympäristössä
- Vedenkäsittely ja -kierrätys arktisessa ilmastossa
- Vähintään 70 % vedestä kierrätetään takaisin rikastamolle

Kehitystarpeet:

- Kiertoveden laatuvaatimukset ottaen huomioon rikastusprosessin tarpeet
- Arvoaineiden talteenotto lietteestä/vedestä
- Integroitu pinta-pohjavesimalli
- Hydrogeologinen tietoalusta
- Miten ennustamme ja minimoimme vesistövaikutukset koko elinkaaren ajan?

Lähde

Veturi T&K ohjelma

More than a Mine Veturi ekosysteemin tiekarttateemat



Akkuarvoketjun laajentaminen
Luo kotimaisen Sokli–LFP-arvoketjun, mikä vahvistaa Suomen akkuarvoketjua, vähentää investointien riskejä ja varmistaa akkulaatuisen raaka-aineen puhtauden nopeutetun prosessointitutkimuksen (TKI) avulla.

Kestomagneettien arvoketjun luominen
Kehittää reittejä MREC:in (mixed rare earth carbonate) valmistamiseen, yhdistää keskeiset esiintymät ja kumppanit sekä tarjoaa keskeistä TKI-toimintaa, jota tarvitaan tukemaan Suomeen suuntautuvia REE-magneettilaitosinvestointeja.

Sivuvirtojen hyödyntäminen
Vähentää jätettä, luo uusia tuotteita ja tulovirtoja sekä täyttää korkeat vastuullisuusstandardit esimerkiksi vermikuliittipohjaisilla vesikemikaaleilla ja rautapohjaisilla materiaaleilla.

TKI-osaamisen ja infrastruktuurin kehittäminen
Kehittää ja vahvistaa Suomen mineraalien prosessoinnin TKI-infrastruktuuria, jotta siirtymä laboratoriosta pilotointiin nopeutuu, tekniset esteet ja kustannukset madaltuvat ja kansalliset puutteet tunnistetaan kun kumppaniosaaminen kasvaa.

Ylivoimainen kestävyys ja vesienhallinta
Sokli edistää ilmastoneutraalia ja vähävaikutteista kaivostoimintaa sähköistämisen, vesienhallinnan ja nykyaikaisten rikastushiekkaratkaisujen avulla sekä tukee Suomen mahdollisuuksia saavuttaa EU:n asettamat ympäristötavoitteet. Soklin ”More than a Mine” -ratkaisuja voidaan monistaa, mikä luo uuden standardin kestävälle kaivostoiminnalle.

Mineraalisektorin uudistaminen
More than a Mine on monimineraalinen, vähähiilinen ja digitaalisesti ohjattu toimintamalli, joka luo uuden standardin tehokkaalle ja vastuulliselle kaivostoiminnalle kohti hiilineutraalia kaivosta, vahvaa ESG-johtajuutta ja jatkojalostusta.

BUSINESS FINLAND

Kiitos!

Lisätietoja vesienhallintaan liittyen:

Hanna Kukkula
hanna.kukkula@mineralsgroup.fi
+358442581817
Sokli Oy
Sokli Oy



Jani Adolfsson-Tallqvist
Business Development Manager
+358408217156
jani.adolfsson@mineralsgroup.fi

SOKLI

A Finnish Minerals Group Company

Metso

29.10.2026 – KUOPIO WATER CONFERENCE

Advanced Process Control and Automation as Part of Integrated Water Management in Mining

Jani Kaartinen

Director – Automation Concept Development

Metso Kuopio

UNRESTRICTED

Content



Short introduction to Metso Automation



Specific challenges and opportunities related to water



Two case examples

1. Yara paste thickener plant
2. Chena

Metso

UNRESTRICTED

Automation and Digital solutions

Over 50-year track record in digital innovation

- Industry's leading portfolio for solutions in minerals and metals processing
  - Process and metallurgical sampling
  - On-line particle size and elemental analysis
  - Process control, electrification, instrumentation and energy management
  - Advanced process control and intelligent instruments
  - Process and operator training simulation
  - Geminex metallurgical digital twins
  - Equipment performance
  - Feasibility studies, assessments and engineering
- Extensive life cycle services and local support
- Deep minerals and metals processing expertise
- Key enabler in sustainability and safety



UNRESTRICTED

Product Portfolio

On-stream Analyzers



Courier



PSI

Process and Metallurgical Sampling



LMS

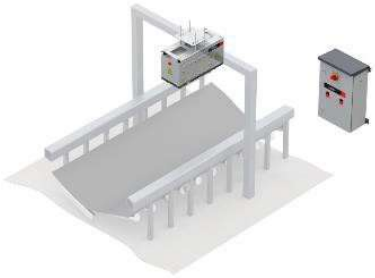


MSA



Process samplers

Intelligent Instruments

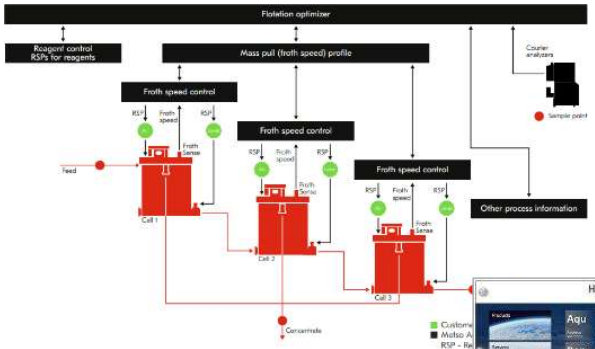




Sense series



Digital Solutions



Optimizers (APC)



Metallurgical digital twins



Simulation (HSC)

Metso

UNRESTRICTED

Courier Analyzer History

50+

years of experience and innovation to the market need

Courier 6X2 SL

Courier 8X SL

Courier 6G SL

Courier HX

Courier 5X SL and 6X SL

Courier 8 SL

Courier 5i HX and 6i HX

Courier 5i SL and 6i SL

Courier 5 HX and 6 HX

Courier 5 SL and 6 SL

Courier 3

Courier 30 SX

Courier 30 XP

Courier 30 AP

Courier 30 OC

Courier 30

Courier 300







Declining ore grades — Open-pit mining — Urbanization — Sustainability awareness — Energy transition — All-time high gold price

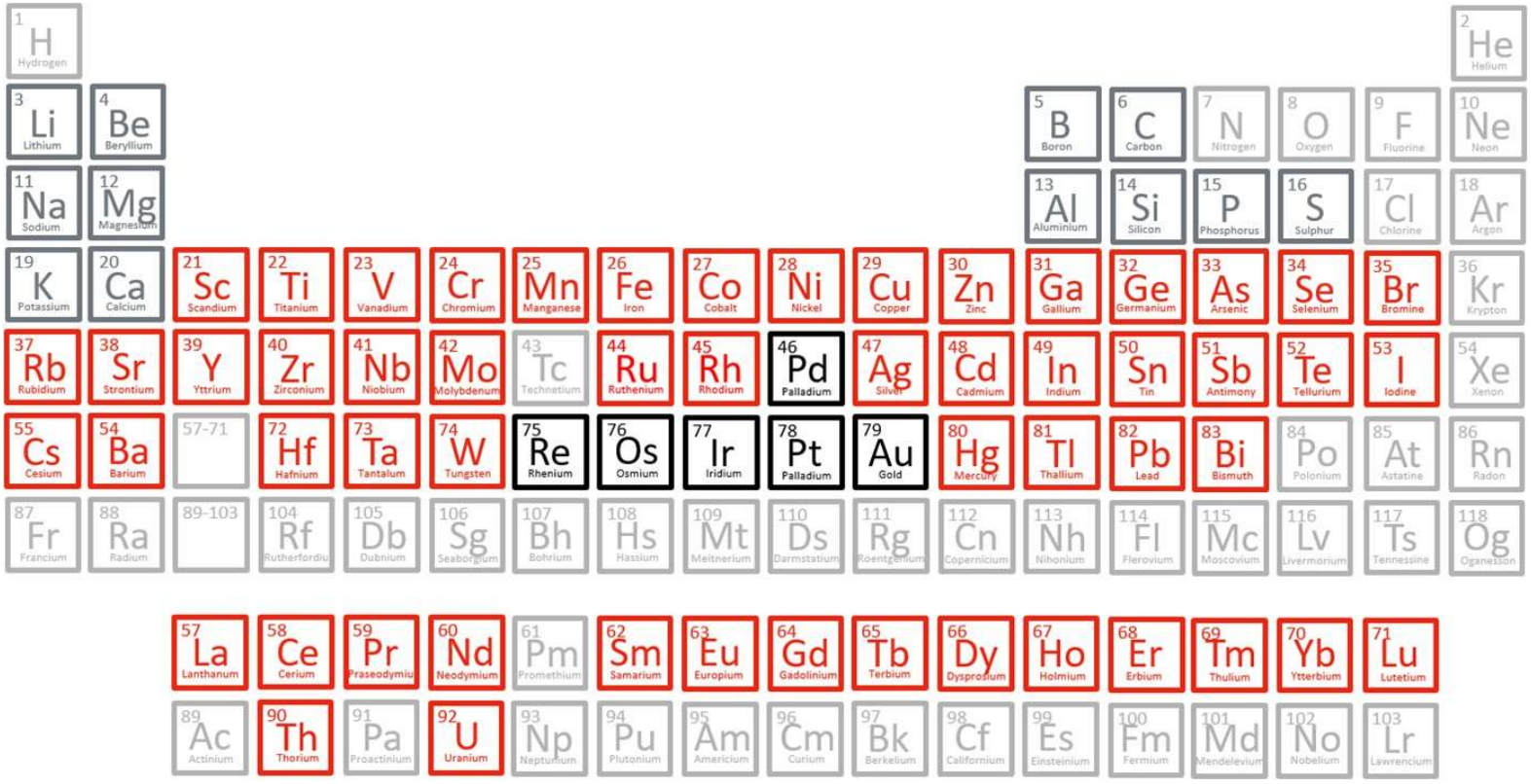
1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020

Slurry analyzer Hydrometallurgical analyzer

Metso

UNRESTRICTED

Courier® Elemental Analyzers



Courier 8X - LIBS

Courier 6X – XRF

Courier 5X - XRF

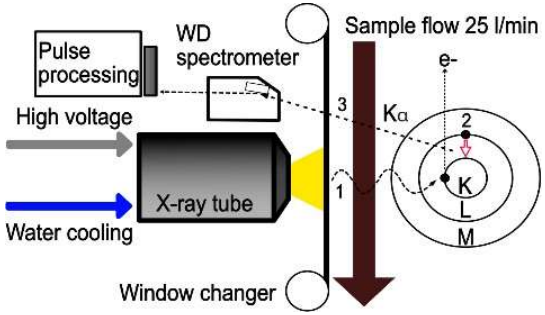
Courier 6G - XRF

Metso

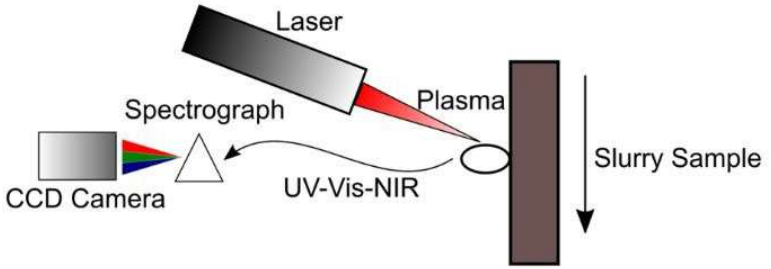
UNRESTRICTED

Courier ® Elemental Analyzers for slurry

	Courier 5X	Courier 6X	Courier 6G	Courier 8X
Measurement method	X-Ray Fluorescence	X-Ray Fluorescence	X-Ray Fluorescence	Laser-Induced Breakdown Spectroscopy
Radiation source	35W X-Ray tube (Mo or Rh anode)	200W X-Ray tube (Mo or W anode)	4000W X-Ray tube (Rh anode)	160 mJ 1064 nm Laser
Cooling system	Peltier fan cooled	Water cooling	Water/glycol cooling	Glycol cooling
Detection limits	Starting from 100 ppm	Starting from 20 ppm	Starting from 0.2 ppm	Starting from 0.1% (w/w)
Measurement time (typical concentrate and tailings)	60-120 seconds	30-60 seconds	60-600 seconds	180-300 seconds
Elements	Ca-U	Ca-U	Ca-U	Li-U



X-Ray Fluorescence Principle

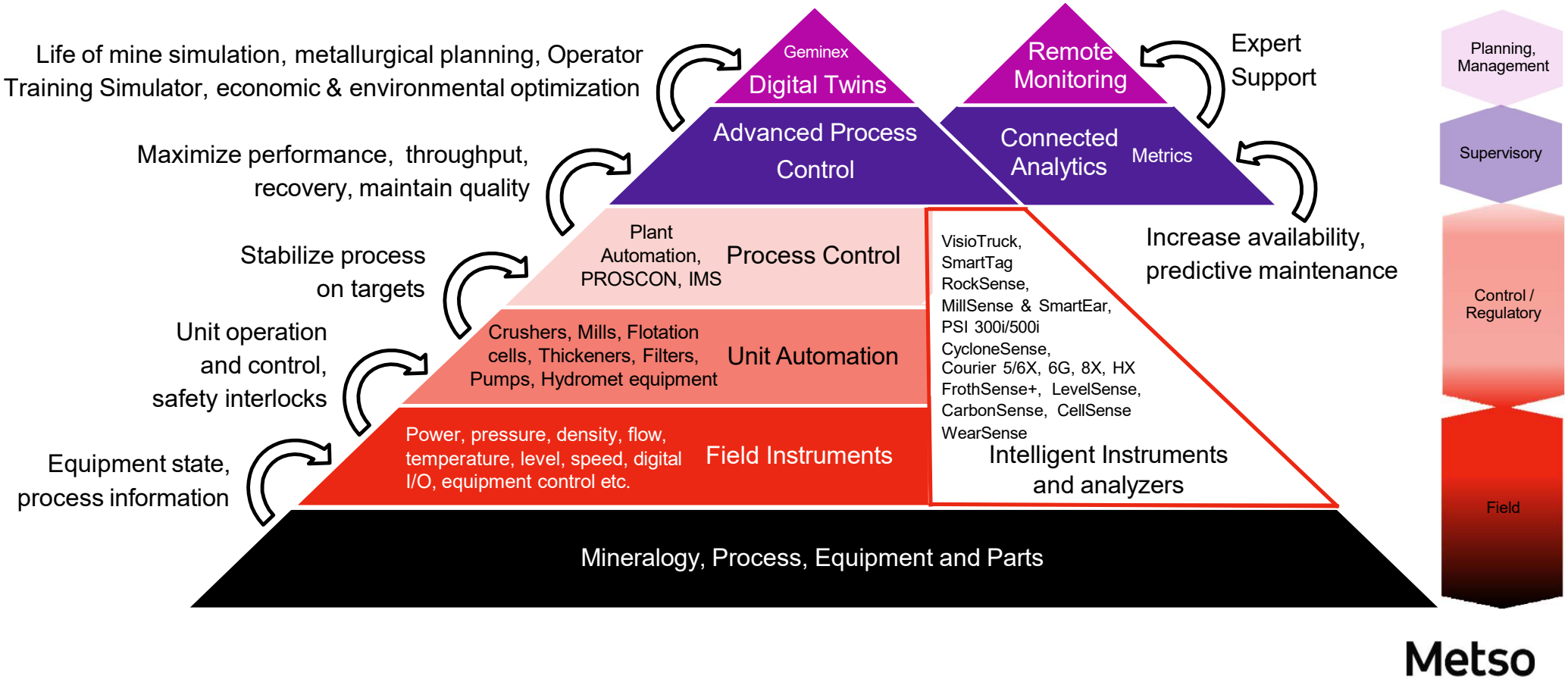


Laser-Induced Breakdown Spectroscopy Principle

Metso

UNRESTRICTED

Portfolio covers the full digital landscape



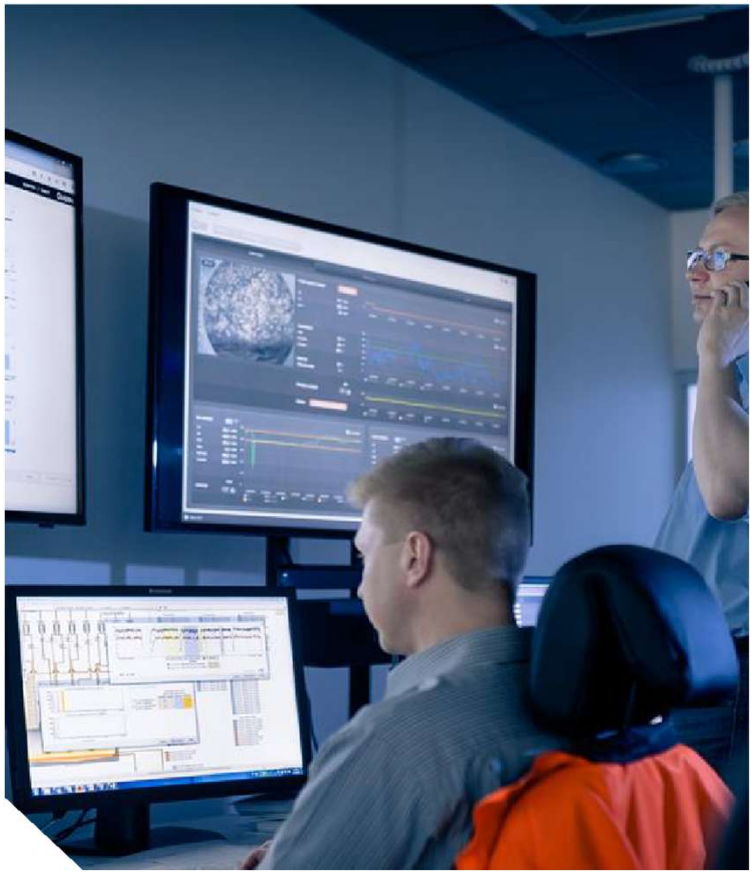
Metso

UNRESTRICTED

A solid base, ready to build on

Highlights of Metso digital footprint in mining, minerals and metals

700+	Active on-line analyzers
600+	Advanced process control and process control system projects
4000+	Intelligent instruments
20000+	Process simulation licenses sold. Hundreds of simulated processing plants. Dynamic digital twins in pipeline.
200+	Connected equipment



Metso

UNRESTRICTED

Specific challenges and opportunities related to water

- Water scarcity in certain regions, too much water in others
- Increasingly strict regulations, and environmental risks from contaminated water and large tailings ponds make water recycling essential ➔ Need to reduce foot-print
- Current process design often includes large tailings strorage facilities (TSF) where water quality is allowed to deteriorate over time ➔ Recycled water with impurities deteriorate pulp chemistry, making beneficiation process much harder to operate and reducing recovery rates ➔ Need for good measurements and process control techniques
- Seasonal effects and changes of ore characteristics add further complexity

Case examples

Metso

UNRESTRICTED

Yara Paste Thickener Plant

- In 2017 Yara commissioned a new paste thickening plant enabling life-span extension by 15 years (2020-2035) without a need to extend the footprint of the tailings area.

Challenge

- Highly variable mineralogy and rheology
- Narrow operating window
- Large feed disturbances
- Remote operation

Results

- **>92% controller utilization**
- **±0.85% underflow solids control**
- **10–20% less flocculant**
- **>97% plant availability**
- **66–68% underflow solids**
- **Unmanned remote operation from the main control room at the concentrator**



The MPC simultaneously optimizes tailings dewatering, recovered-water quality and chemical consumption while keeping the thickener within its operating constraints.

Controlled variables:
underflow density, overflow solids content, bed mass, bed level, rake torque

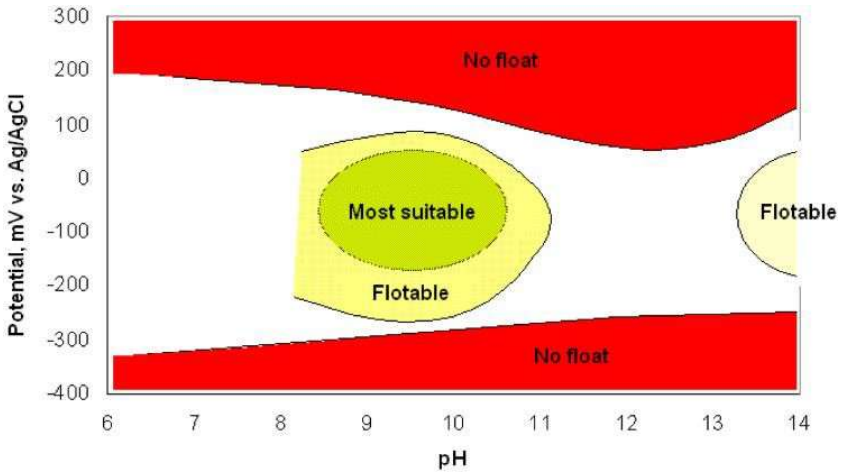
Manipulated variables:
underflow flow rate, flocculant dosage

Metso

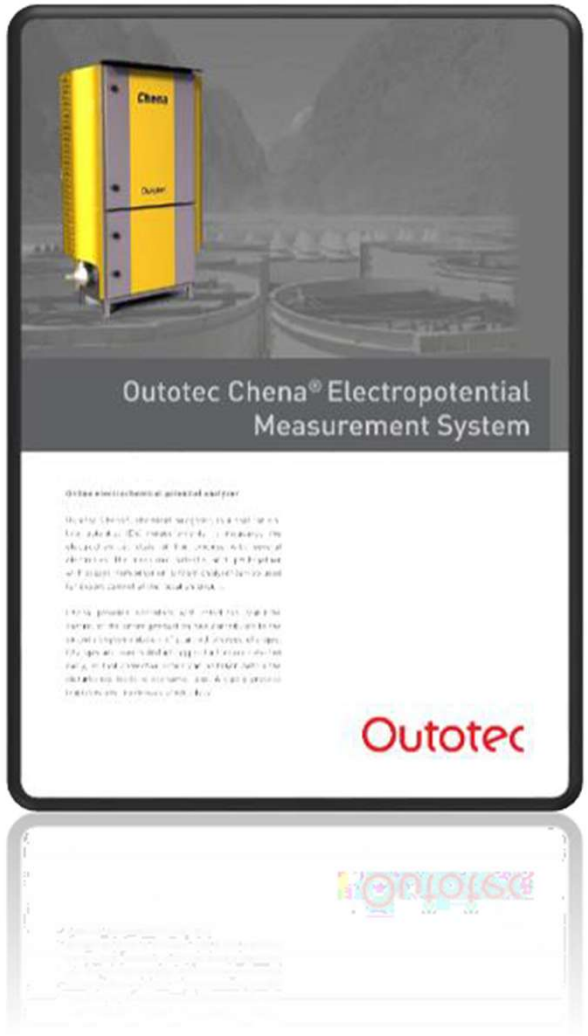
UNRESTRICTED

Chemistry Navigator (Chena)

- In order to meet the challenges that ever increasing process water recirculation will bring, Metso is planning to re-introduce its electropotential measurement system called Chena.
- Chena enables real time monitoring of the metallurgical water quality and caters for subsequent process optimization



Example: Molybdenite flotation, Eh-pH “window”



Metso

Metso

Partner for positive change



metso.com

ENABLING CRITICAL MINERALS

Rikastamoiden kemikaalien optimoitu käyttö osana kaivosten vesienhallintaa

Janne Kankkunen, BioSO4 Oy

“Päivän sana”

RIKASTAMOIDEN KEMIKAALIEN OPTIMOITU KÄYTTÖ OSANA KAIVOSTEN VESIENHALLINTAA

01 Alkalien ja happojen käyttö rikastuskierrossa

02 Vaahdotuskemikaalien käyttö rikastuskierrossa

03 Veden suolaisuuden hallinta rikastuskierrossa

Rikastamoiden kemikaalien optimoitu käyttö osana kaivosten vesienhallintaa

PROSESSIKEMIKAALIEN KRIITTINEN ROOLI

01 Alkalien ja happojen käyttö rikastuskierrossa

- Yleisin alkali CaO tai $Ca(OH)_2$, johtuu korkeasta flotaation pH-alueesta 10-12
- **Vaihtoehtoisia pH-säätäjiä, alempi pH-alue 7-8**
- NaOH yleinen säätökemikaali**, kun ei haluta käyttää kalkkiyhdisteitä tai halutaan yksiselitteinen pH-vaste**
- KOH harvinaisempi **korkeamman hintansa takia**
- **BioSO4:n yksi tapa hoitaa kalkkivapaa prosessi: alkalien yhdistelmäratkaisut**

Rikastamoiden kemikaalien optimoitu käyttö osana kaivosten vesienhallintaa

PROSESSIKEMIKAALIEN KRIITTINEN ROOLI

02 Vaahdotuskemikaalien käyttö rikastusprosessissa

- Flotaatiossa käytetään 3-5 kemikaalin kombinaatiota (mm. pH-säätö, kokooja, vaahdote, painaja), **osa kemikaaleista lisätään jauhatukseen, loput vaahdotuskennoon**
- **Rikastusprosessien saanto on yleensä parempi bulk-saantona kuin eriteltynä, toisaalta tuotejakeista saatava hinta on parempi omina jakeinaan, tapahtuuko prosessinoptimointi näin?**
- **Kun rikastusprosessivalinnassa otetaan huomioon metallurginen jatkoprosessointi, voi rikastusprosessia selkeyttää ja kemikaalivalintoja parantaa, mm. vaahdotuksen pH-aluetta laskea**
- **Lisäksi rikastuskemikaalien annostelua hallitaan, mitataan kemikaalijäämiä ja kierrossa olevaa potentiaalia**
- **BioSO4-tapa: Tuloksena bulk-rikaste, jonka saanto voi olla merkittävästi korkeampi prosessin kiertovesien säilyessä neutraaleina**

Rikastamoiden kemikaalien optimoitu käyttö osana kaivosten vesienhallintaa

PROSESSIKEMIKAALIEN KRIITTINEN ROOLI

03 Veden suolaisuuden hallinta rikastuskierroissa

- Prosessikierron yleinen sulfaattitaso 2000-4000 mg/L vaahdotuksen pH-tason ollessa 10-12
- Loppuvaiheen “puhdistusvaahdotuksessa” voidaan jopa joutua laskemaan takaisin pH:ta rikkihapolla
- **Neutraalimman pH-alueen vaahdotuksissa sulfaattitasot alhaisemmat, kalkkivapaissa prosesseissa vain 500-1000 mg/L tasolla**
- **Vähäkalkkinen prosessivesi on puhdistettavissa suoraviivaisesti esimerkiksi suodatuksella, kipsi ei likaa suodattimia**
- **Puhdistuksen tuloksena mm. sulfaattikonsentraatteja**
- **BioSO4-ratkaisu: Sulfaattien talteenotto ja tuotteistus**

BioSO4:n tuotteita

PRODUCTS FROM OUR PRINCIPALS FOR CUSTOMER PROCESSES

PRINCIPAL	PRODUCT LINE	Mine	Flotation	Extraction chemistry	Refining	By-products	Mine water treatment	Inactive mines
Molycop	Grinding media	■						
Orica	Danafloat, liquid collectors, SX chemistry		■	■				
Metchimtrade	Xanthates: PEX, PIAX, SEX, SIBX, SIPX		■					
Nouryon	Celect / Finnfix CMC: talc and silicate depression		■			■		
	Berol collectors and alkoxylates		■					
	Lilaflot amine collectors		■	■				
	REE flotation chemistry		■	■				
	Armeen amine surfactants		■					
Nutrichem	Copper sulphate, zinc sulphate		■			■		
HEXION	Versatic-acid products for SX			■	■			
Kemira	Coagulants: PIX-105, PAX-XL100 Flocculants: Superfloc N-100, A-120HMW, A-100HMW			■			■	■
Borregaard	Pionera series							

Other chemicals: hydrochloric acid (33%), peracetic acid, hydrogen peroxide, sodium hydroxide, magnesium hydroxide, sodium metabisulphite.

Mining and flotation

Grinding media and flotation reagents



Grinding and flotation chemistry

Extraction and processing

Separation chemistry and hydrometallurgy



Extraction chemicals

By-products and mine waters

Inactice Mines & Tailings management



Side streams and water treatment

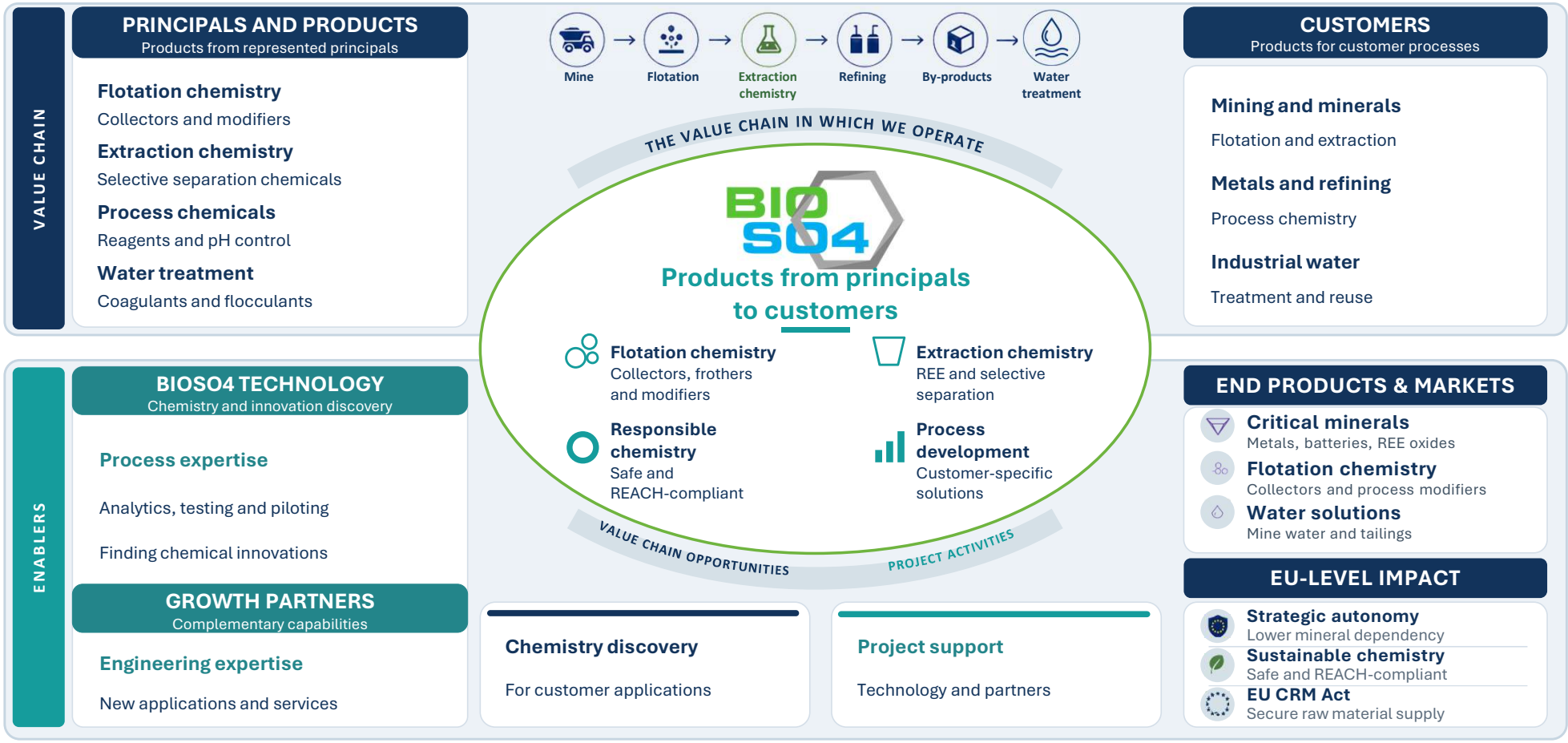
BioSO4 ja Kemira vahvistavat yhteistyötä vesienkäsittelyratkaisuissa kaivos- ja metalliteollisuudelle

MULTI-YEAR DISTRIBUTION AGREEMENT

- BioSO4 and Kemira have entered into a multi-year distribution agreement for Kemira’s water treatment solutions, strengthening our ability to serve the mining and metals industry. We greatly appreciate the trust Kemira has placed in us.
- The collaboration combines Kemira’s proven water treatment chemistry with BioSO4’s established flotation-chemicals offering, local presence, customer service and partner network.
- Together, we can support our customers with a broader portfolio covering both mineral processing and mine water treatment.
- We look forward to building this long-term collaboration with Kemira and supporting both existing and new customers.

BioSO4:n verkostot

PARTNER NETWORK FOR DELIVERY AND CUSTOMER SERVICE



BioSO4:n osaajat

THE TEAM BEHIND OUR PRODUCTS AND CUSTOMER SERVICE

ORGANIZATION

Former project team
Kinh Pham, Project Manager



Lasse Moilanen
Managing Director

100+ years
of combined operational expertise

Tommy Nordqvist
Project Manager
Flotation Reagent Chemistry

Janne Kankkunen
R&D Director
Water & Extraction Chemistry

Terhi Talvela
Logistics

Katja Pasma
Product Manager
CMC & Customer Service

CUSTOMER CAPABILITIES

FLOTATION EXPERTISE
Reagent selection & recipes
Collectors, frothers, depressants

WATER & EXTRACTION
Water treatment chemistry
Separation screening

LOGISTICS EXPERIENCE
IMO/VAK & deliveries
Automated ordering & homecallings

CMC APPLICATION EXPERTISE
Product support & customer service

BOARD OF DIRECTORS



Janne Palosaari
CHAIR
Metals markets & supply chains



Riikka Aaltonen
BOARD MEMBER
Permitting & mineral policy



Erja Retzén
BOARD MEMBER
Capital markets & financing



Hannele Vuorimies
BOARD MEMBER
Mine customers & technology



Aki Saxén
BOARD MEMBER
Digital platform & data management

GOVERNANCE
Finnish company, established and owned 100% under EU legislation.

BOARD COMMITMENT
Board members actively support the operational team, making their industry expertise available to address customer needs and resolve practical challenges.

ENABLING CRITICAL MINERALS

PUHTAIDEN KAIVOSVESIEN KUMPPANI

Kiitos!

KUOPIO WATER CONFERENCE 2026 · 29.10.2026

BIOBROS

Tulevaisuuden kaivosvesi (tai muutkaan jätevedet) eivät ole päästöjä.

Ne ovat hallittuja resursseja.

Edistyksellinen sähkösaostusteknologia
vesipäästöjen hallinnassa

Anssi Suhonen | Toimitusjohtaja, Biobros Oy

Havainnekuva

BIOBROS

Sähkö tekee kemian. Virtaus tekee prosessin.

EC tuottaa koagulantin suoraan vedessä — automatiikka hallitsee reaktiota, prosessia ja erotusta.

HAASTAVA VESI

Metallit, kiintoaineet,
Öljyt, ravinteet ja
kuormitusvaihtelu

SÄHKÖKEMIALLINEN SAOSTUS

Fe/Al-elektrodit +
älykäs DC- ja prosessiohjaus

EROTUS

Saostuneiden epäpuhtauksien
erottaminen flokkina ja lietteenä

KÄSITELTY VESI

Päästöraja tai
jatkokäsittely & kierto

KAKSI PATENTOITUA REAKTORIKONSEPTIA

SUORAKULMAINEN REAKTORI

Elektrodiparit · modulaarinen toteutus

SYLINTERIMÄINEN REAKTORI

Keskitetty elektrodipaketti · tiivis rakenne

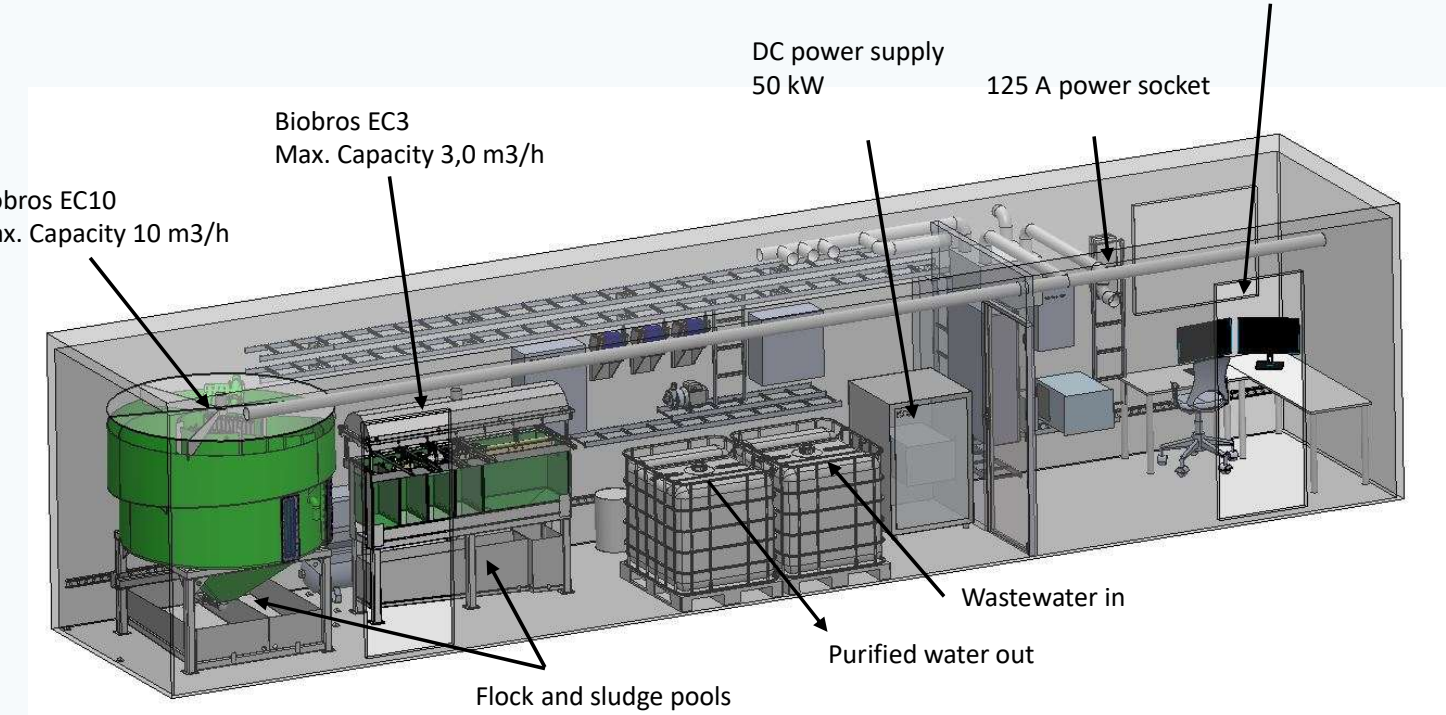
Soveltuvuus testataan vesikohtaisesti. Sulfaatti tarvitsee yleensä täydentävän käsittelyn. EC-avusteinen ettringiittisaostus voi olla tulevaisuuden ratkaisu sulfaatin poistamiselle.

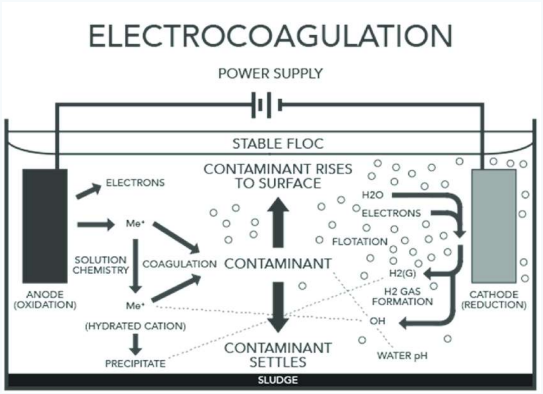
BIOBROS

Sähkö tekee kemian. Virtaus tekee prosessin.

EC tuottaa koagulantin suoraan vedessä — automatiikka hallitsee reaktiota ja erotusta.

PROCESS CONTROL ROOM
- Intelligent process control (Beckhoff)
- Remote control capability (5G)





Biobros mobile EC pilot equipment (40 ft shipping container)
- Two patented pilot devices for water purification
- Can be delivered to the test site for continuity tests
- Operational less than 24 hours after arrival at the test site
- Maximum capacity options: 1,0 - 10 m3/h
- Electricity consumption 0.1 – 5.0 kWh / m3 depending on the quality of the water to be purified and the desired purification result

TEOLLINEN REFERENSSI



Kuva: Kajaanin Romu / Biobros (2026)

BIOBROS EC -KONTTI

Kajaanin Romu | Metalli- ja elektroniikkaromun kierrätys

BIOBROS

02 / TOTEUTETTU REFERENSSI

10 m^3/h

Käyttöön otettu konttipohjainen EC-laitos

MITATTU TULOS

Haitta-ainepitoisuudet selvästi alle lupaehtojen.

Seuraava mahdollisuus: vastaava toimintamalli kaivosvesille — kohdekohtaisen testauksen kautta.

BIOBROS

Rakennetaan seuraava kaivosvesireferenssi yhdessä.

Kaivoksilla onnistuminen tarkoittaa todennettua vedenlaatua, käyttötaloutta ja skaalautuvaa prosessia.

01

VESINÄYTE

Analyysit ja EC-soveltuvuuden testaus

Mitä voimme poistaa?

02

KOHDEPILOTTI

Jatkuvatoiminen ajo oikealla kaivosvedellä

Mikä toimii käytännössä?

03

MITOITUS & SKAALAUS

EC + erotus + tarvittava täydentävä käsittely

Mikä on todellinen €/m^3?

MITATAAN YHDESSÄ Puhdistusteho · kWh/m^3 · elektrodikulutus · lietemäärä · kokonaiskustannus

Etsimme kaivoskumppania seuraavaan demonstraatioon.

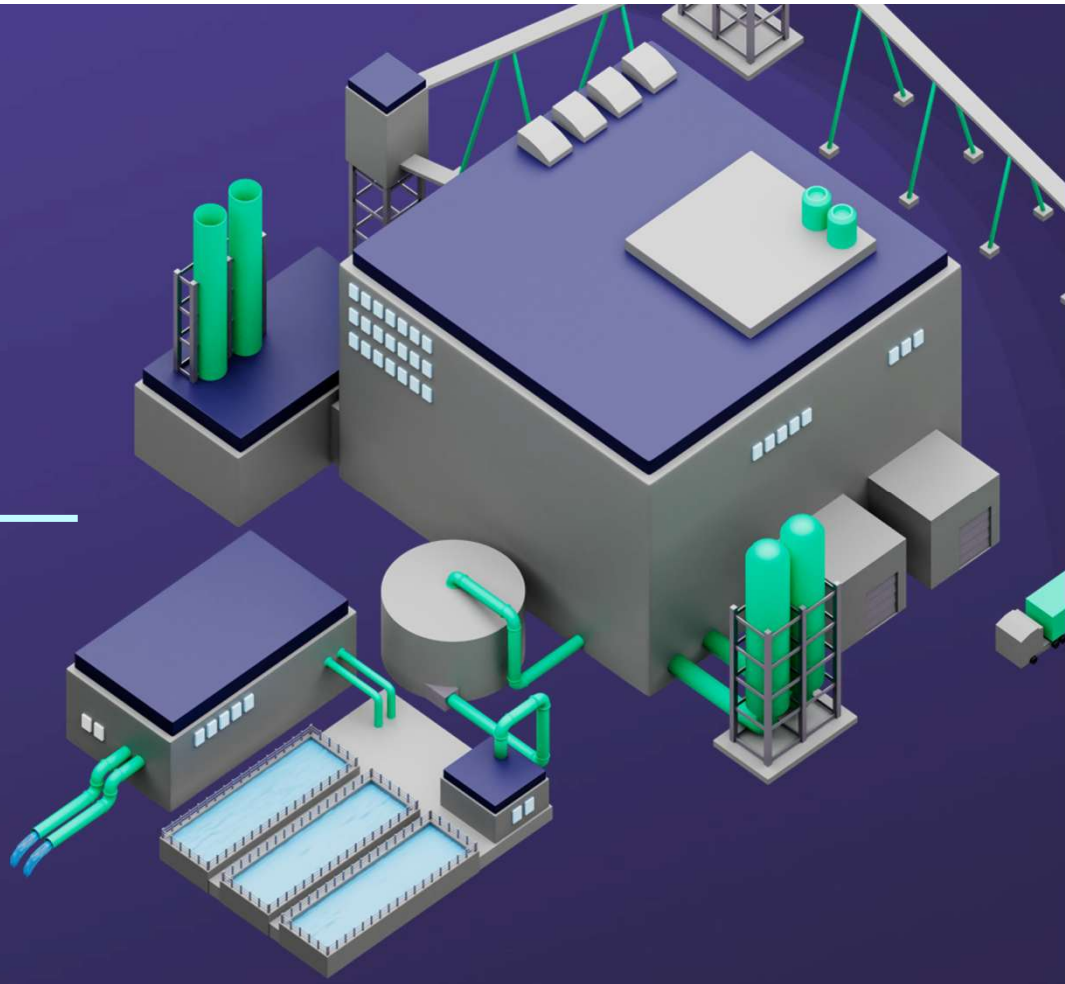
Anssi Suhonen | anssi.suhonen@biobros.fi | www.biobros.fi

Kuopio Water Conference

Uudenlaiset ratkaisut vesipäästöjen monitorointiin kaivosympäristöissä

Tuomo Nissinen, CEO 3AWater

29.10.2026



STAY AHEAD

WITH ACCURATE, ON-SITE TESTING

3Awater

Water quality matters more than ever in mining

Tighter regulations:

Low limits
Limited discharge

Water and climate variability:

Scarcity
Heavy rains
Droughts

Complex ores & processes:

Variable ore
Sensitive enrichment

Advanced treatment | Changing water qualities | Water reuse | Process sensitivity

Water management costs | **Compliance risk** | **Operational risk**

Water quality is no longer only an environmental topic – it is an operational issue.

3Awater

Water decisions still wait for chemistry data



Online / continuous monitoring

pH - electric conductivity - redox potential – turbidity - flow – Level

Fast indication of change

Lab / periodic monitoring

Metals – sulphate – other chemistry

Daily - weekly - monthly samples

Detailed Data, of ten delayed

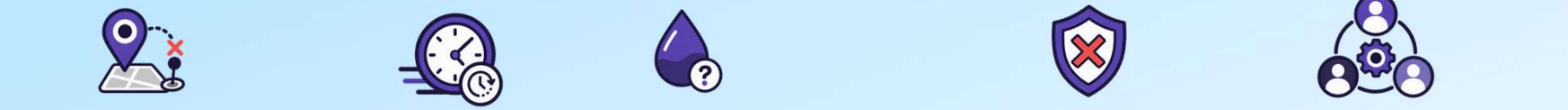


Fast indicators show change. Lab metals explain what changed — often too late.

3Awater

Where monitoring data often fails to become action

Water system → **Monitoring** → **Data** → **Interpretation** → **Decision** → **Action**





Wrong point– Sampling not linked to decision



Too late - After decision window



Not specific enough - Change detected, cause unclear



Trust gap – Reliability and interpretation



No embedded process - No owner, overview or routine action

3Awater

Different monitoring solutions solve different parts of the problem

Solution	Contribution
External / internal lab	Detailed, reliable reference information
24/7 on-site lab	Faster results, but resource-intensive
Online instruments	Continuous monitoring of selected parameters and points
Data platforms / dashboards	Shared information and better visibility
Multimetal Water Analysis System (MWAS)	Flexible, quantitative data during the operational decision window

3Awater

Start from the decision — then design monitoring

1. What decision

Route · treat · discharge · investigate

5. Who acts

Owner · routine · response

Operational decision to improve

2. What Data

Parameters · frequency · accuracy

4. Where to measure

Source · pond · within process · treatment · discharge

3. How fast

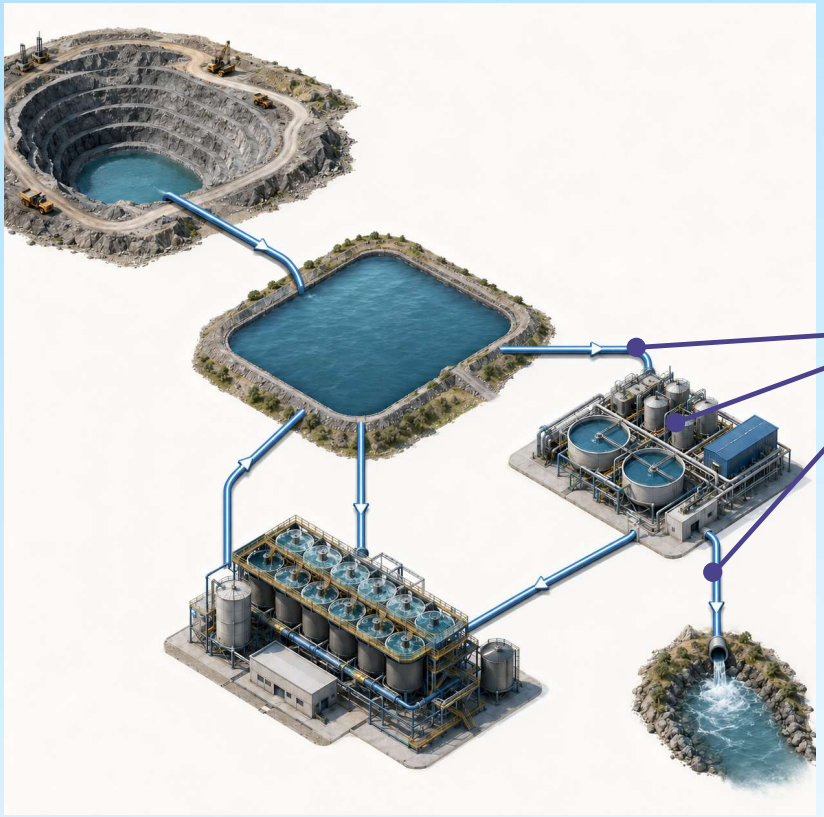
Minutes · shift · day · reporting

Monitoring becomes valuable when the data is linked to a clear operational action.

3Awater

Use case: Water treatment

Water treatment OpEx: ~8M€



Situation:

- Incoming water quality changes due to weather, ore variability and water reuse
- Complex water treatment due to low discharge limits

Missing information:

Dissolved metals at input, between treatment steps and after treatment

Decisions:

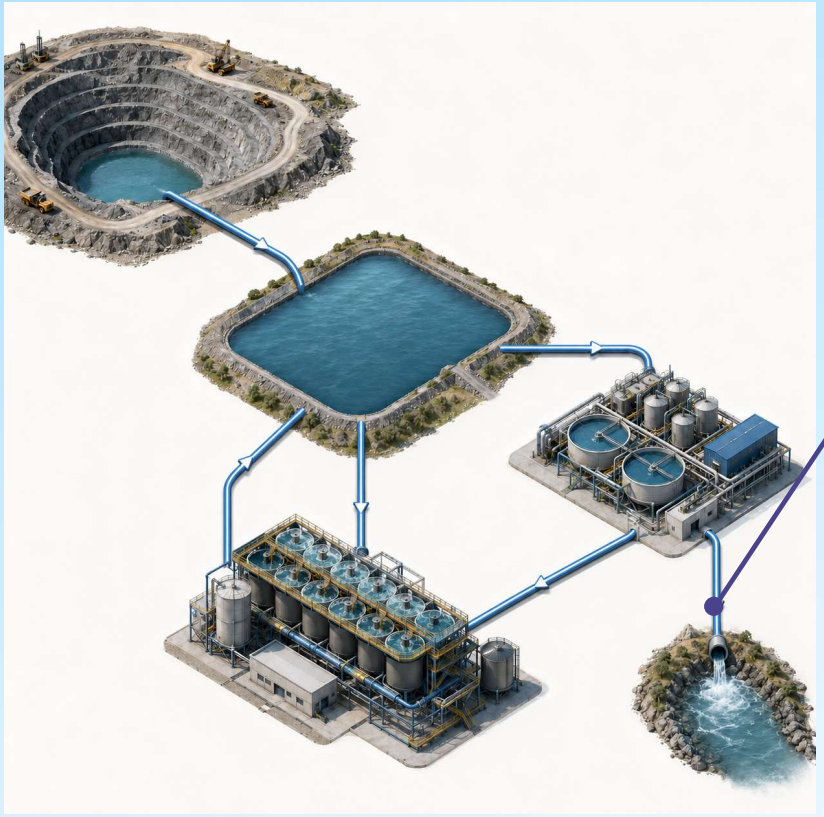
- Adjust chemical dose, flow, settling time according the input quality
- Regenerate or clean IX or RO at optimal time

Value:

- **Avoid both undertreatment and overtreatment**
- **Reduce treatment costs**

3Awater

Use case: Discharge compliance



Situation:

- Retention pond is filling during heavy rain, but lab confirmation is delayed.

Missing information:

- Are dissolved metal levels below discharge criteria now?

Decisions:

- Discharge, hold, or reroute back to treatment

Value:

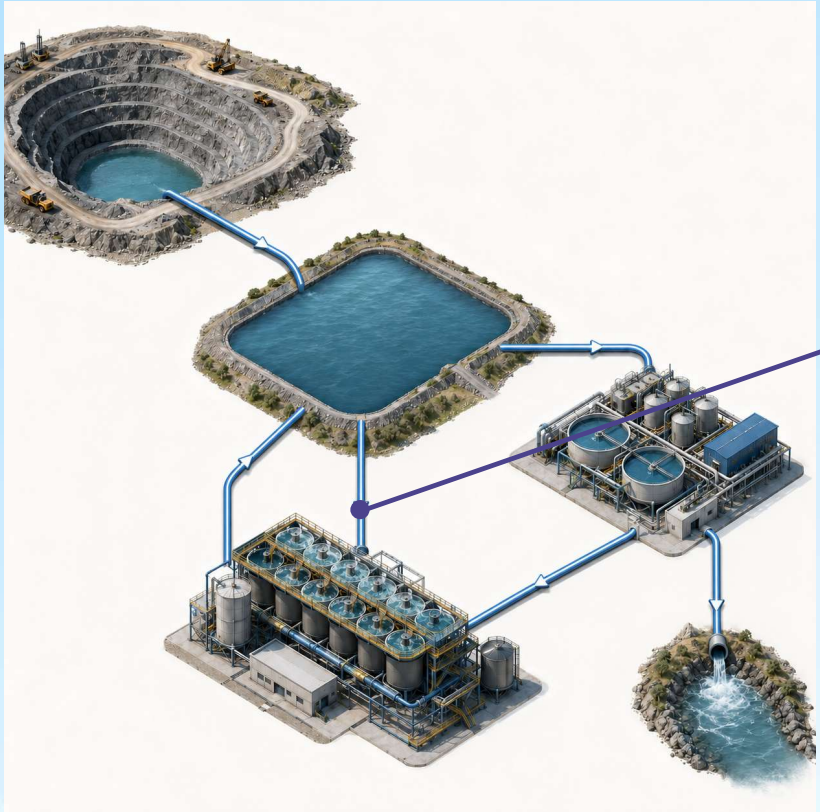
- **Reduce compliance risk and avoid unnecessary water storage.**

3Awater

Use case: Flotation

20% Ni recovery drop in summer[1,2]

Estimation: Half of the drop is related to process water chemistry changes



Situation:

- Dissolved metals and other species accumulate in closed loops due to water reuse and seasonal changes.

Missing information:

- Whether process water chemistry is contributing to instability.

Decisions:

- Mix waters from different sources (mine, reservoir, treated and raw) for optimal process water quality.

Value:

- **Reduce unexplained flotation disturbances and production losses.**

[1]Musuku, Saari, Dahl 2022, Minerals 12, 1406. DOI: 10.3390/min12111406.
[2]Musuku, Kasymova, Saari, Dahl 2023, Minerals 13, 277. DOI: 10.3390/min13020277.

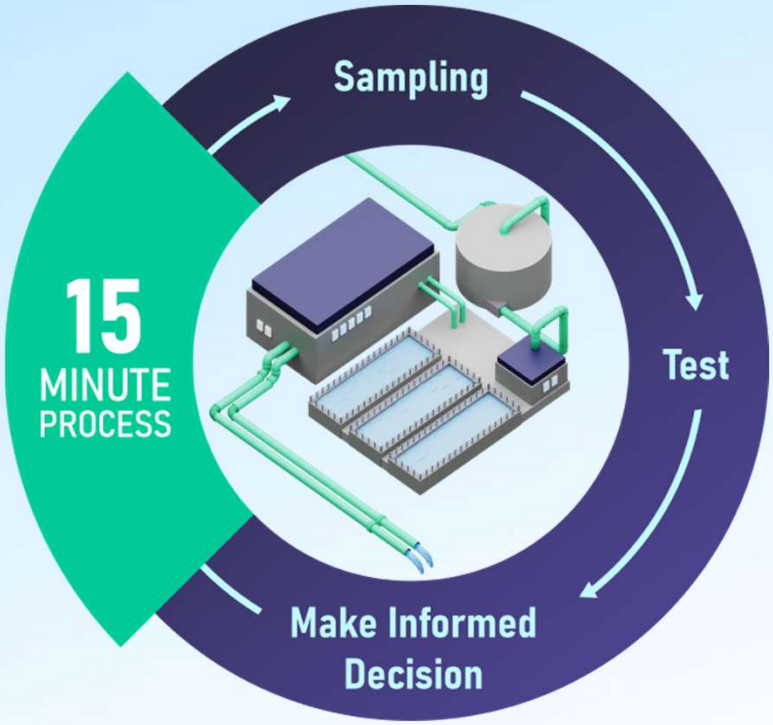
3Awater

Multimetal Water Analysis Solution

Act fast
Actionable insights in under 15 minutes, no more delayed reactions due to outdated information

Resolve issues
Detect and resolve problems before they escalate into downtime or environmental hazards

Optimize processes
Save in costs by optimizing industrial processes with timely feedback



3Awater

Multimetal water analysis system

- Dissolved metal on-site
- Results in under 15 minutes
- Typical range: µg/L to mg/L level
- Multiple metals from one sample
- Flexible sampling across water system
- Minimal training required

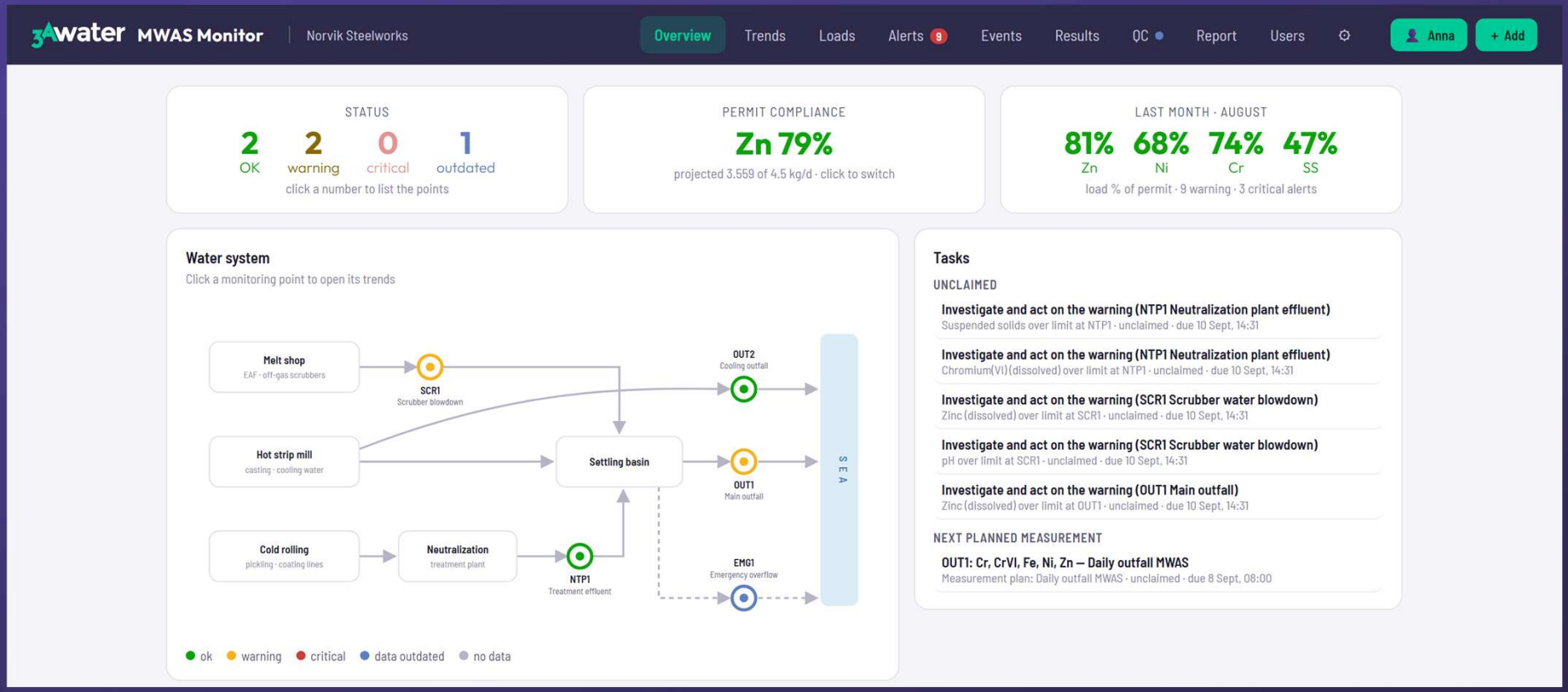






3Awater

3AWater MWAS Monitor



3Awater

Key takeaways

Water quality is operational

Water quality affects treatment, discharges, water reuse and process stability

More data is not enough

Monitoring creates value only when data supports decisions

Start from the decision

Define what action should improve — then choose parameters, points, timing and tools.

Different tools solve different gaps

Labs, online sensors, dashboards and fast on-site analysis all have a role.

Better water quality monitoring is not about collecting more data — it is about connecting the right data to the right decision at the right time.

3Awater

Contact information

TUOMO NISSINEN, CEO
+358 50 364 3220
tuomo@3awater.com
Microkatu 1M, 70210 Kuopio

3awater.com



Tuomo Nissinen
CEO of 3AWater, Fast and easy metal analysis 📏 of waters 💧 f...

SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU

KUOPIO WATER CLUSTER

EDISTYKSELLISTEN VEDENKÄSITTELYMENETELMIEN KEHITTÄMINEN JA PILOTOINTI KAIVOSYMPÄRISTÖISSÄ

Eero Antikainen
Tutkimus- ja kehityspäällikkö
Vesiturvallisuus / Ympäristötekniikka

Kuopio Water Conference 29.10.2026

SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

YMPÄRISTÖTEKNIIKAN TKI-YKSIKKÖ / VESITURVALLISUUDEN TUTKIMUSALA



SAVONIA

WATERLAB

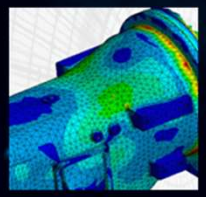
VESILABORATORION TARJOAMA UUSIEN RATKAISUIDEN KEHITTÄMISEEN JA TESTAAMISEEN

VAIHE 1: Koejärjestelyiden ja pilot-laitteistojen suunnittelu

VAIHE 2: Labratorio-mittakaavan esikokeet ja analytiikka

VAIHE 3: Pilot-mittakaavan kenttäkokeet ja demonstraatiot

VAIHE 4: Arviot ja suositukset full scale -ratkaisuista









9

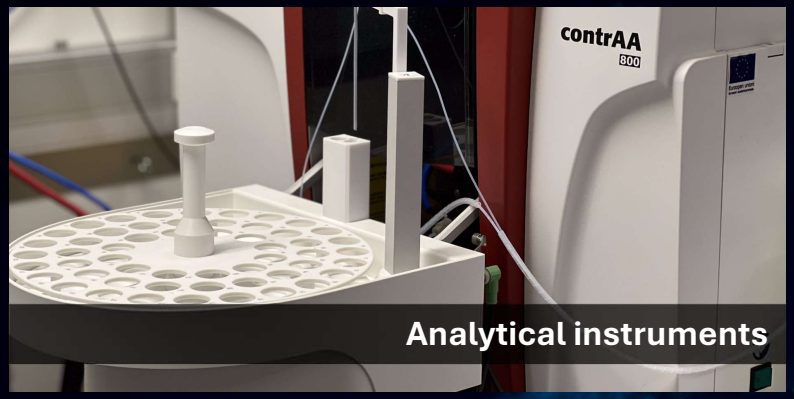
SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

WATERLAB

A unique combination of laboratory facilities, specialized equipment and skilled experts to boost research, testing and product development


Chemical Lab


Own Workshop



Analytical instruments



RDI services in collaborative laboratory space


Team of experts & skilled assisting personnel



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

WATERLAB

ESIMERKKEJÄ VESILABORATORION KOELAITTEISTOISTA:



Kolonnikokeet 1-30-litraisilla kolonneilla (täyteaineiden adsorptio, suodatinmateriaalin toiminta, tukkiutumisriskit)



Jäteveden käsittely aktiivilietemenetelmällä, pilottikokoluokan koelaitteisto



FlowLoop – kaivostäyttöpastan kuljetusta simuloiva koelaitteisto

SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

WATERPILOT

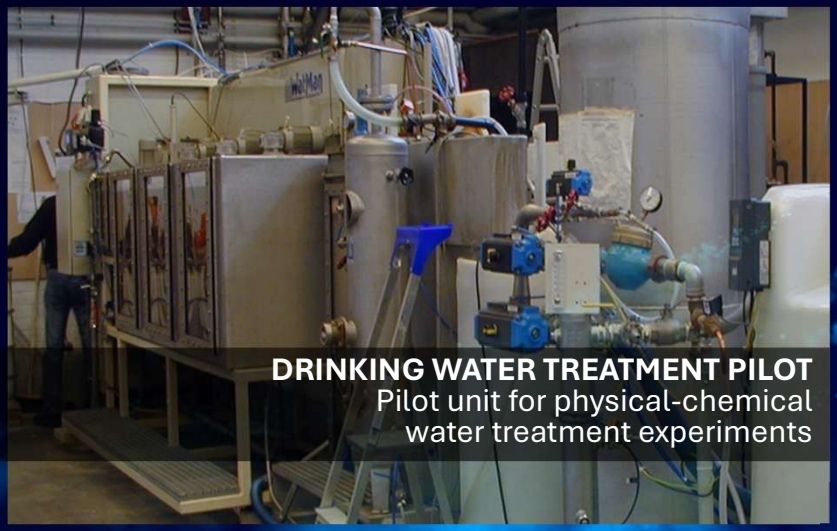
Piloting services for testing and development of water treatment and recovery processes



ADVANCED FILTRATION PILOT
Pilot unit for separation and recovery experiments based on combination of filtration technologies



INDUSTRIAL RECOVERY PILOT
Pilot unit for physical-chemical water treatment experiments of industrial waters



DRINKING WATER TREATMENT PILOT
Pilot unit for physical-chemical water treatment experiments



MBBR pilot
Pilot unit for microbiological water treatment and resource recovery experiments

- ✓ Piloting facilities in sea containers transportable to a test site
- ✓ Customizable modular units designed to meet case-specific requirements



WATERPILOT

SAVONIA

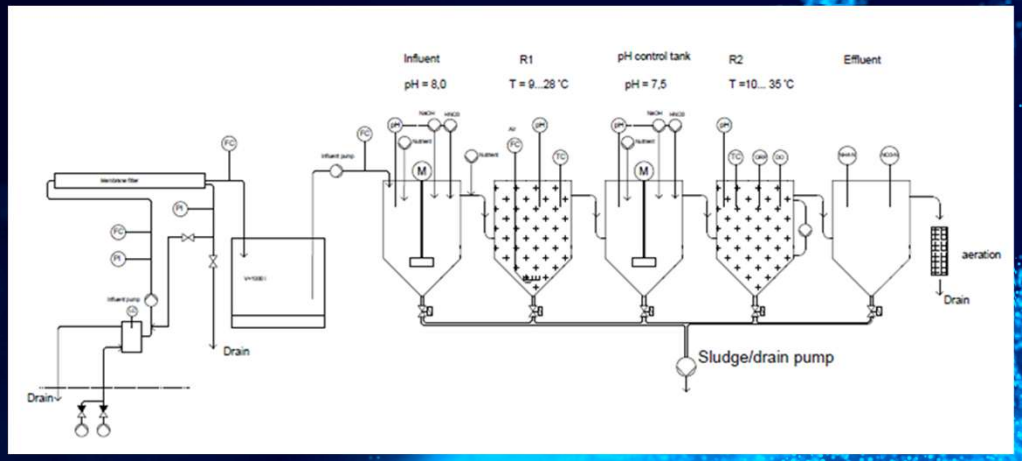
MBBR PILOT UNIT

Pilot-kokoluokan MBBR-koelaitteisto kaksivaiheisen typenpoiston (nitrifikaatio-denitrifikaatio) testaamiseen teollisuuskohteissa

MBBR = Moving Bed Biofilm Reactor

Savonian pilot-mittakaavan typenpoistoprosessi (MBBR-prosessi; Moving Bed Biofilm Reactor) koostuu viidestä identtisestä 1 000 litran kokoisesta sarjaan kytketystä reaktorista, jotka on asennettu lämpöeristetyn merikontin sisään.





Pilotointi tuottaa tietoa MBBR-prosessin toiminnasta ja toimivuudesta:

- Käsiteltävän veden soveltuvuus mikrobiologiseen typen poistoon
- Saavutettavissa oleva reduktiotehokkuus tavoitelämpötilassa
- Koeajoihin perustuvaa tietoa MBBR-prosessilla saavutettavissa olevista kuormituksesta vs. poistumasta ammoniumtypen (g NH4-N/m2/d), nitraattitypen (g NO3-N/m2/d) ja kokonaistypen (TN) osalta
- Suositukset jatkotoimenpiteistä mahdollisen täyden mittakaavan laitoksen suunnittelun pohjaksi.

WATERPILOT

SAVONIA

MBBR PILOT UNIT

Piloting unit for microbiological water treatment and resource recovery experiments

Case example: Nitrogen removal in Kittilä gold mine, Agnico Eagle



Laboratory-scale MBBR-process at Savonia´s Water Lab: Pre-feasibility study of the usability of MBBR-process for microbiological nitrogen removal from mining waste waters (spring 2019)



Pilot-scale MBBR-process: On-site feasibility tests of microbiological nitrogen removal from mining waste waters at the Agnico Eagle´s gold mine in Kittilä, Finland (winter 2019-2020)



Full-scale MBBR-plant in operation (first in Finland) on-site at the Agnico Eagle´s gold mine in Kittilä, Finland (April 2023)

WATERPILOT

SAVONIA

FILTRATION TEST UNIT

“SUODATUSKONTTI”

Suodatusteknologioiden tutkimus, kehitys ja pilot-mittakaavan kenttäkokeet teollisuuskohteissa





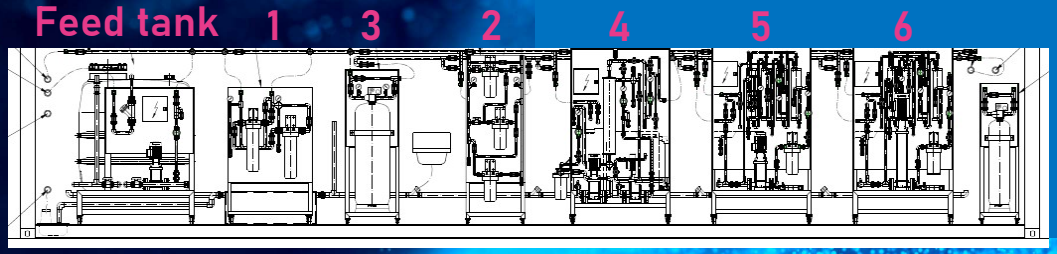
Täysin automatisoitu ja etähallittava koelaitteisto on asennettu merikonttiin (12 m/ 40 ft). Kuorma-autolla kuljetettavaa konttia voidaan hyödyntää syrjäisissäkin kohteissa, kuten esimerkiksi kaivosalueilla.

Kontti sisältää useita valittavissa olevia suodatusmoduuleja:

1. Karkea suodatus, 200 - 1 000 µm
2. Patruunasuodatus, 5 - 200 µm
3. Monikerrossuodatus/ hiekkasuodatus
4. Ultrasuodatus
5. Nanosuodatus
6. RO-suodatinyksikkö (käänteisosmoosi)

Suunniteltu virtausnopeus suodatinyksikköä kohti on ~1 m^3/h.





Saatavilla olevat esisuodattimet/ lisälaitteet:

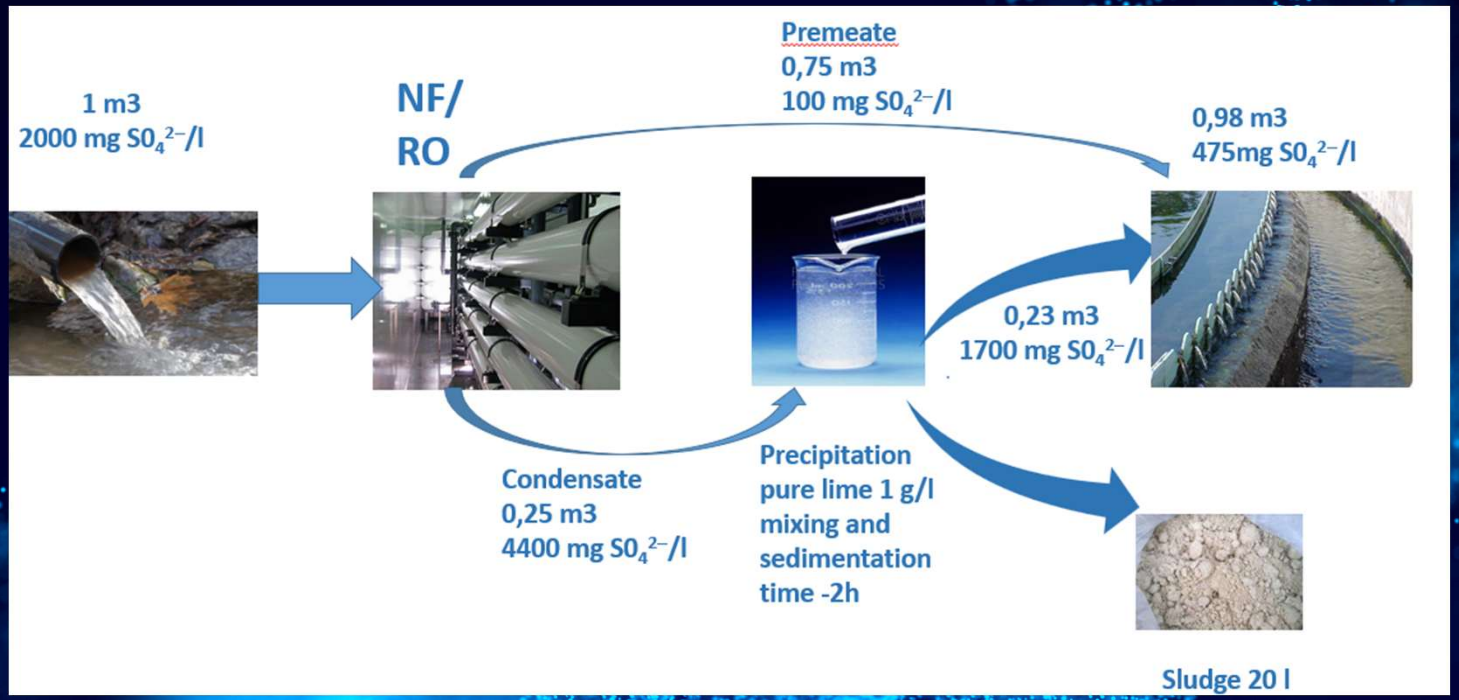
- ✓ Lamelliselkeytin
- ✓ Flotaatioselkeytin

WATERPILOT

SAVONIA

ADVANCED FILTRATION PILOT UNIT

Case example: Sulphate removal from mine discharge water below 500 mg/l



WATERPILOT

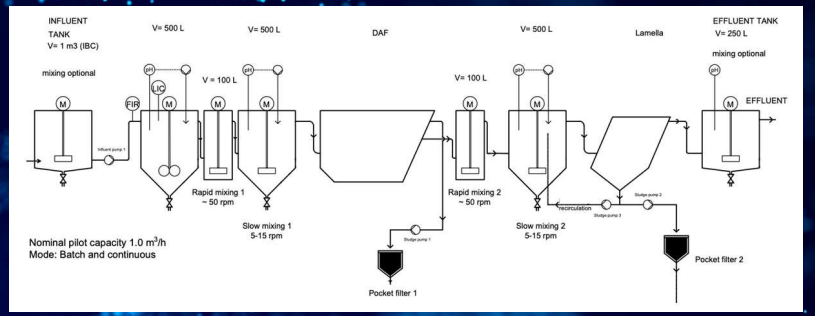
INDUSTRIAL RECOVERY PILOT

Flotaatio- ja lamelliselkeytyksen pilotointi teollisuuskohteissa

Koelaitteistolla voidaan testata mm. seuraavia prosesseja:

- Kiintoaineen erotustehokkuutta flotaatiolla ja/tai lamelliselkeytyksellä
- Kemiallisen saostuksen toimivuutta yhdistettynä flotaatioselkeytykseen ja/tai lamelliselkeytykseen
- Metallien talteenottoprosessien toimivuutta eri resepteillä
- GTK:n ja Savonian yhteisomisteinen pilot-laitteisto







Laitteisto on rakennettu merikontin (12 m/40 ft) sisään ja sillä voidaan operoida sekä talvi- että kesäolosuhteissa ulkotiloissa. Laitteiston mukana tulee tarvittaessa myös erillinen aggregaattikontti, jolla voidaan tuottaa koelaitteiston tarvitsema sähkö paikan päällä, jos testauskohteeseen ei ole saatavissa sähköä.

WATERPILOT

SAVONIA

WATER TREATMENT PILOT

Monipuolinen konttikokoinen vesilaitos vedenkäsittelymenetelmien ja vesiturvallisuushaasteiden pilotointiin

Eristettyyn, 12-metriseen merikonttiin asennetun laitteiston toimintaa voidaan seurata ja ohjata verkossa. Asiantuntijat pystyvät ottamaan osaa pilotointiin myös etänä.

- Vedenkäsittelyn testaus ja pilotointi
- Vedenkäsittelykemikaalien kokeet
- Desinfiointikokeet
- Erilaisten yksikköprosessien testaus ja pilotointi
- Mittaus- ja valvontalaitteiden testaus ja pilotointi

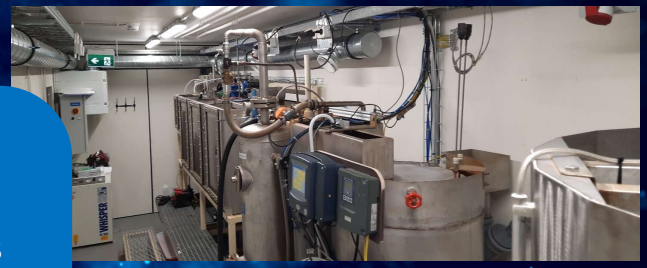


Etävalvonta:

- ✓ Lämpötila, pH, johtavuus, virtaama, prosessin suorituskyky, säiliöiden pinnanmittaus
- ✓ Käyttödatan tallentaminen

Etäohjaus:

- ✓ Laitoksen virtaama (1–3 m^3/h)
- ✓ pH (virtaamaan/vakioarvoon sidottu)



Yksikköprosessit:

- ✓ Pikasekoitusvaihe
- ✓ Kolmivaiheinen hämmennys (koagulaatio/flokkulaatio)
- ✓ Flotaatio
- ✓ Hiekkasuodatus
- ✓ Desinfiointi (klooraus/UV/O3)



ANALYTIIKKA

– PILOTOINTIKONTIN KENTTÄLABORATORIO

Pilotoinnin aikana: käsimittaukset ja pika-analyysit

- pH-määritys
- Lämpötila
- Sähkönjohtavuus
- Sameus
- Kiintoaine
- LCK-testit (mm. sulfaatit ja kloridit)
- PAMAS-mittaukset (partikkelikokojakauma)

Lisäksi tehdään näytteenottoa perusteellisempia laboratorioanalyyseja varten.







WATERLAB

SAVONIA

ANALYTIIKKA
– SAVONIAN VESILABORATORIO

Kattava vesianalytiikka

- ✓ Metallianalyysit: AAS ContrAA –atomiabsorptiospektrofotometri
- ✓ Anionit, kationit: IC –ionikromatografi
- ✓ Orgaaniset yhdisteet: HPLC
- ✓ TOC/DOC Analytic Jena -analysaattori (myös TN-analyysit)
- ✓ Perusvesianalyysit: Spektrofotometrit (Hach Lange)
- ✓ Saostuskokeet: 2 kpl Kemira Kemwater Flocculator 2000
- ✓ Pintavaraukset: Zeta-potentiaalin mittalaite
- ✓ Partikkelit: PAMAS-partikkelilaskuri

Lisäksi käytettävissä KWC-kumppaneiden laitteistot ja asiantuntemus:

- MaldiTof mikrobien määrityslaitteisto (THL)
- MP AES alkuaineanalytiikka, ICP massa (UEF)
- ICP-OEC alkuaineanalytiikka, (Savonian Bio- ja kiertotalouden laboratorio)
- On-line XRF (GTK)
- Lysimetrikentät (Luke)



KIITOS!

https://vimeo.com/1221123950/a514838abf?share=copy&fl=sv&fe=ci



Euroopan unionin osarahoittama

POHJOIS-KARJALA Maakuntaliitto

GTK



Uusi pilottikokoinen vesienkäsittelylaitteisto GTK Minteciin vuonna 2027

Kuopio Water Conference 29.10.2026

TkT Ted Nuorivaara, Dr. Junhua Xu

Agenda

- Taustat
- Tavoitteet
- Laitteistot
- Visio
- Yhteenveto



Taustat

- Vesi on olennainen osa lähes jokaista kaivosalan prosessia
- Erityisesti kaivostoiminnassa vanhemmat luvat ovat vedenlaadun kannalta sallivampia, ajalta jolloin kaivostoiminnan ympäristövaikutukset eivät olleet yhtä laajasti selvitettyjä
- Uudemmissa ympäristöluvissa on tiukemmat vaatimukset jäteveden laadulle, ja monilla alueilla kansalaiset vastustavat raskaan teollisuuden hankkeita vedoten aiempiin ympäristöongelmiin
- Vesienkäsittelyä on pitkään tehty ympäristölupien vähimmäisvaatimusten mukaisesti, jolloin epäpuhtauksia jää purkuveteen

Tavoitteet

Tavoitteena on rakentaa GTK Mintecin tutkimuslaboratorion olemassa olevaan infrastruktuuriin integroitu ja modulaarinen vesienkäsittelylaitteisto kaivos- ja prosessivesien käsittelyyn ja tutkimiseen.

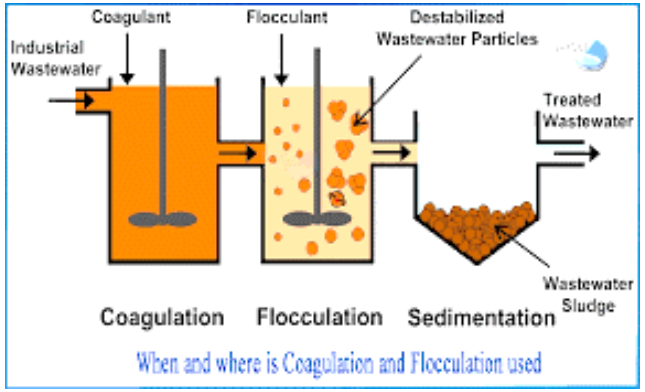
Valmistuttuaan kokonaisuus mahdollistaa yksittäisten käsittelyteknologioiden sekä integroitujen prosessiketjujen pilotoinnin, optimoinnin ja vertailun.

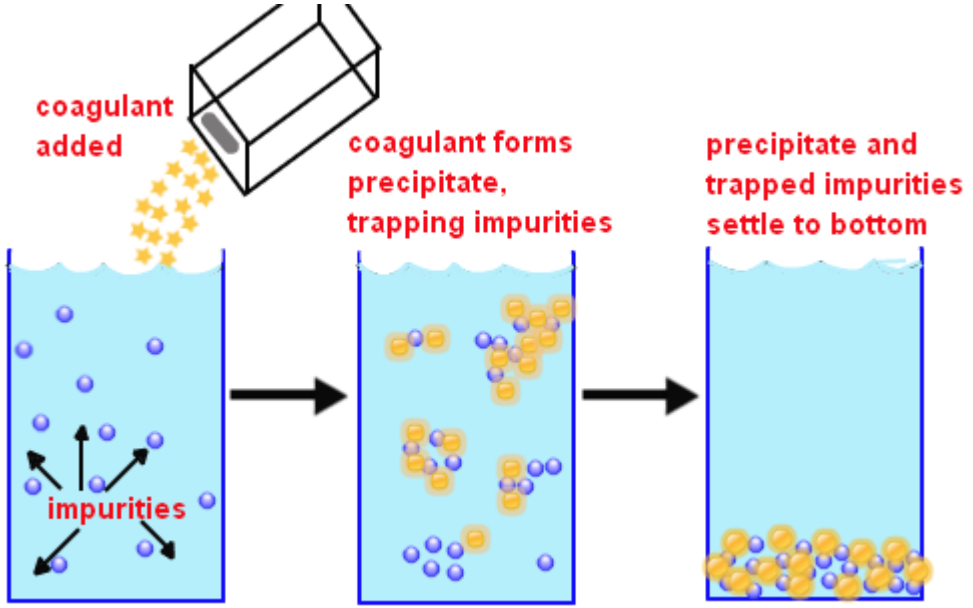


Laiteisto 1

Kemiallinen koagulointi







Kemikaalit

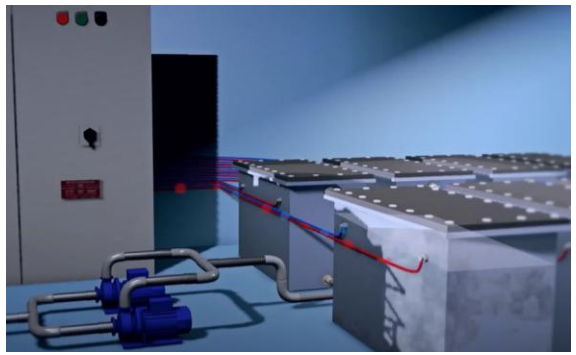
Koagulantit: $Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$, $AlCl_3$, $FeCl_3$, ...

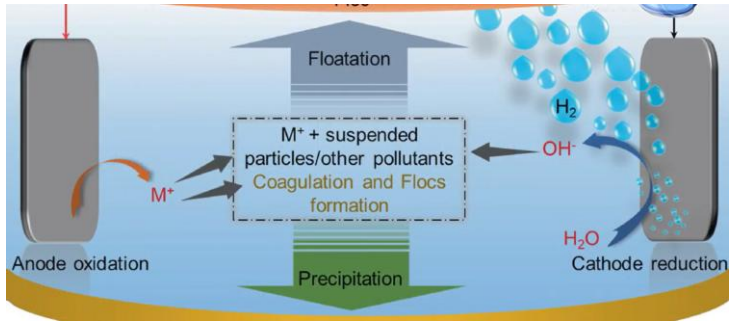
Flokkulantit: $Ca(OH)_2$ $Mg(OH)_2$

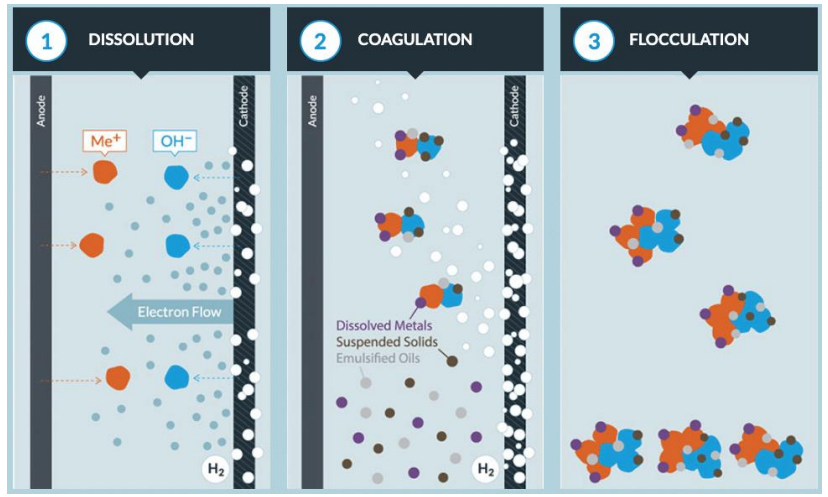
- Koagulantteja, flokkulantteja ja pH:n säätöaineita lisätään jäteveteen.
- Epäpuhtaudet muodostavat liukenemattomia faaseja.
- Muodostuneet kiintoaineet erotetaan vedestä sedimentaation avulla.

Laitteisto 2

Sähkokoagulointi







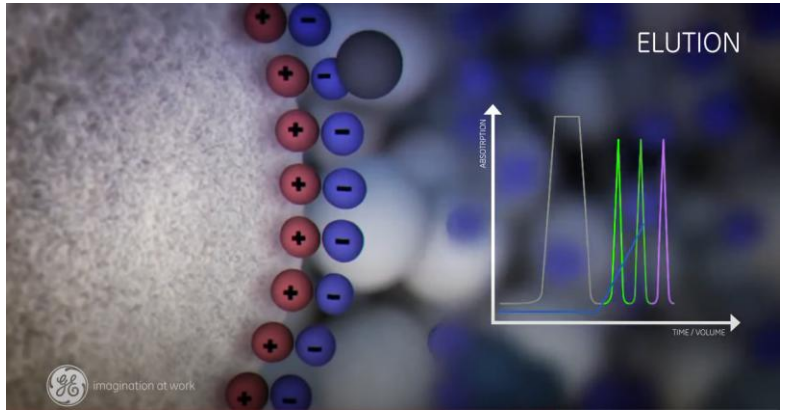
- Koagulantit tuotetaan sähkökemiallisesti elektrodien avulla.
- Elektrodeista liukenee metalli-ioneja veteen.
- Epäpuhtaudet muodostavat flokkeja.
- Flokit erotetaan sedimentaatiolla tai vaahdottamalla.

Anode Material	Best For	pH Range	Sludge Formation	Cost
Aluminum (Al)	Fluoride, phosphate, turbidity	5-8	Medium	Low
Iron (Fe)	Heavy metals, dyes, arsenic	6-9	High	Low
Al-Fe Hybrid	Industrial wastewater, mixed pollutants	5-9	Moderate	Medium

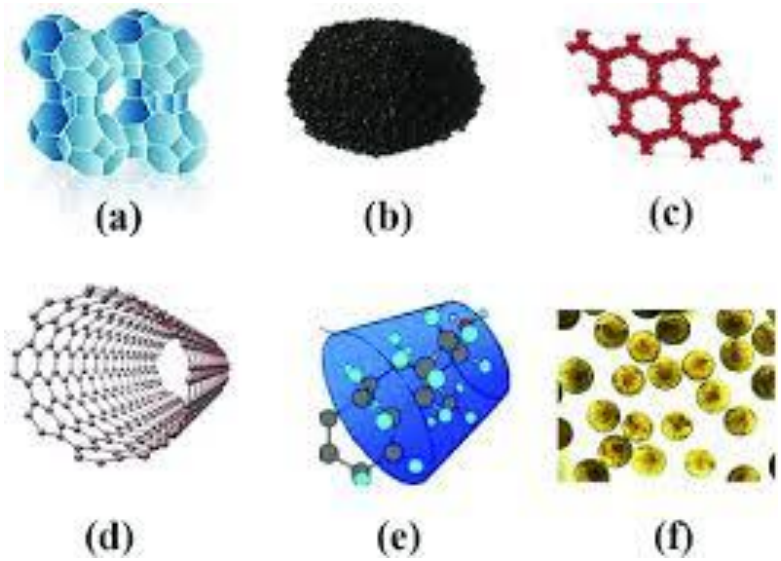
Laitteisto 3 – puhdistuskolonnit

Adsorptio ja ionivaihto





Adsorbentit: Aktiivihiili, zeoliitti, hartsi, biohiili jne.



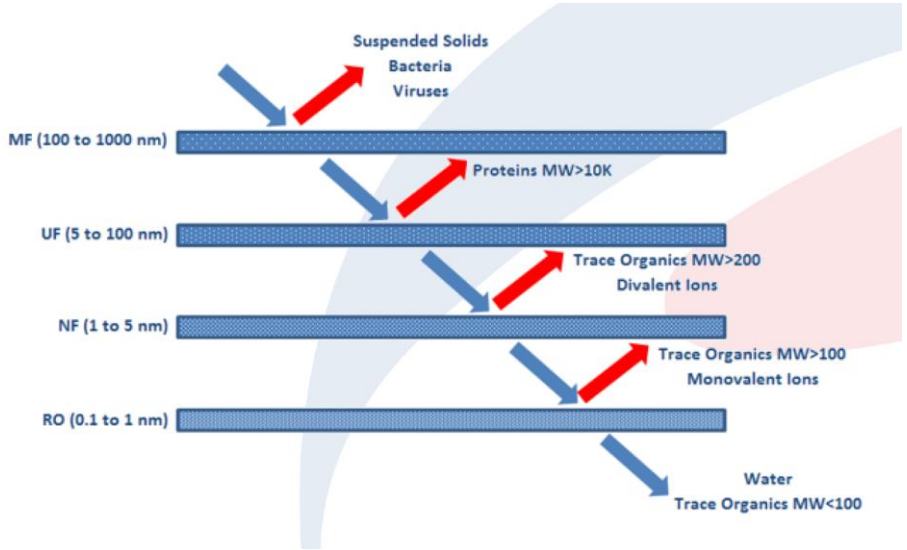
- Vesi johdetaan adsorbenttia sisältävän kolonnin läpi.
- Adsorptiossa epäpuhtaudet sitoutuvat materiaalin pinnalle.
- Ioninvaihdossa liuenneet ionit korvautuvat hartsiin sitoutuneilla ioneilla.
- Materiaalit voidaan regeneroida ja käyttää uudelleen.

Euroopan unionin osarahoittama

Laitteisto 4

Kalvosuodatus: Mikro-, Ultra-, Nano-suodatus ja käänteisosmoosi

Kalvosuodatuksessa vettä johdetaan puoliläpäisevän kalvon läpi paine-eron avulla.



Edut

- Korkea erotustehokkuus
- Vähäinen kemikaalien tarve
- Kompakti laitteisto
- Helppo automatisoida jatkuvatoimiseen käyttöön
- Tasainen vedenlaatu

Haasteet

- Energiankulutus kasvaa käyttöpaineen myötä
- Kalvojen likaantuminen



Visio - Räätälöity vedenkäsittelyproseduuri

- **Kemiallinen koagulointi:** kiintoaineen, kolloidien ja metallien erotus.
- **Sähkökoagulointi:** metallien, öljyjen ja hienojakoisten epäpuhtauksien poisto.
- **Ioninvaihto:** liuenneiden ravinteiden ja metallien poistaminen tai talteenotto.
- **Kalvosuodatusmenetelmät**
  - **MF:** kiintoaineet ja mikro-organismit
  - **US:** hienojakoinen kiintoaine, kolloidit ja makromolekyylit
  - **NS:** pienet orgaaniset molekyylit ja moniarvoiset ionit
  - **RO:** suolojen ja liuenneiden epäpuhtauksien poisto

Yhteenveto

- Valmistuttuaan GTK Mintecillä on maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen infrastruktuuri, joka mahdollistaa paitsi rikastusmenetelmien tutkimisen myös prosessoinnin aikana syntyvän jäteveden käsittelyn
- Vedenkäsittelylaitteet tarjoavat mahdollisuuden tutkia sekä yksittäisiä vesinäytteitä että koelaitoksen prosessivesiä, sillä putkistot pilottilaitokselta vedenkäsittelylaitteelle ovat jo olemassa



Kiitos!

Ted Nuorivaara
Researcher
Tel. +358 50 348 6571
ted.nuorivaara@gtk.fi

GTK

gtk.fi/en

@GTK.FI **@GTK** **@geologicalsurvey_fi**

@gtk-fi.bsky.social **GeologiantutkimuskeskusGTK**

FOR EARTH AND FOR US

The **Geological Survey of Finland GTK** produces impartial and objective research data and services in support of decision-making in industry, academia, and wider society to accelerate the transition to a sustainable, carbon-neutral world. GTK employs more than 400 experts specializing in the mineral economy, circular economy, solutions related to energy, water and the environment, as well as digital solutions. GTK is a research institution governed by the Finnish Ministry of Employment and the Economy, operating in Finland and globally.



UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND

UEF WATER

Yhteistyömahdollisuudet vesitutkimuksessa

Miksi veteen liittyvää tutkimusta??

Puhtaan juoma- ja käyttöveden saannin turvaaminen on yksi merkittävimmistä haasteista ympäristösektorilla. Samoin vesistöjen ekologisen ja kemiallisen tilan pitäminen vähintään hyvällä tasolla.

Kemikaalien tuotanto ja käyttö maailmanlaajuista, samoin niistä aiheutuvat ongelmat → päästöt, onnettomuudet

Meidän tulee tarjota työkaluja

- **Puhtaan veden tuottamiseen**
- **Saastumisen ehkäisyyn**
- **Ympäristöntilan monitorointiin**
- **Ongelmien riittävän aikaiseen havaitsemiseen**
- **Pilaantuneiden alueiden puhdistamiseen**
- **Vesiresurssien käyttöön ja hallinnointiin**



Asiantuntemus

17 PI:tä (professorit ja tutkimusjohtajat), yhteensä lähes 100 tutkijaa kahdella kampuksella

Keskeisiä tutkimusaloja:

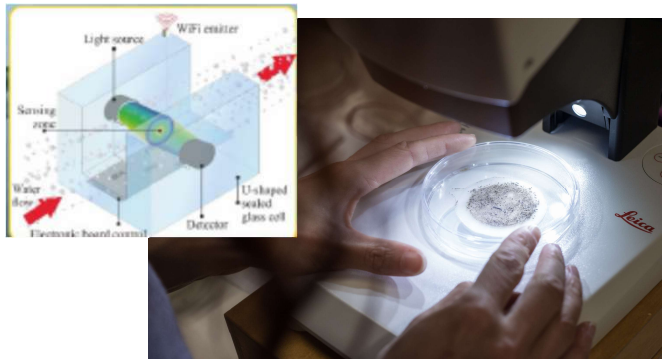
- Vesistöjen tila ja veden pudistus
  - New materials for physico-chemical water treatment, Nature-based approaches for wastewater and storm water treatment, State-of-art facility for analysis of emerging pollutants, Modelling of water systems.
- Akvaattinen ekologia
  - Behavioral ecology, Quantitative genetics, Fish biology, Aquatic food webs, Ecotoxicology, Sediment transport.
- Vesioikeus ja -politiikka
  - Multi-level water law and governance for sustainable use of aquatic resources
  - Adaptive law and governance for managing the social-ecological resilience of waters

Materiaalitekniikka @UEF vesitutkimuksessa

Teknillisen fysiikan laitoksen materiaalitutkimusta yhdistävä teema:

”Materiaali- ja nanotekniikan hyödyntäminen materiaalisovellusten kehittämiseksi

→ materiaalien ominaisuuksien ja suorituskyvyn räätälöinti”



Materiaalitekniikan tutkimusryhmä (prof. Arto Koistinen)

1) Mikromuovitutkimus ja -teknologia

- Analyysiteknologian kehittäminen ympäristö- ja teollisuusnäytteiden *in situ* analyysiin ja monitorointiin. Materiaalien kulkeutumisen, ikääntymisen ja interaktioiden tutkimus.

2) Vedenpuhdistusratkaisut, uudet materiaalit ja teknologiat

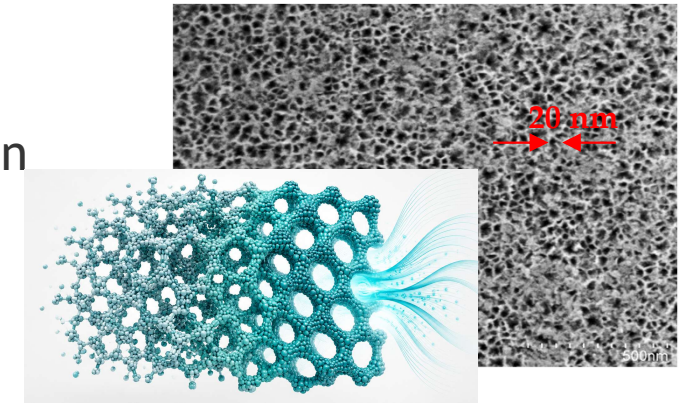
- Biomassojen, kiertotalouden materiaalien ja teollisuuden sivuvirtojen jalostaminen ja räätälöinti vedenpuhdistukseen. Uusien teknologioiden (3D-tulostus, pinnoitteet) kehittäminen materiaalien ominaisuuksien räätälöintiin.

Materiaalitekniikka @UEF vesitutkimuksessa

Teknillisen fysiikan laitoksen materiaalitutkimusta yhdistävä teema:

”Materiaali- ja nanotekniikan hyödyntäminen materiaalisovellusten kehittämiseksi
→ materiaalien ominaisuuksien ja suorituskyvyn räätälöinti”

Farmaseuttisen fysiikan tutkimusryhmä (prof. V-P Lehto)



1) Nanorakenteiset hybridimateriaalit

- Nanorakenteisten materiaalien kehitys metallien selektiiviseen talteenottoon esim. funktionalisoimalla huokoisia pii- tai pii-karbidimateriaaleja.

2) Metallien monitorointimenetelmien kehitys vesi- ja sedimenttinäytteistä

- Tavoitteena kenttäkäyttöön soveltuvat analyysimenetelmät, joilla metallipitoisuudet voidaan määrittää tarkasti erilaisissa vesilähteissä ja käsittelyvaiheissa.

Tarve vesistöjen mallintamiselle

- Tarve vesistöjen mallintamisen kehittämiselle tukemaan ympäristövaikutusten arviointia on todellinen mistä on osoituksena yritysten kiinnostus
  - Tarve tulee kiristyneestä EU-lainsäädännöstä
- Erityisesti vesistöjen ekologinen mallinnus on vaikeaa ekosysteemin kompleksisen luonteen vuoksi
  - Esimerkiksi Aquatox-mallissa on 117 differentiaaliyhtälöä
- Perinteisen mallintamisen lisäksi tarvitaan
  - Mallien sovittamista Suomen olosuhteisiin
  - Mallien integraatiota (virtaus, 3D, ekologinen)
  - Mallien parametrien automatisoitua kalibrointia

Mallintamalla parempaa ympäristövaikutusten arviointia

- Ympäristöinformatiikan tutkimusryhmä. Prof. Kolehmainen
- JTF-hanke “Kallavesimalli - parempaa ja tehokkaampaa vesistöjen ympäristövaikutusten arviointia” (1.5.2025 – 30.4.2027)
  - Tavoitteena luoda alusta, jonka pohjalta yritykset voivat tehdä tuotekehitystä liittyen vesistömallien hyödyntämiseen
  - Kumppanina Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys
  - UEFin yritysrahoittajina Envineer, Yara, Vesi-Eko, Boliden, Kuopion Energia
- Lisäksi UEFin ympäristöinformatiikan tutkimusryhmällä on rahoitusta Digital Waters (DIWA) –lippulaivahankkeesta
- Haemme uusia yhteistyökuvioita tuleville vuosille hankkeille, jotka perustuvat nyt tehtävään kehitystyöhön


Kiitos mielenkiinnosta!
UEF WATER
uef.fi/water

Vesiosaaminen tutkimuksesta käytäntöön: analytiikkaa, riskinarviointia ja uusia monitorointiratkaisuja



Ilkka Miettinen

Finnish Institute for Health and Welfare

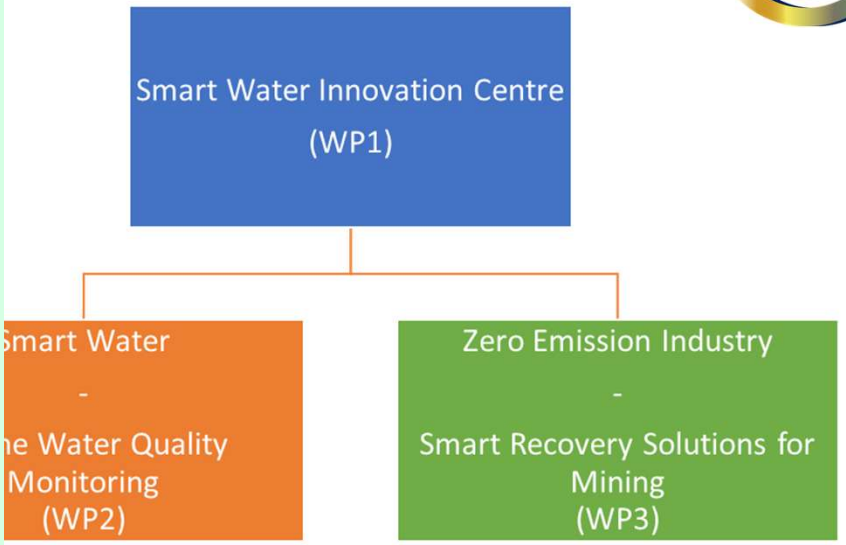
05/11/2026

Water Innovation Ecosystem (WinEco)

Partnerit: Savonia-AMK, THL, UEF ja GTK

Rahoitus: Pohjois-Savon Maakuntaliitto (EAKR) ja Kuopion kaupunki

Kesto: 3 vuotta - 2023-2026



THL:n tehtävä hankkeessa:

- Vesitutkimusosaajien kartoitus: osaamistaso, tilat ja välineet
- TKI-palveluportfolion valmistelu
- Osaamisverkoston testaus

Co-funded by the European Union

KUOPIO

POHJOIS-SAVON LIITTO

Vesialan TKI-palveluportfolio

Kuopiossa yhdistyy vesialan asiantuntemus, tutkimusosaaminen, innovaatiokyky ja analyyttiset sekä kokeelliset testiympäristöt

- Tutkimuskokemus
- Pilotointiympäristöt
- Erikoisanalytiikka
- Vedenlaatu ja riskinarviointi
- Ympäristö ja pohjavesiosaaminen
- Osaamisen kehittäminen (opetustoiminta)

TKI-yhteistyömalleja yrityksille

1.Suora ostopalvelu

- Yksittäiset analyysit, asiantuntijaselvitykset tai rajatut testit.

2. Koordintoitu palvelupaketti

- Yhteydenotto KWC-yhteyspisteeseen, joka kokoaa eri organisaatioiden osaamisen yhteen

3. Projektimuotoinen TKI-yhteistyö

- Yhdessä toteutettava menetelmäkehitys, pilotointi tai rahoitushakua.
-

Posteri-esitys !!

THL-Vesimikrobiologinen tutkimus

- Asiantuntemuksen kehittämisen ja ylläpitämisen edellyttämä vesitutkimus
- Mikrobien havaitseminen, kasvu, ja torjuntatoimet
- Riskinarviointi
- Tutkimusmatriisit
  - Raakavedet/juomavedet
  - Vesiverkostot
  - Asutuksen ja teollisuuden vesijärjestelmät
  - Uimavedet
  - Jätevedet



WWW.THL.FI/VESI
WWW.THL.FI/WATER

THL-Ympäristömyrkkyjen analytiikka

- THL:n Kemian laboratorio tutkii ihmisen altistumista terveydelle haitallisille kemikaaleille.
- Analyysipalvelumme on suunnattu pääasiassa erilaisiin yhteistyöhankkeisiin, mutta analyysistä riippuen tarjoamme palveluita myös ulkoisille asiakkaille. Yksittäisten näytteiden analytiikasta sovitaan tapauskohtaisesti.
- Analyysit soveltuvat ihmisperäisille näytteille, kuten seerumille, äidinmaidolle ja virtsalle sekä ympäristönäytteille, elintarvikkeille, kuluttajatuotteille, vedelle ja rehuille.



THL:n mikrobiologian laboratoriotoiminta vahvistuu Kuopiossa

Kuopio – Seurantatoiminnot

- Bakteriologian seuranta-analytiikka*
- Immunologian analytiikka*
- Virologian seuranta-analytiikka*
- Vesimikrobiologia ja vesiturvallisuusanalytiikka
- Molekyylibiologian analytiikka (pääosa PCR- ja sekvensointitoiminnoista)
- Soluviljely
- Elatusalustatuotanto ja välinehuolto





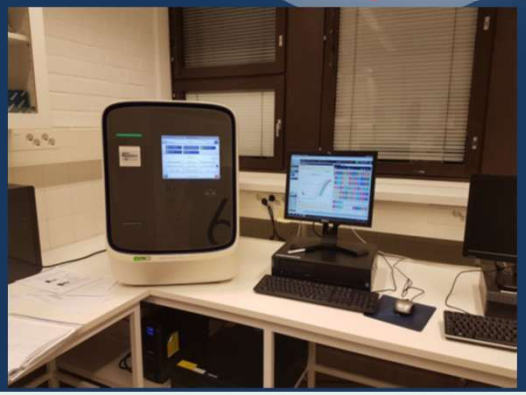
* muutto Kuopioon 2026 alussa

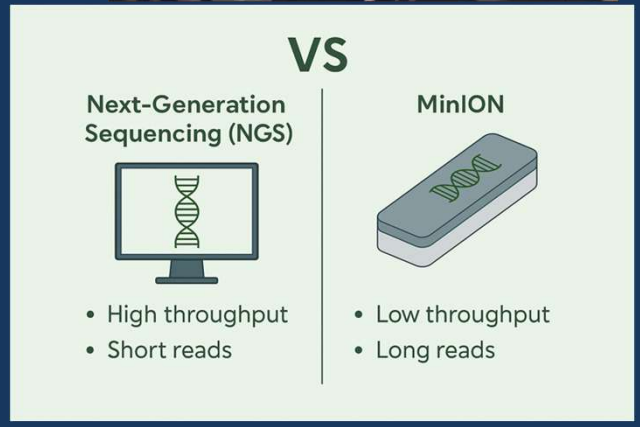
ARCTIC WATER EXCELLENCE

Älykkäät vesienhallinnan menetelmät teollisuuteen ja yhdyskuntien kiertotalouteen

Osahanke(THL/Oulun yliopisto/MITY)
Kaivoksien bioliuotuksen tehokkuutta kuvaavien mikrobiologisten menetelmien tunnistus ja arviointi.

- Mikrobiyhteisöjä kuvaavien menetelmien vertailu
- Mikrobiologinen aktiivisuus bioliuotuksessa

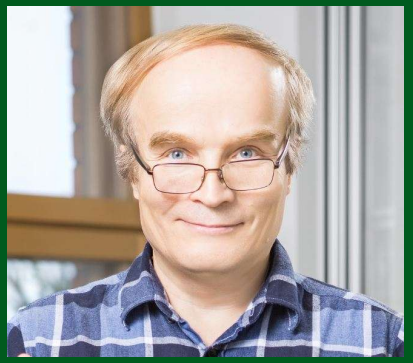




Co-funded by the European Union

Kiitos

Ilkka Miettinen, johtava tutkija
Asiantuntijamikrobiologia
Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
Kuopio
Puh. 029 524 6371
E-mail: ilkka.miettinen@thl.fi



Työelämäprofessori
Vesi- ja ympäristötekniikka
Aalto-yliopisto