



Digital Waters

Pallas Supersite

DIWA webinar 20.3.2026

Pertti Ala-aho, University of Oulu + kollegat

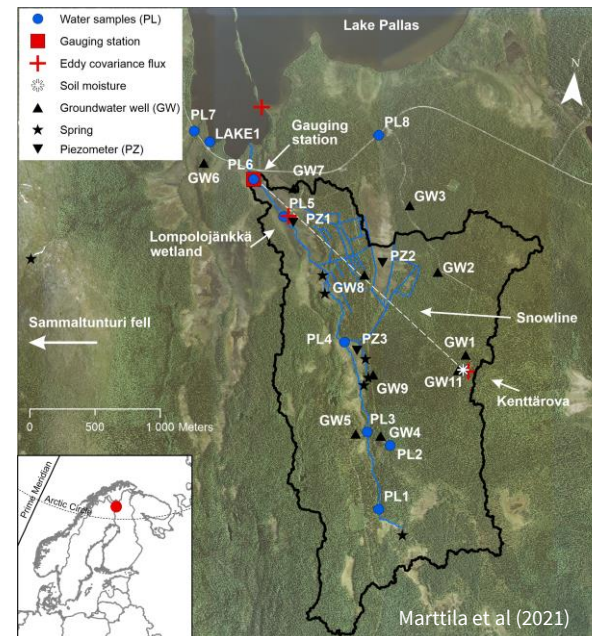


Pallas Supersite - Historia



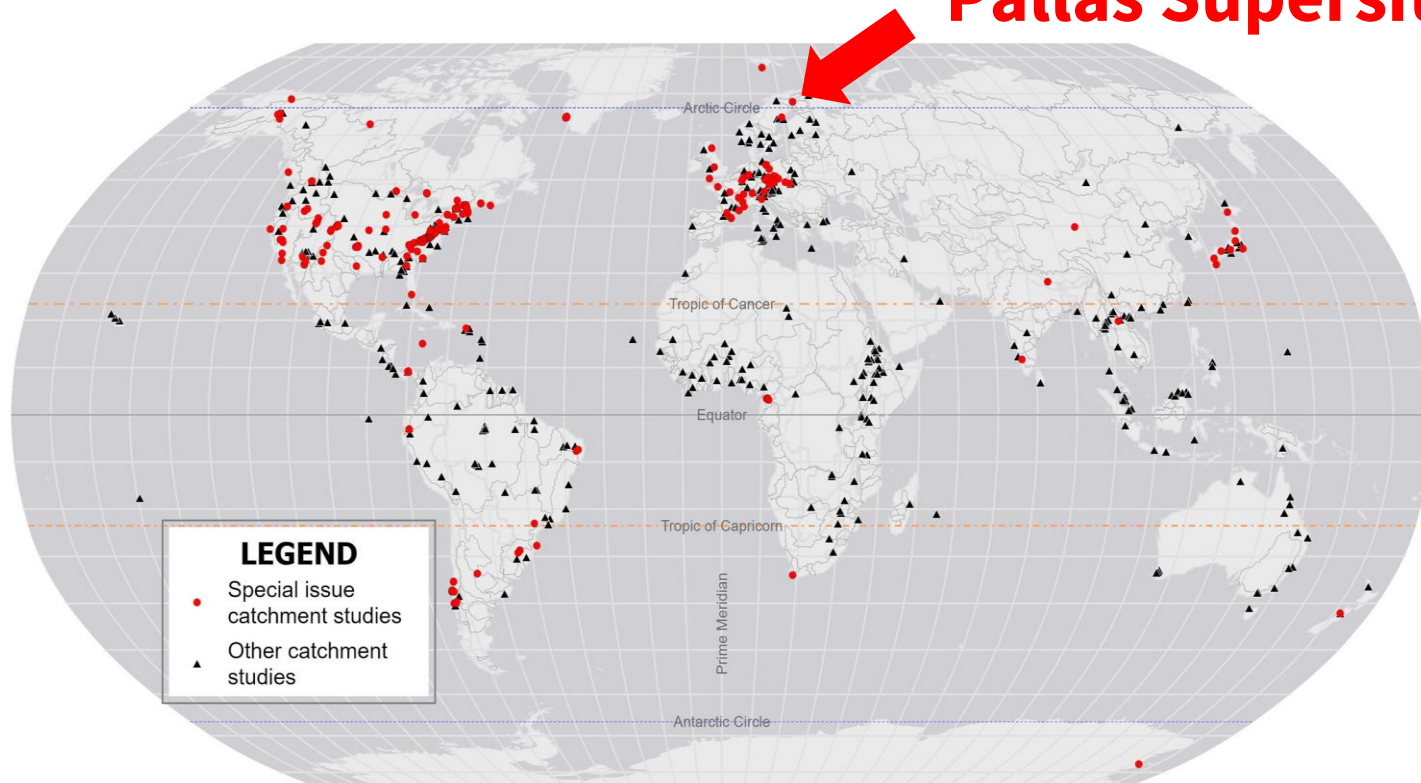
Mrs. Esteri Pakasmaa (née Kotakorva) making meteorological observations at the Pallasjärvi weather station in 1963. Local school children are following the procedure. Ms. Sofia Pyykönen's family album via Pallastunturi Nature Centre. Published in Lohila et al (2015)

- Ympäristötutkimusalue Pallas-Ylläs Kansallispuiston kupeessa, Pallasjärven eteläpuolella
- Sääasema Pallasjärvellä 1935 lähtien. Ilmatieteen laitoksen ilmakehä ja kasvihuonekaasututkimus 1990 luvulta, mukana useissa kansainvälisissä tutkimusverkostoissa
- Vesitutkimus Lompolojänkänöjan valuma-alueella aloitettu Oulun yliopiston toimesta ~2014
- **Tiivis yhteistyö yliopistojen ja tutkimuslaitosten välillä**



Globaalisti uniikki tutkimusvaluma-alue

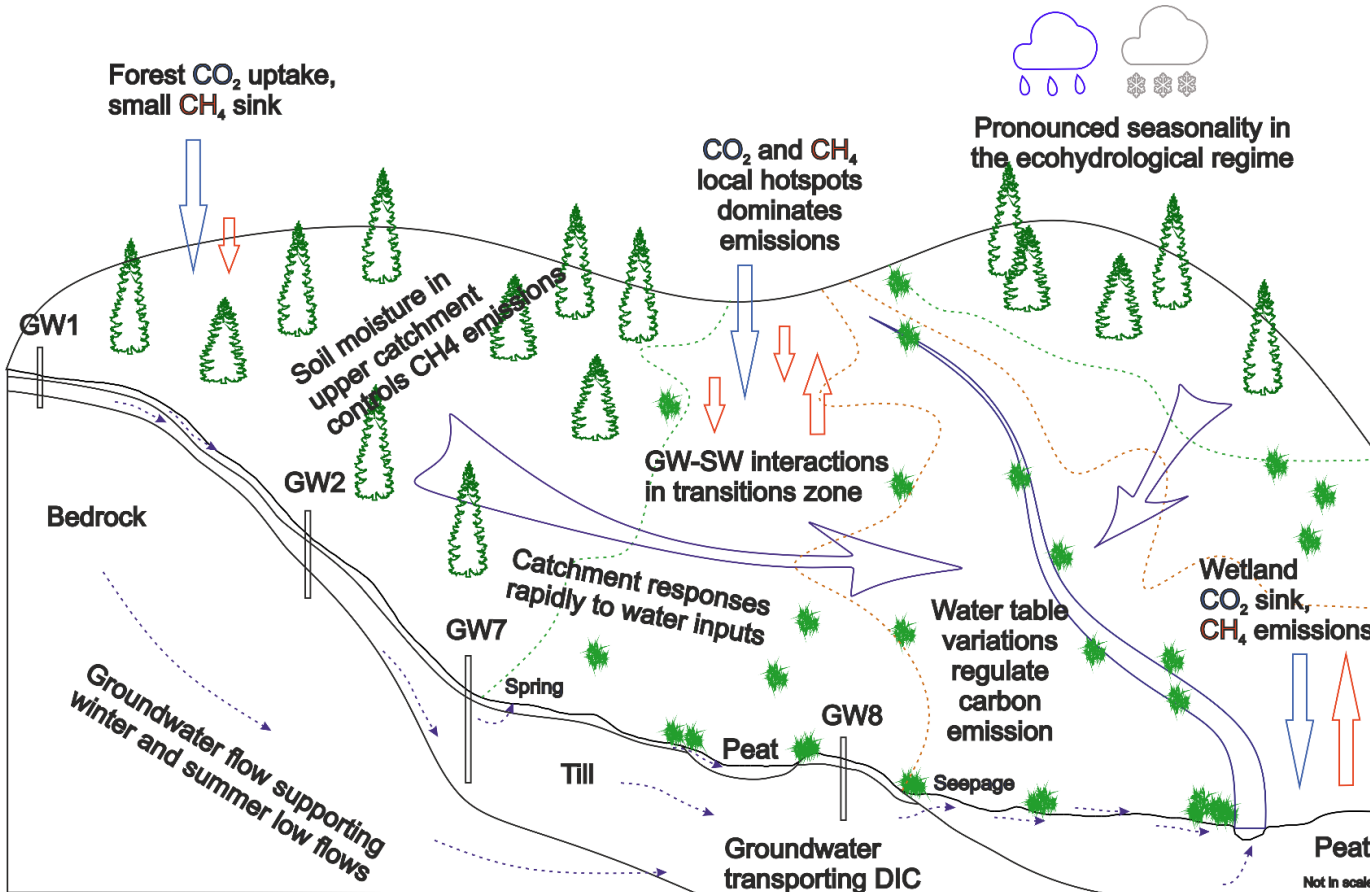
Pallas Supersite



“Luonnon laboratorio” pohjoisten alueiden veden ja ravinteiden kierron tutkimukseen

- riittävän pieni valuma-alue (~5 km²), jossa voidaan tehdä tarkkoja mittauskampanjoita
- Kattavasti instrumentoitu, monen tutkimusryhmän vuosien panostus
- Maailman pohjoisin tutkimusvaluma-alue ilman ikeroutaa

Pallas Supersite - Tavoite



Tutkittavia, hydrologian SUURIA kysymyksiä

- Miten veden ja hiilen kierto linkittyvät pohjoisissa ympäristöissä?
- luonnontilainen ympäristö ja sen muutokset
- Soiden ojitus ja ennallistaminen, niiden vaikutukset
- Mikrobiologisten prosessien vaikutus

- Mistä puot ja kasvit saavat vetensä?
- Lumen rooli ja lumen muutokset
- Pohjaveden ja pintaveden vuorovaikutukset
- Kasvillisuuden veden käyttö ja kuivuus

Pallas Supersite - Mittausinfra



Esimerkkejä mittalaitteista ja kampanjoista

- Säasemat ja Eddy-Kovarianssimittaukset (tunturi, metsä, suo, järvi)
- Jatkuvat toimiset orgaanisen aineen (fDOM, UV abs), CO₂, hapen, pH:n, virtaaman ja veden lämpötilan mittaukset puroissa
- Puron mikrobiologian seuranta ja mittauskampanjat
- Jatkuvat toimiset mittaukset pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelusta mineraalimailla ja soilla, sekä maankosteuden ja lämpötilan seuranta
- Automaattinen lumen syvyyden ja vesiaron seuranta, tiheät lumelinjamittaukset
- Distributed thermal sensing (DTS) kaapeli mittaa lämpötilaa puroissa ja lumessa
- Drooni mittauskampanjoita kartoittamaan pienipiirteistä kasvillisuuden, lumen syvyyden ja pohja- ja pintaveden yhteyden vaihtelua
- Veden stabiili isotooppi ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$) näytteenotto koko hydrologisesta kierrosta

Pallas Supersite - Mittausinfra



Esimerkkejä mittalaitteista ja kampanjoista

- Säasemat ja Eddy-Kovarianssimittaukset (tunturi, metsä, suo, järvi)
- Jatkuvat toimiset orgaanisen aineen (fDOM, UV abs), CO₂, hapen, pH:n, virtaaman ja veden lämpötilan mittaukset purossa
- Puron mikrobiologian seuranta ja mittauskampanjat
- Jatkuvat toimiset mittaukset pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelusta mineraalimailla ja soilla, sekä maankosteuden ja lämpötilan seuranta
- Automaattinen lumen syvyyden ja vesiaron seuranta, tiheät lumelinjamittaukset
- **Distributed thermal sensing (DTS) kaapeli mittaa lämpötilaa purossa ja lumessa**
- **Droni mittauskampanjoita kartoittamaan pienipiirteistä kasvillisuuden, lumen syvyyden ja pohja- ja pintaveden yhteyden vaihtelua**
- **Veden stabiili isotooppi ($\delta^{18}O$, δ^2H) näytteenotto koko hydrologisesta kierrosta**

Pallas Supersite – Poikkitieteellinen yhteistyö



Esimerkkejä viimeaikaisista hydrologian tutkimusprojekteista Pallaksella

- Academy of Finland, HYDRO-RI -Hydrological Research Infrastructure Platform, Marttila co-PI
- Academy of Finland, CRYO-RI -Cryosphere Research Infrastructure Platform. Ala-aho PI
- Academy of Finland, HYDRO-RDI - Hydrological RDI partnership network, Marttila co-PI
- Academy of Finland, Green-Digi-Basin - Green and digital transition in river basin management, Marttila co-PI
- Academy of Finland, CWI - Carbon-water interactions in a changing Arctic catchment. Welker PI, Marttila co-PI
- Academy of Finland Post-doc, Rain or Snow? Resolving the sources, sinks, state and impact of enhanced Arctic, Hannah Bailey
- Academy of Finland Researcher, SNOMLT Correcting a bias undermining the global importance of snowmelt, Pertti Ala-aho
- EU Life PeatCarbon - Peatland restoration for greenhouse gas emission reduction and carbon sequestration in the Baltic Sea region
- EU Marie Curie – Zuosinan Chen, Tree water use under changing snow/rain seasonality: The forgotten tree-induced upward preferential flow in boreal soils
- Plus säätiöiden tutkimusrahoitus

Esimerkkejä tieteellisistä julkaisuista hydrologiassa Pallakselta 2023 - 2026

- Ylönen, M., Marttila, H., Geissler, J., Kuzmin, A., Korpelainen, P., Kumpula, T., Ala-Aho, P. (2025) UAV LIDAR surveys and machine learning improves snow depth and water equivalent estimates in boreal landscapes. *The Cryosphere*, 19, 4585–4610, <https://doi.org/10.5194/tc-19-4585-2025>
- Ditlevsen, C., Marttila, H. and Ala-aho P. (2025) Stable Water Isotope Signal of Snow Meltwater: Testing Three Different Measurement Setups in Boreal-Subarctic Conditions. *Hydrological Processes* 39, 10: e70277. <https://doi.org/10.1002/hyp.70277>.
- Juselius-Rajamäki, T., Piilo, S., Salminen-Paatero, S., Tuomaala, E., Virtanen, T., Korhola, A., Autio, A., Marttila, H., Ala-Aho, P., Lohila, A., Väiliranta M. (2025) External and internal drivers behind the formation, vegetation succession, and carbon balance of subarctic fen margin. *Biogeosciences*, 22, 3047–3071, <https://doi.org/10.5194/bg-22-3047-2025>, 2025.
- Nousu, J.-P., Leppä, K., Marttila, H., Ala-aho, P., Mazzotti, G., Manninen, T., Korkiakoski, M., Aurela, M., Lohila, A., and Launiainen, S.: Multi-scale soil moisture data and process-based modeling reveal the importance of lateral groundwater flow in a subarctic catchment, (2024) *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 28, 4643–4666, <https://doi.org/10.5194/hess-28-4643-2024>.
- Muhic, F., Ala-Aho, P., Sprenger, M., Klöve, B., and Marttila, H. (2024) Snowmelt-mediated isotopic homogenization of shallow till soil. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 28, 4861–4881, <https://doi.org/10.5194/hess-28-4861-2024>
- Croghan, D., Ala-Aho, P., Welker, J., Mustonen, K.-R., Khamis, K., Hannah, D. M., Vuorenmaa, J., Klöve, B., and Marttila, H. (2024): Seasonal and interannual Dissolved Organic Carbon transport process dynamics in a subarctic headwater catchment revealed by high-resolution measurements, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 28, 1055–1070. <https://doi.org/10.5194/hess-28-1055-2024>
- Nousu, J.-P., Lafaysse, M., Mazzotti, G., Ala-aho, P., Marttila, H., Cluzet, B., Aurela, M., Lohila, A., Kolari, P., Boone, A., Fructus, M., and Launiainen, S. (2024). Modeling snowpack dynamics and surface energy budget in boreal and subarctic peatlands and forests, *The Cryosphere*, 18, 231–263, <https://doi.org/10.5194/tc-18-231-2024>.
- Noor, K., Marttila, H., Welker, J.M., Mustonen, K.-R., Klöve, B., Ala-aho, P. Snow Sampling Strategy Can Bias Estimation of Meltwater Fractions in Isotope Hydrograph Separation (2023). *Journal of Hydrology*, 627, 130429. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130429>
- Autio, A., Ala-Aho, P., Rossi P.M., Ronkanen, A.-K., Aurela M., Lohila A., Korpelainen, P., Kumpula, T., Klöve, B., Marttila, H. (2023). Groundwater exfiltration pattern determination in the sub-arctic catchment using thermal imaging, stable water isotopes and fully-integrated groundwater-surface water modelling. *Journal of Hydrology*, 626, 130342. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130342>.
- Meriö, L.-J., Rauhala, A., Ala-aho, P., Kuzmin, A., Korpelainen, P., Kumpula, T., Klöve, B., Marttila, H., Measuring the spatiotemporal variability in snow depth in subarctic environments using UASs – Part 2: Snow processes and snow–canopy interactions (2023) *The Cryosphere*, 17, 4363–4380, <https://doi.org/10.5194/tc-17-4363-2023>.
- Rauhala, A., Meriö, L.-J., Kuzmin, A., Korpelainen, P., Ala-aho, P., Kumpula, T., Klöve, B., Marttila, H. (2023) Measuring the spatiotemporal variability in snow depth in subarctic environments using UASs – Part 1: measurements, processing, and accuracy assessment. *The Cryosphere*, 17, 4343–4362, <https://doi.org/10.5194/tc-17-4343-2023>
- Croghan, D., Ala-Aho, P., Lohila, A., Welker, J., Vuorenmaa, J., Klöve, B., Mustonen, K.-R., Aurela M., Marttila H. (2023). Coupling of water-carbon interactions during snowmelt in an Arctic Finland catchment. *Water Resources Research*, 59, e2022WR032892. <https://doi.org/10.1029/2022WR032892>
- Muhic, F., Ala-aho, P., Noor, K., Welker, J.M., Klöve, B., Marttila, H., 2023. Flushing or mixing? Stable water isotopes reveal differences in arctic forest and peatland soil water seasonality. *Hydrological Processes*, 37(1), e14811, DOI:10.1002/hyp.14811



Tutkimuksen uraa uurtamassa

Mittausteknologian kehitys ja sovellus

1. Distributed thermal sensing (DTS) lämpötila purossa pohjaveden vaikutuksesta
2. Drooni SfM ja LiDAR mittaukset kartoittamaan pienipiirteistä lumen syvyyden vaihtelua

Pohjoisen hydrologian prosessiymmärrys

3. Veden stabiilit isotoopit ($\delta^{18}O$, δ^2H) lumihydrologiassa

Numeerinen mallinnus

4. Fysikaalinen pohjavesimallinnus ojituksen ennallistamisen vaikutuksien arvioinnissa

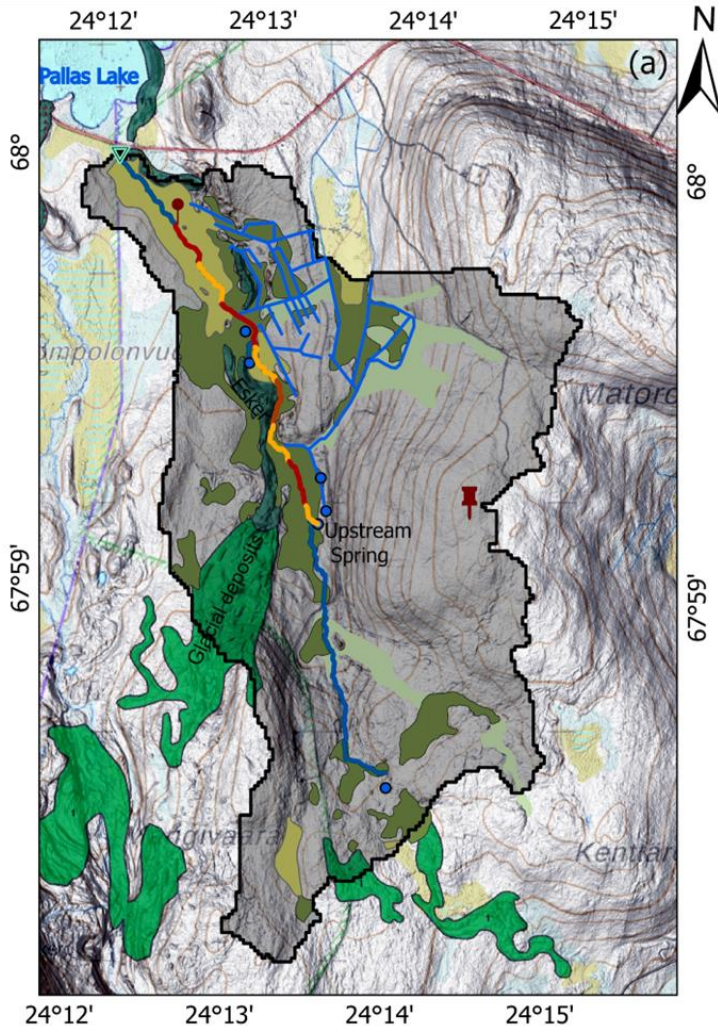
Pallas – Pohjaveden rooli vesistöissä

Menetelmä: Lämpötila merkkiaineena

- Pohjaveden lämpötila on tasainen (~3-4 C) pintaveden lämpötila vaihtelee kesän ja talven välillä
- Lämpötilaeroa voidaan hyödyntää pohjaveden purkautumiskohtien tunnistamisessa
- Lämpötilamittaus purossa hyödyntäen **Distributed Temperature sensing (DTS)** kaapelia
- Optinen kuitukaapeli, jolla mitataan puron lämpötilaa **kahden kilometrin** matkalta **joka metriltä, 15 min** välein
- Datat analyysi ja mallinnus Parsa Parvizin väitöstyötä DIWA PhD pilotissa



Puron lämpötilan vaihtelusta voidaan tulkita pohjavesivaikuttaisia alueita



© Parsa Parvizi

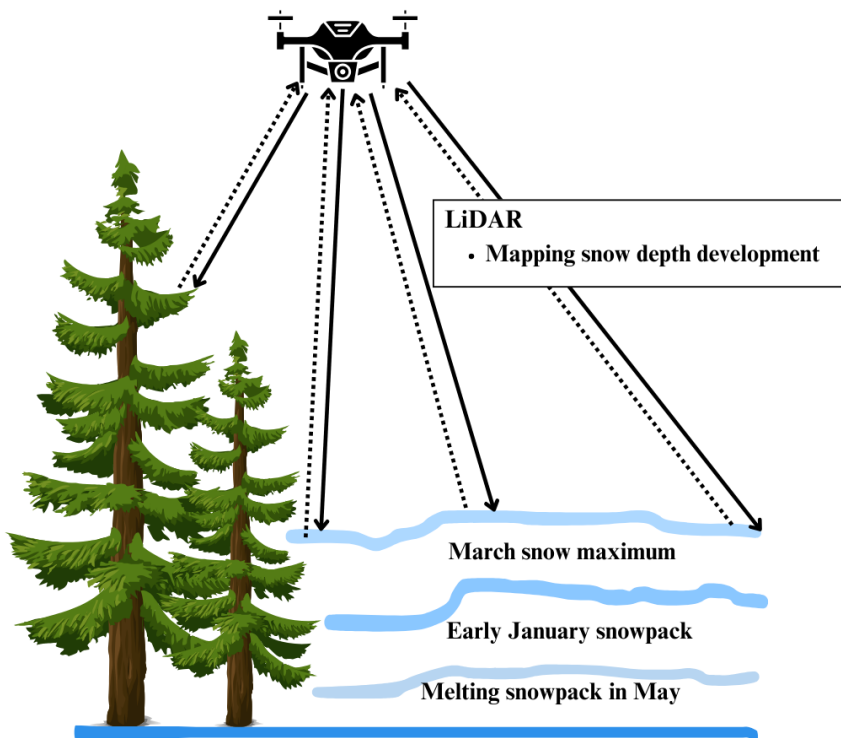
Sijainti purossa

Kuva poistettu, julkaisu työn alla

Lämpötilan ajallinen vaihtelu

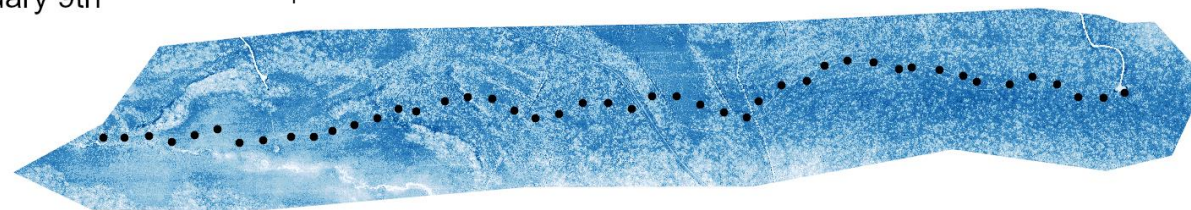
Droonikartoitukset mahdollistavat lumen määrän tarkan arvioinnin

Ylönen et al (2025) UAV LiDAR surveys and machine learning improve snow depth and water equivalent estimates in boreal landscapes

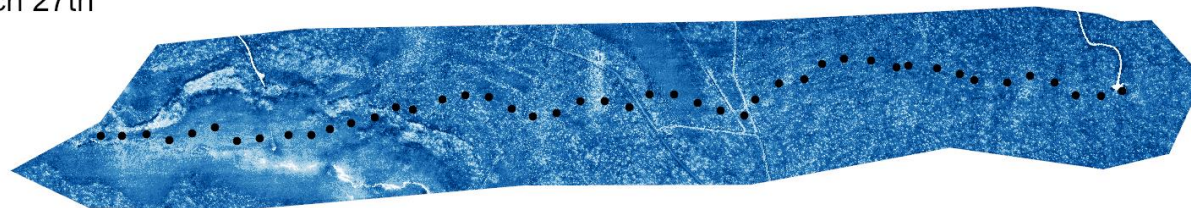


© Maiju Ylönen

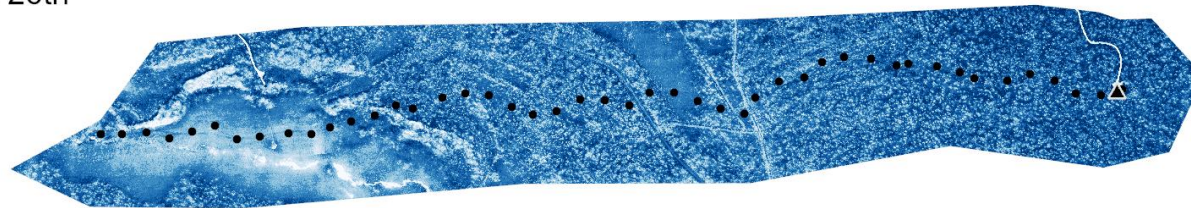
January 9th



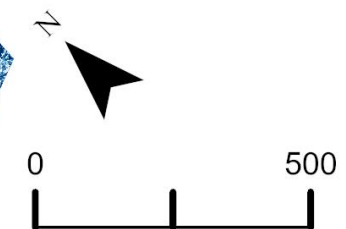
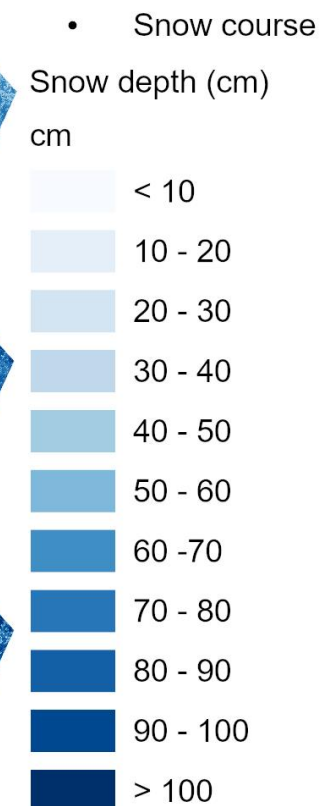
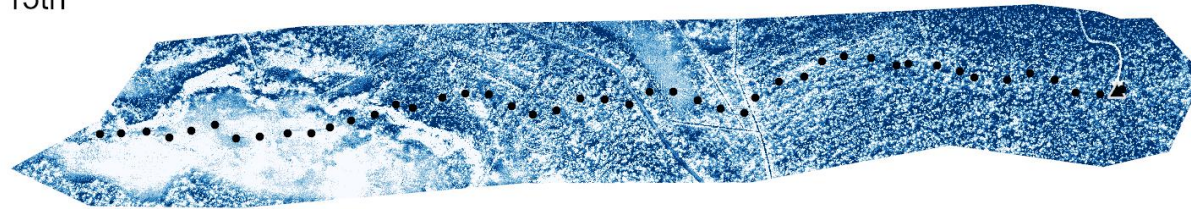
March 27th



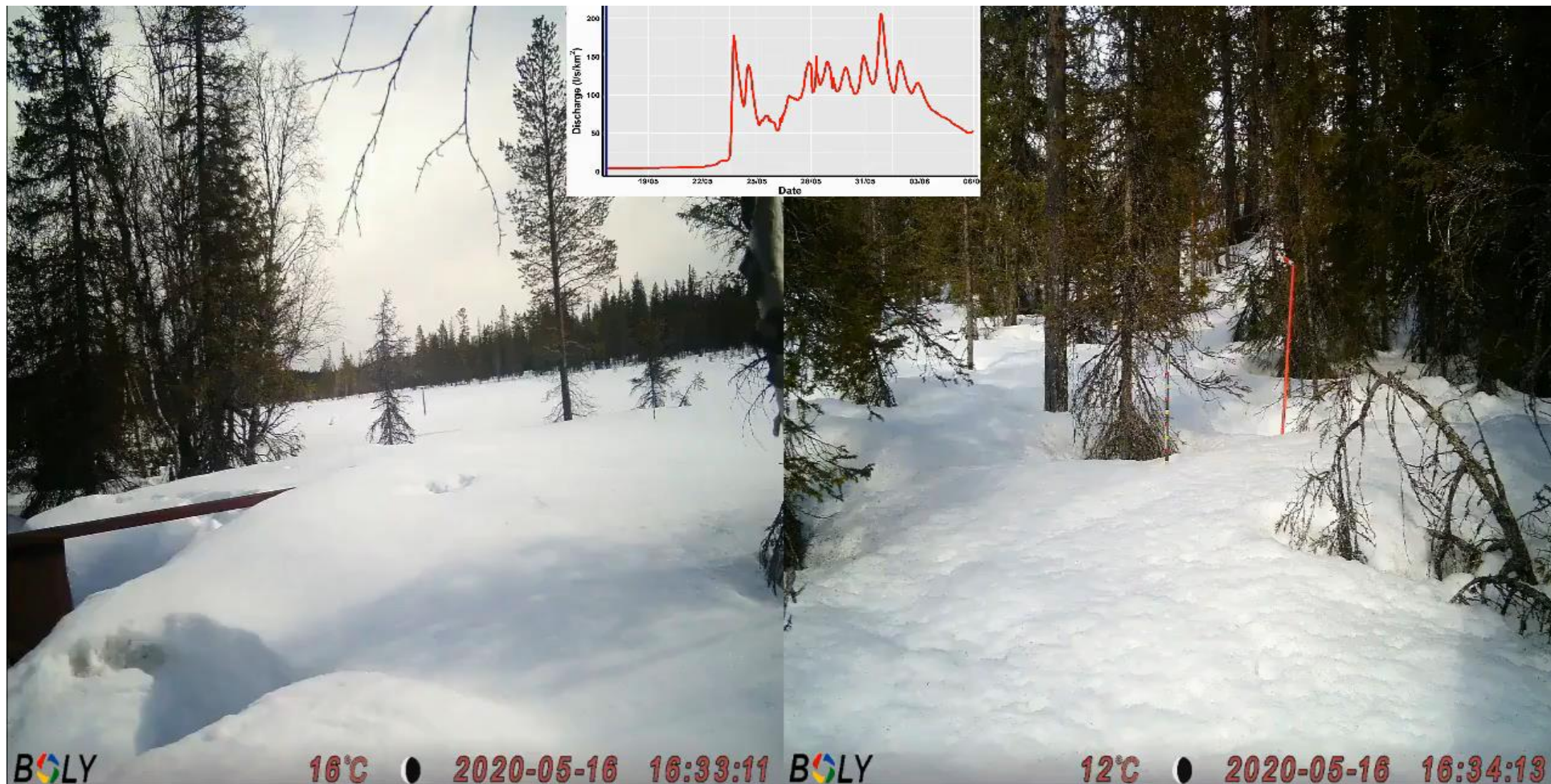
April 26th



May 15th

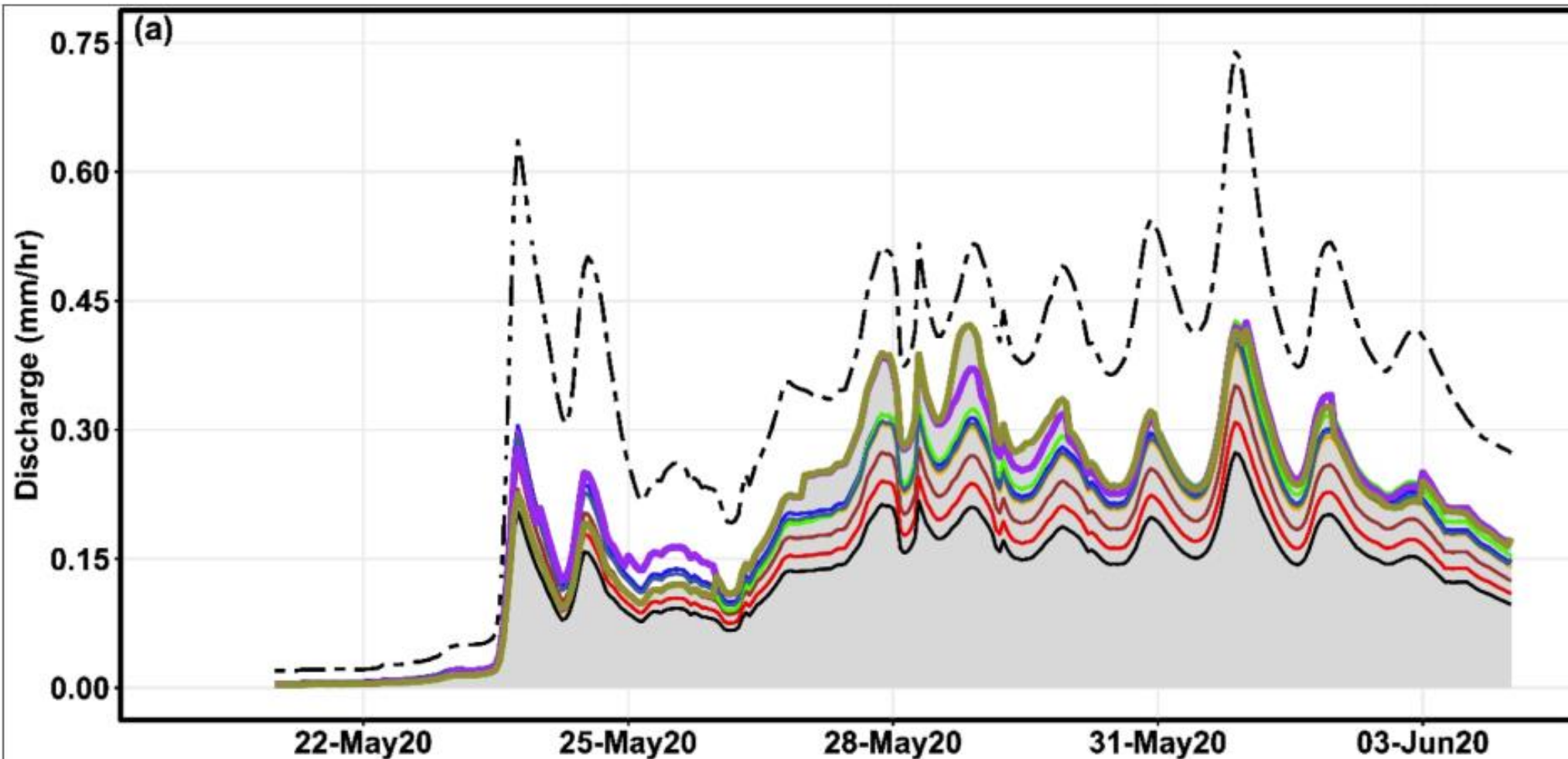


Isotooppihydrologia: Miten lumi näkyy vesistöissä?

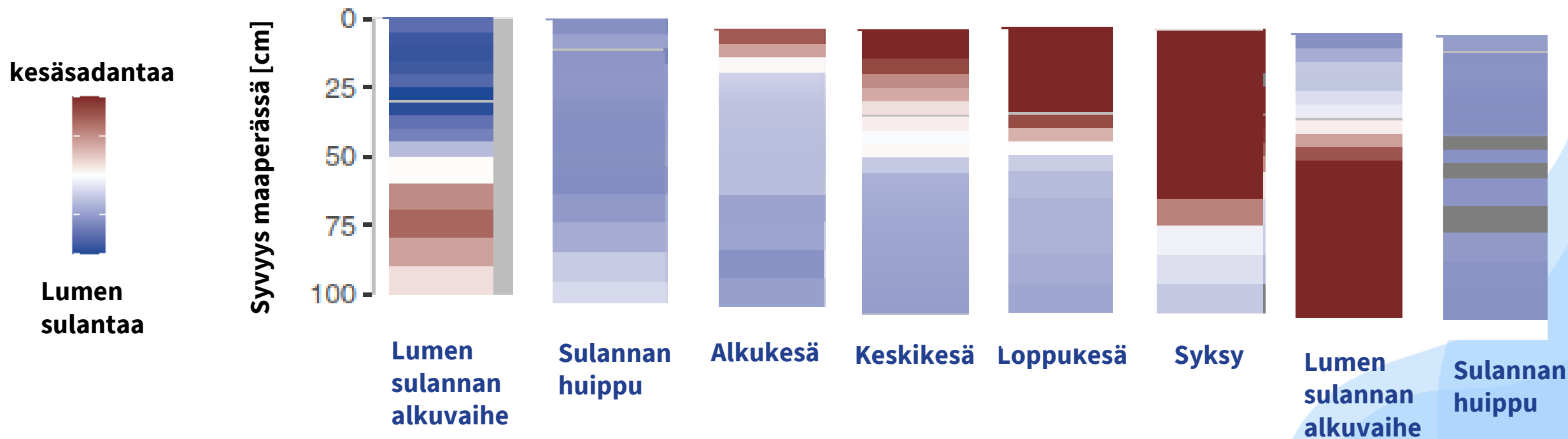


Purossa tulvan aikaan n. 60% vedestä sulanutta lunta

Noor et al (2023) Snow Sampling Strategy Can Bias Estimation of Meltwater Fractions in Isotope Hydrograph Separation



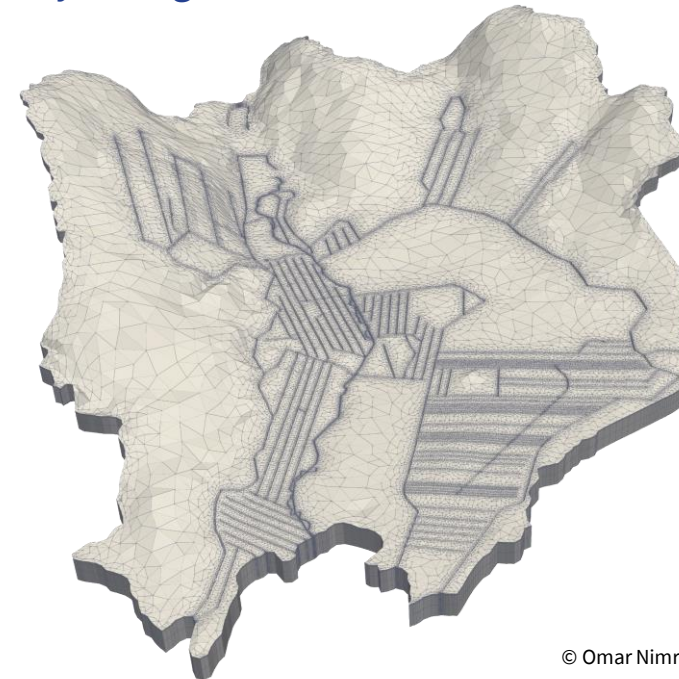
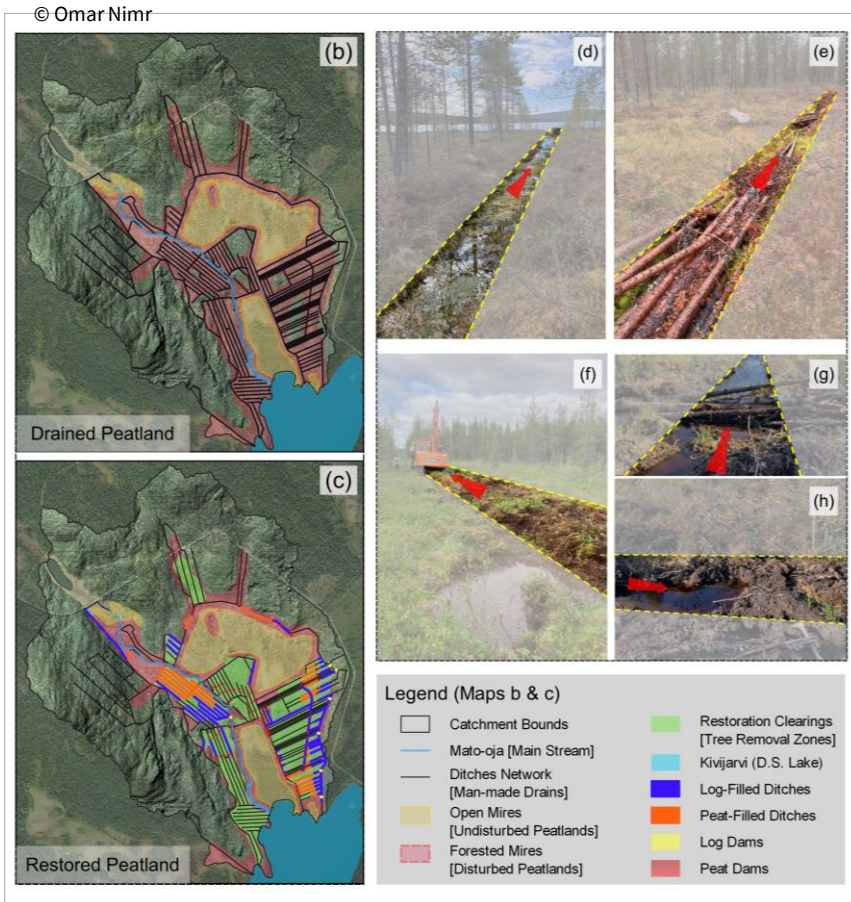
Lumen sulantavesi läsnä veden lähteenä ympäri kasvukauden



Pallas – Miten ojien ennallistaminen vaikuttaa pohjaveden pintoihin?

Suo-ojitus ja kunnostus

- Matorovan valuma-alue, Global Network of UNESCO Ecohydrology demonstraatiokohde
- Miten ojitetun alueen hydrologia ja hiilen kierto muuttuu, kun siellä tehdään kunnostuksia?
- Prosessipohjaiset hydrologiset 3-D mallinnukset kunnostuksen vaikutuksista



Ennalistaminen nostaa suon vedenpintaa 23 cm, vaikuttaen myös ojien ulkopuolella

Kuva poistettu, julkaisu työn alla

Pallas supersite - vaikuttavuus

- **Uniikki alue pohjoisen ympäristömuutoksen poikkitieteelliseen tutkimukseen**
- ”Testbed” mittausteknologian ja mallinnuksen kehittämiseen
- **Pallaksen alue osana DIWA:**
 - **Digitaaliset mittausaineistot saataville reaaliajassa DIWAN seurantaan ja Ounas- ja Kemijoen mallinnuksiin**
 - **Mallinnukset osaksi DIWA digitaalisia kaksosia**
 - **SPA-FHy mallin kehitys valuma-alueella osana DIWA**

Source-to-sea konseptissa Pallas on ”source” jossa ympäristömuutokset näkyvät nopeimmin



Kiitos

www.digitalwaters.fi

Instagram: [diwa_flagship](https://www.instagram.com/diwa_flagship)

IG Threads: [@diwa_flagship](https://www.igthreads.com/@diwa_flagship)



Research Council
of Finland