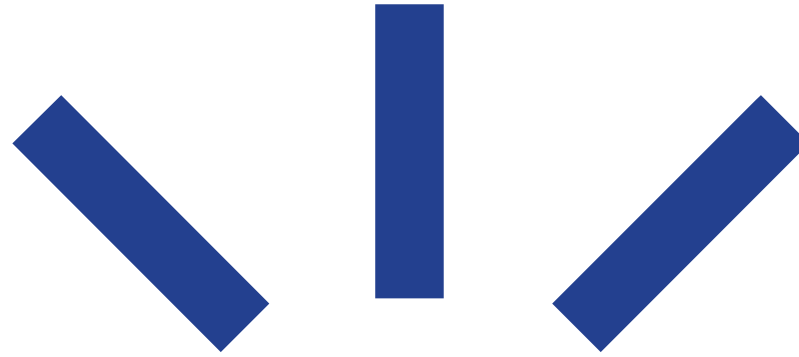




Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto  
Euroopan sosiaalirahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



**EAKR-LeKaT  
TP2**

# **Lennokkikuvaukset rikastushiekka-alueilla ja vedenjohtavuusmittaukset in situ**



Anne Tuomela, Anssi Rauhala, Hanna Rasi-Koskinen ja  
Hannu Panttila





# Vedenjohtavuuden mittaus



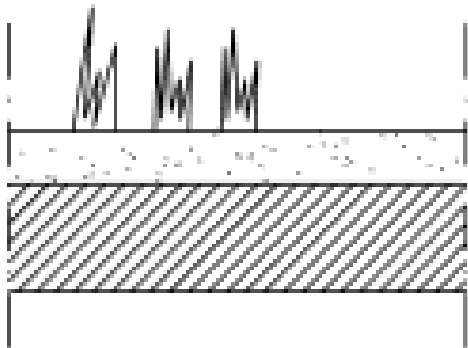
- Vedenjohtavuuden mittaaminen pienillä johtavuuksilla on haasteellista
- Tiivistysrakenteiden tekeminen suurilla allasalueilla on myös haasteellista
- Hankkeen aikana on kerätty tietoa in situ –menetelmistä ja niiden käytöstä
- Hiturassa testattiin Guelpf-infiltrometrin ja rengasinfiltrometrin toimivuutta pintarakenteen kerrosten vedenjohtavuusarvon  $k$  mittaamisessa



# Hituran sulkeminen

- Suunnitelmien mukaan pintarakenne muodostuu joko niin, että tiivistyskerros 25 cm kuitusavea tai 20 cm moreenia + 10 cm kasvukerros

Ympäristöluvan mukainen rikastushiekka-aitaiden pintarakenne



Nurmetus, ei puustoa

Kasvukerros, 0,1 m

Tiivistyskerros, Moreeni  $k < 10^{-8}$  m/s, 0,2 m

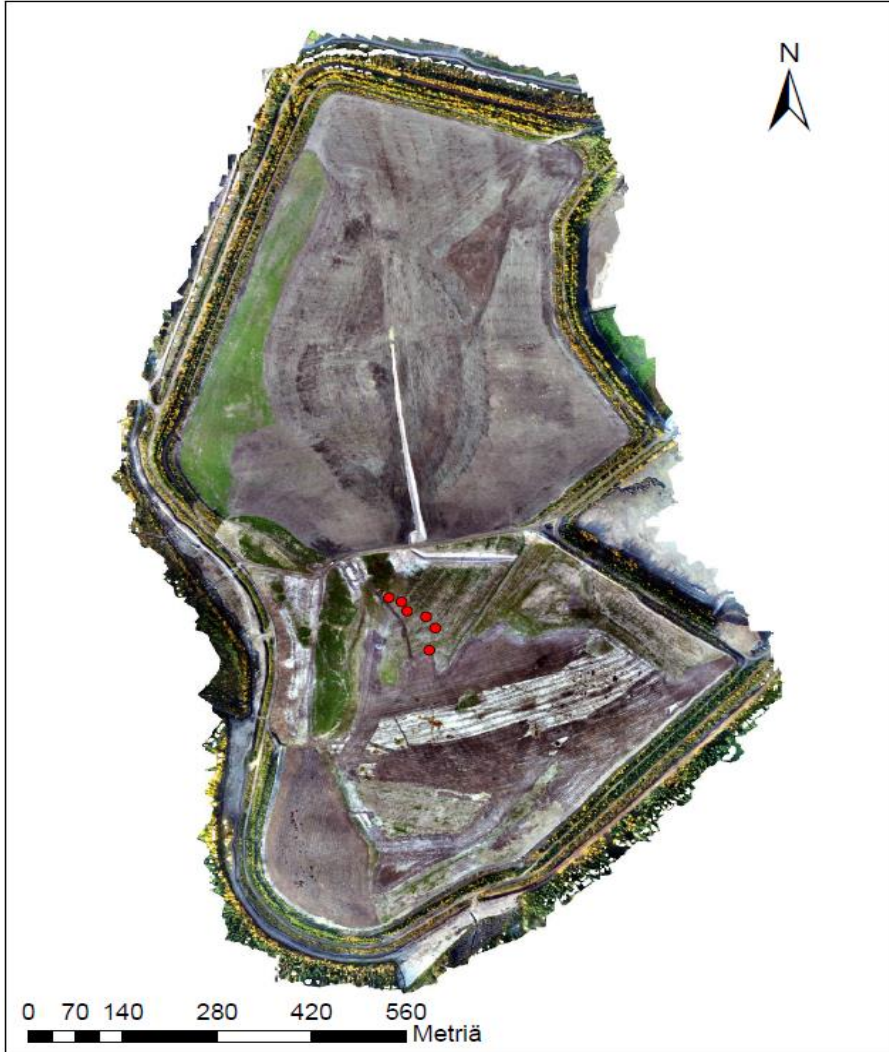
Tasattu ja tiivistetty rakennuspohja

Lähde: Ely





# In situ –mittaukset 28-29.9.2020







# Rengasinfiltrometri



- Yleisin tapa mitata in situ
- Toteutettiin 6 pisteestä rikastushiekka-  
altaalta 2
- Renkaassa on 53 cm halkaisija  
ulkorenkaasta ja 28 cm halkaisijan  
sisärenkaasta.
- Renkaat lyödään kohdealueelle maan  
pintaan maksimissaan 10 cm syvyyteen
- Täytetään vedellä noin 10 cm  
pinnankorkeuteen
- Veden pinnan laskua ajan suhteen  
mitataan ja vettä lisätään, kun  
pinnankorkeus laskee noin 5 cm  
korkeudelle









# Guelph- infiltrometri



- Mitattiin seitsemästä pisteestä, noin 10...25 cm syvyydeltä
- Laite koostuu vedellä täytettävästä ilmatiiviistä säiliöstä, joka vapauttaa vettä vain huokoisen mittakärjen läpi.
- Kärjen sisässä olevaa sylinteriä nostamalla saadaan kairausreikään laskettua kärjen pohjan ja sylinterin korkeuden erotuksen korkuinen vesipatsas.
- Maan imiessä vettä, säiliö pitää kairausreiän vedenpintaa vakiona päästäten vain infiltraatioon kuluneen määrään vettä säiliöstä
- Säiliön vedenpinnan laskua mitataan ajan suhteen, josta saadaan laskettua infiltraationopeus.





# Guelph-infiltrometri



16.3.2022 Lisää tarvittaessa alaturmisteteksti

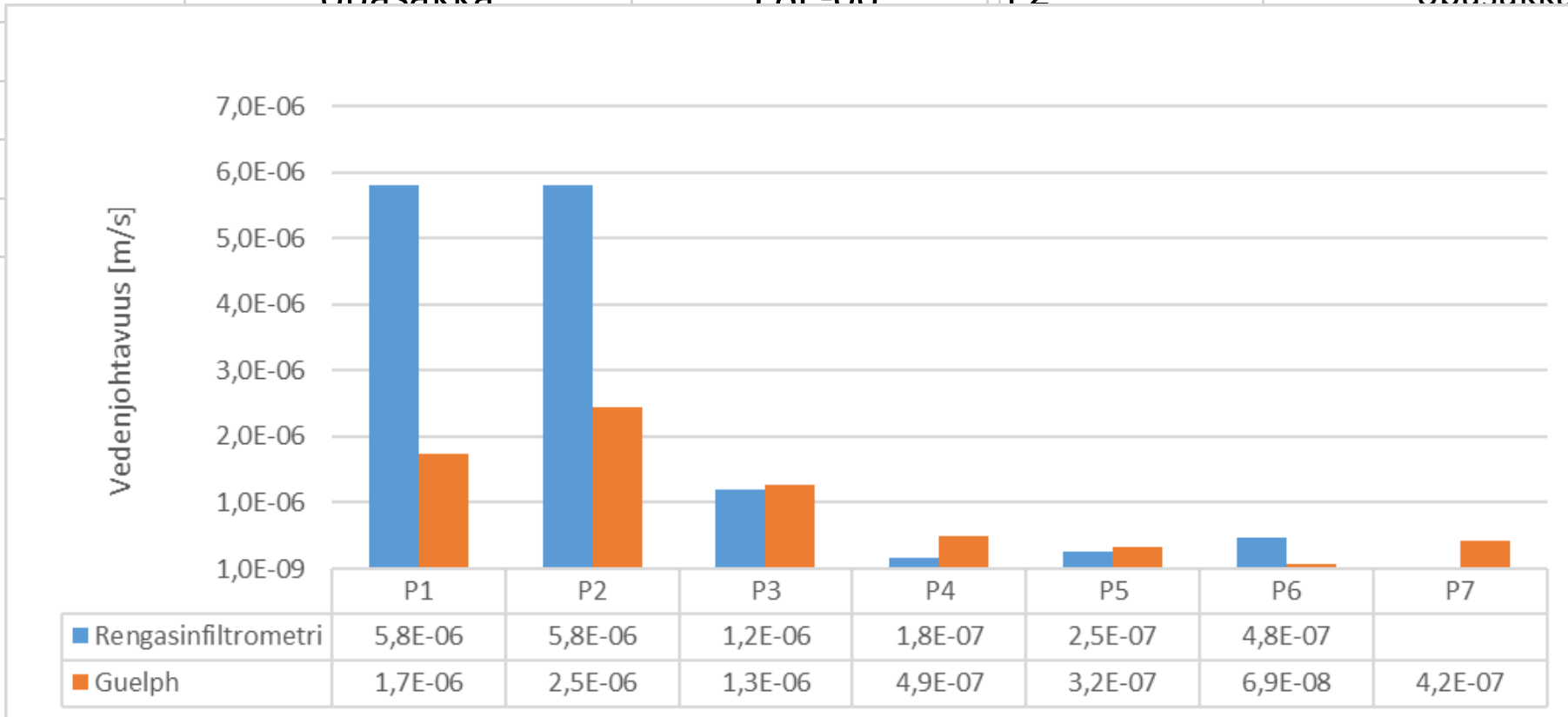






# Tulokset

Tuloskoonti, Rengasinfiltrometri			Tuloskoonti, Guelph		
Piste	Havainto materiaalista	$k_{ka}$ (m/s)	Piste	Havainto materiaalista	$k_{ka}$ (m/s)
P1	moreeni	5,8E-06	P1	moreeni/opasakka	1,7E-06
P2	opasakka	5,8E-06	P2	opasakka	2,5E-06
P3					1,3E-06
P4					4,9E-07
P5					3,2E-07
P6					6,9E-08
					4,2E-07





# Johtopäätöksiä

- Menetelmät soveltuivat kohtuullisesti mittaamaan kyseisen kaltaista pintarakennetta
- Menetelmät rikkoo rakennetta eli ei sovellu jos on keinotekoisia eristeitä
- Tiivistystyössä ja kerroksissa havaittiin vaihteluita
- Virhelähteitä tunnistettiin kuten laitteiden väärää käyttöä, sivuvirtauksien mahdollisuutta
- Rengasinfiltrometrillä saadaan pintaa mitattua, ei sovellu oikein syvemmälle
- Guelph mittaa pieneltä pinta-alalta. Mittaa sekä horisontaalisen että vertikaalista johtavuutta. Voidaan mennä syvemmälle maahan.
- Vaatii hyvää valmistautumista kenttätöihin ja vettä on oltava saatavilla
- Voi olla, että rikastushiekka-altaan tapauksessa rikastushiekka itsessään johtaa vettä heikommin





# Vedenjohtavuuden mittaus, johtopäätökset



- Eri menetelmiä eri vaiheissa rakentamista
- Menetelmillä saadaan erilaisia tuloksia
- Monet seikat vaikuttavat saatuihin arvoihin, kuten
  1. Menetelmä
  2. Tiiveysaste
  3. Kyllästysaste
  4. Laskentatapa ja käytetyt kaavat
- **Olisi tärkeää ymmärtää, ettei pelkkä laboratoriossa mitattu k-arvo kerro kerroksen toiminnasta, eikä yleensä samanlaisiin k-arvoihin päästä kenttämittauksilla!**



# Yhteenveto

- Kaivoksen jätealueen tai vastaavan elinkaaren aikana erilaisia tarpeita mitata
  - **Mittaukset oikeissa vaiheissa, oikeassa laajuudessa, ja merkitsevimpien laatuksien tunnistaminen käytettävän materiaalin osalta tärkeää**
1. Esim. suunnitteluvaiheessa riittää rakeisuus (rakeisuuden perusteella laskettavat yhtälöt k-arvolle) ja/tai tavaran toimittajan antaman tiedot
  2. Tarkentavat suunnitelmat, laboratoriomittaukset
  3. Pilot-testaus ja tarpeeksi ajoissa! Saattaa viedä vuosia saada luotettavaa tietoa
  4. Rakentamisen seuranta, laadunvalvonta
  5. Jälkiseuranta
- **Päätä jo hyvissä ajoin laadunvarmistusmenetelmät työmaalla ja testaa sen toimivuus pilot vs labratulokset, jotta nähdään päästäänkö samaan suuruusluokkaan käytettävillä menetelmillä**



A photograph showing the lower legs and feet of two people standing on a snowy surface. The person on the left is wearing blue jeans and brown lace-up boots. The person on the right is wearing black leggings and black boots. Three yellow arrows are overlaid on the image: one pointing down-right towards the brown boots, one pointing straight down towards the black boots, and one pointing down-left towards the black boots. The text 'TP 2 Painumien seuranta' is overlaid in white across the bottom half of the image.

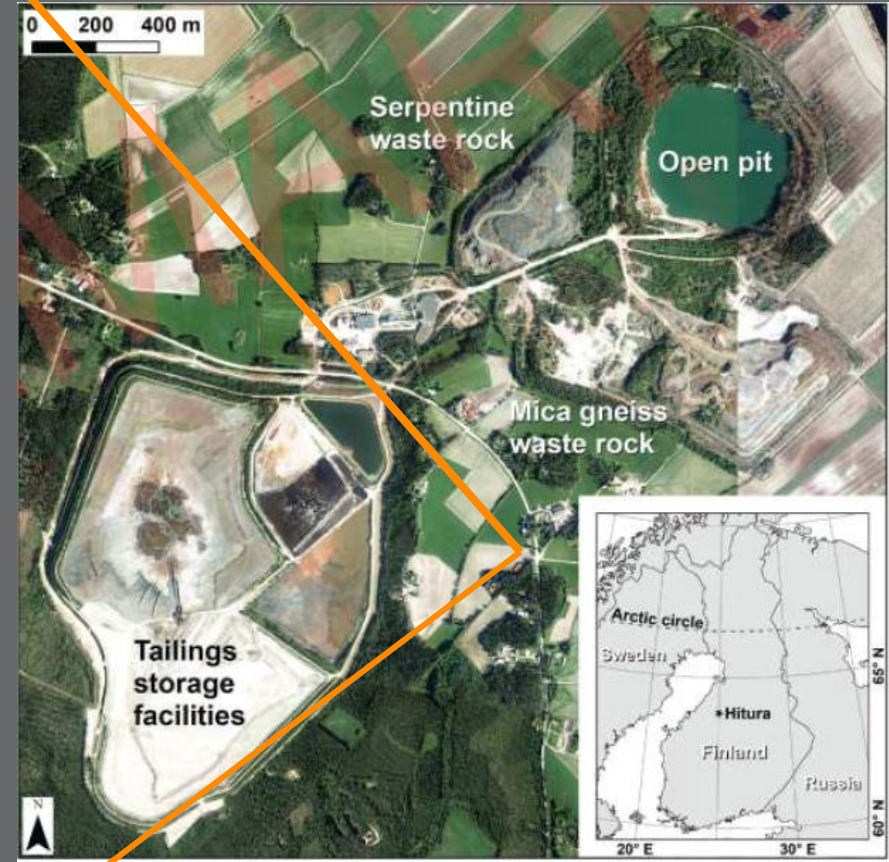
# TP 2 Painumien seuranta





# TP2 Hitura kesäkuu 2021

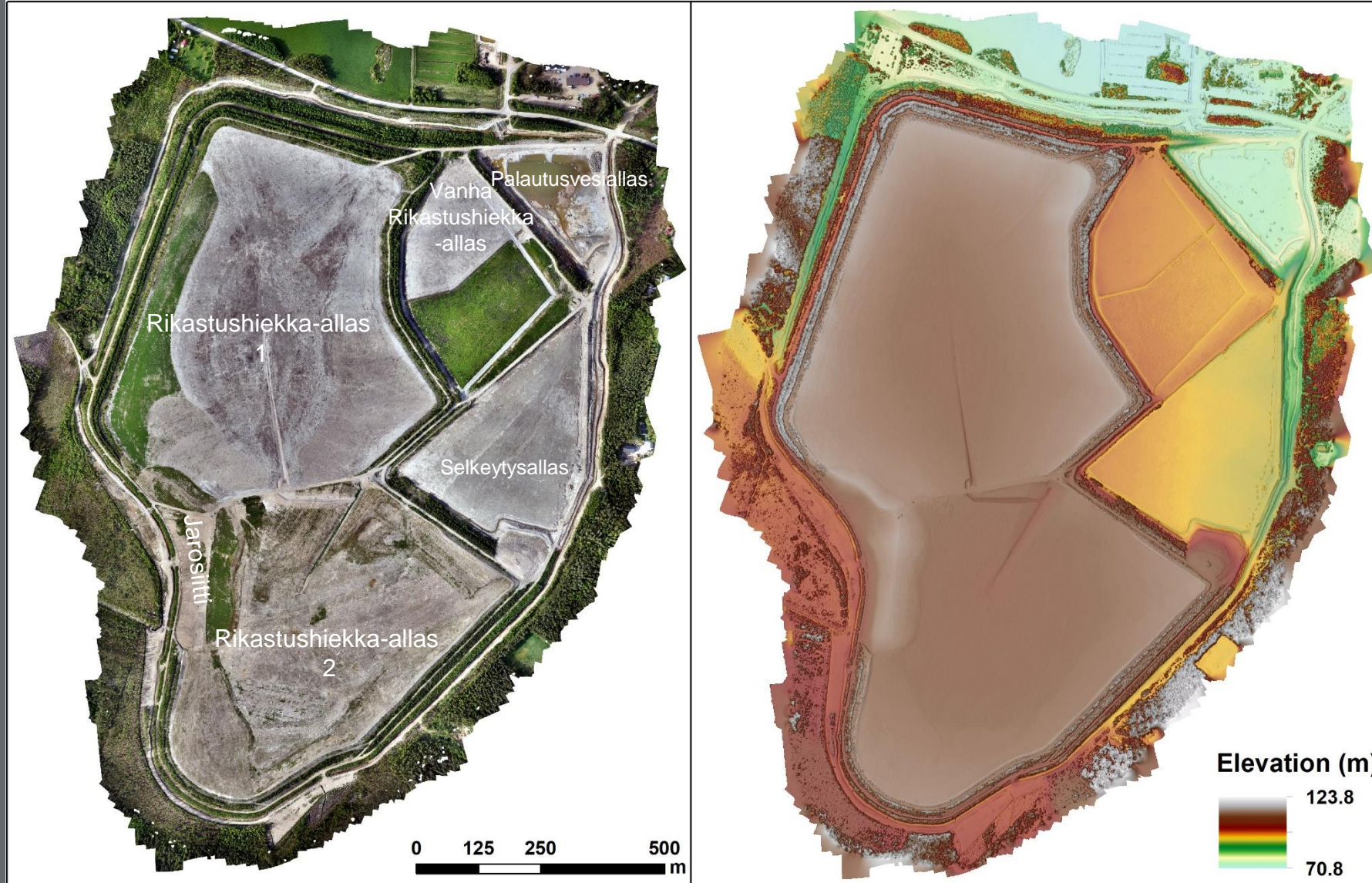
## Rikastushiekka-altaat







# Rikastushiekka-altaat







# Rikastushiekka-allas 1



Rikastushiekka-allas 1, sulkemistyöt 7/2019-09/2020



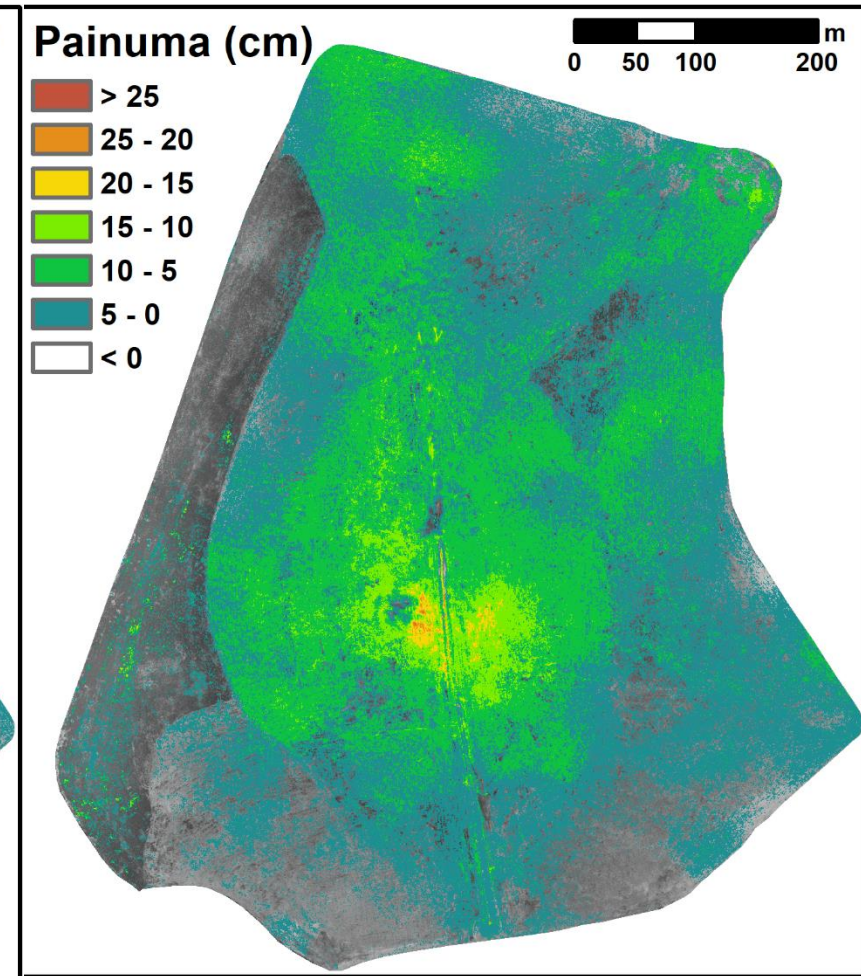
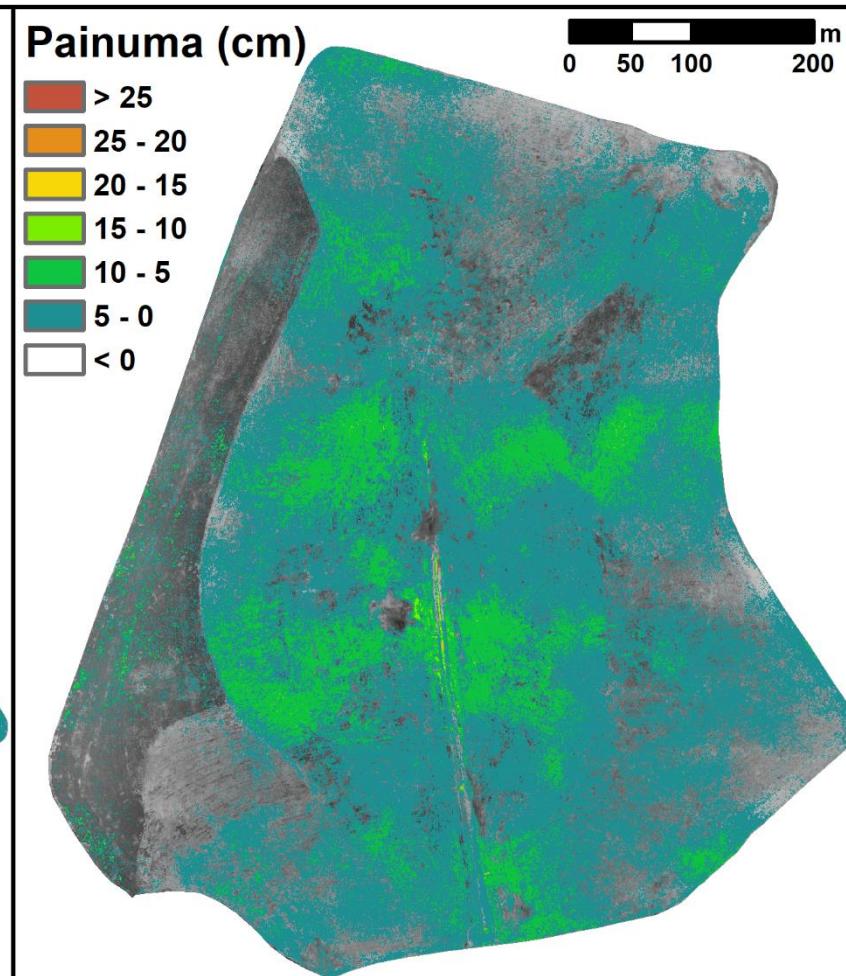
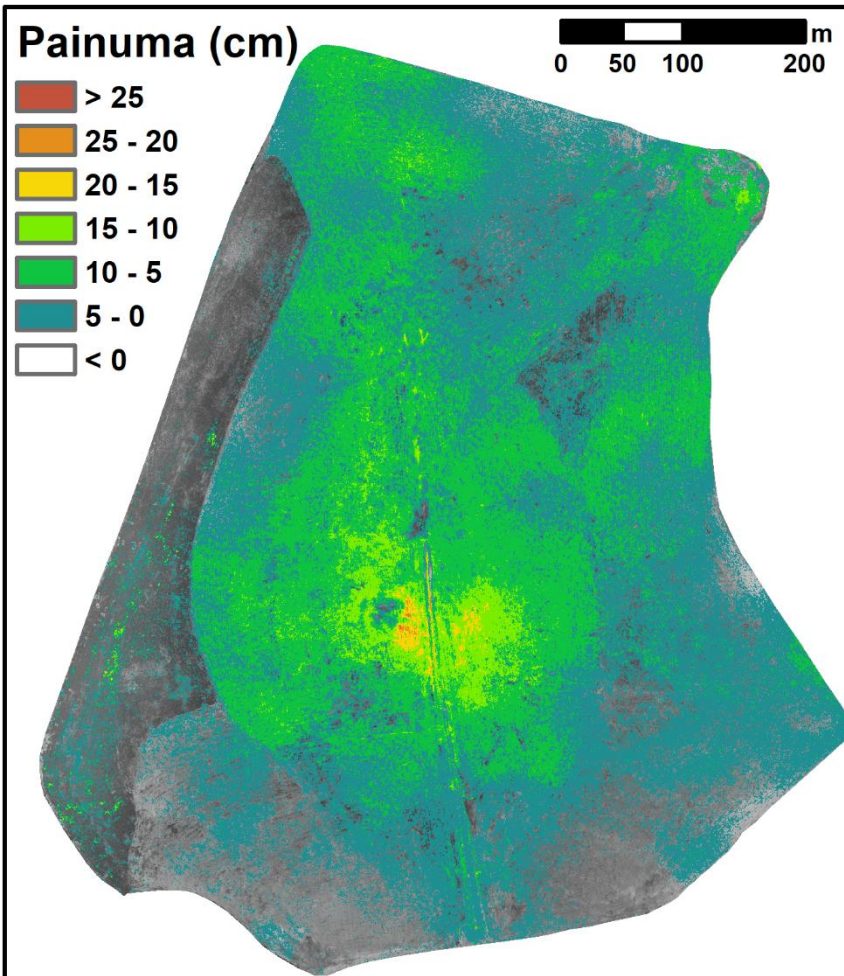


# Rikastushiekka-allas 1

28.09.2020–03.06.2021

03.06.2021–28.10.2021

28.09.2020–28.10.2021







# Hitura RiHk-altaat

Vaurioita allas 2:n peittorakenteessa talven 2018-2019 jäljiltä.

Urakoitsija tehnyt korjaustoimia kesäsyksystä 2019





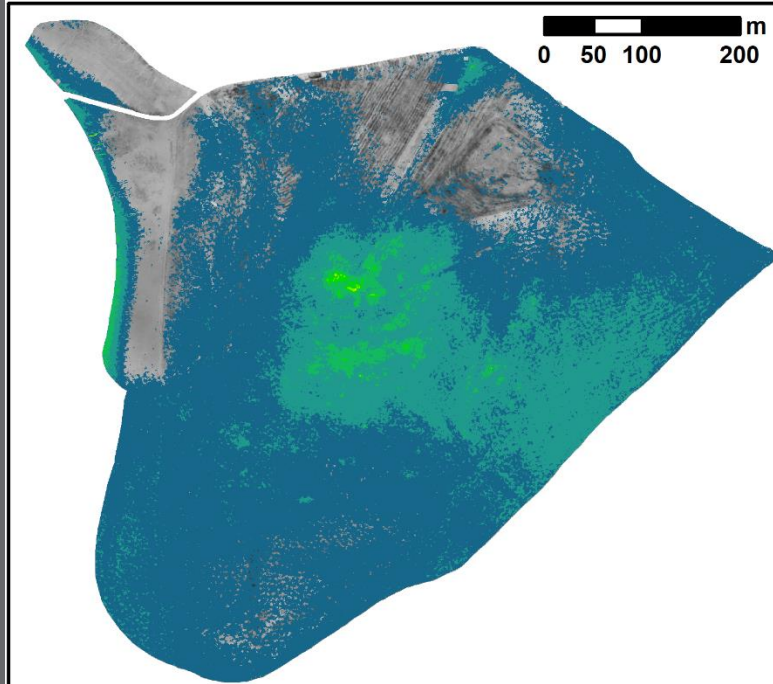


# Rikastushiekka-allas 2

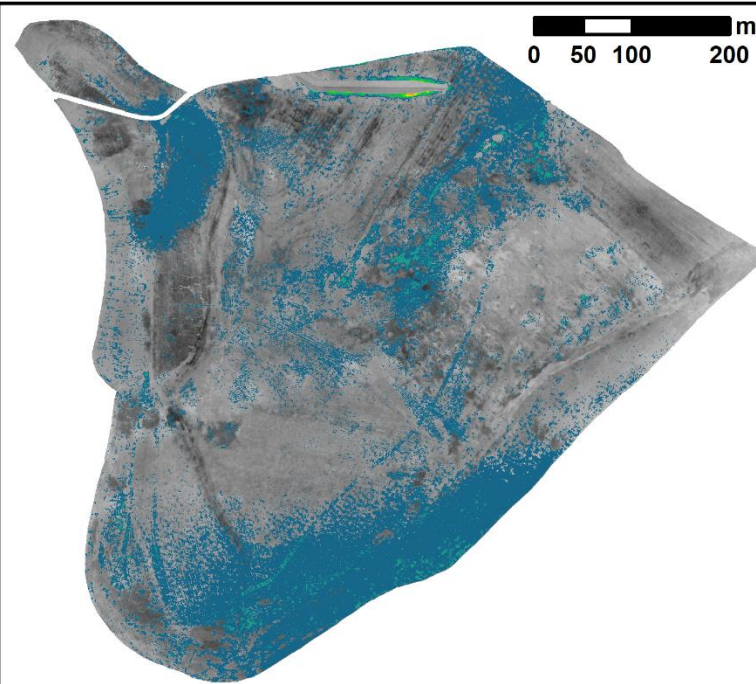
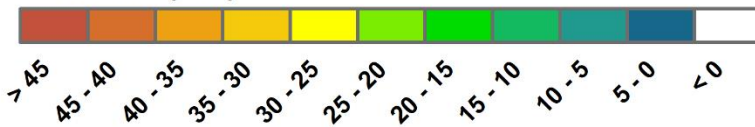
19.11.2018–16.5.2019

16.05.2019–03.06.2020

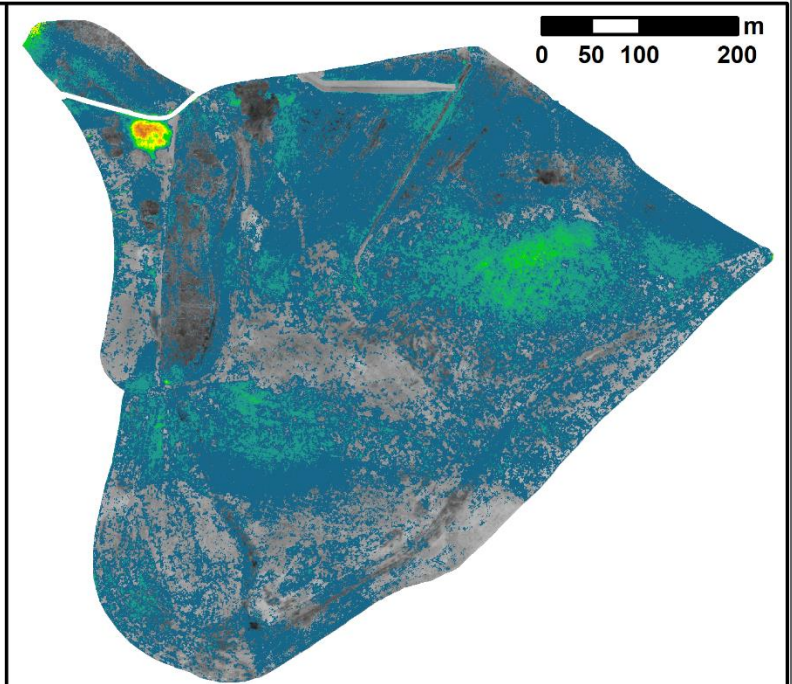
03.06.2020–03.06.2021



Painuma (cm)



Painuma (cm)



Painuma (cm)

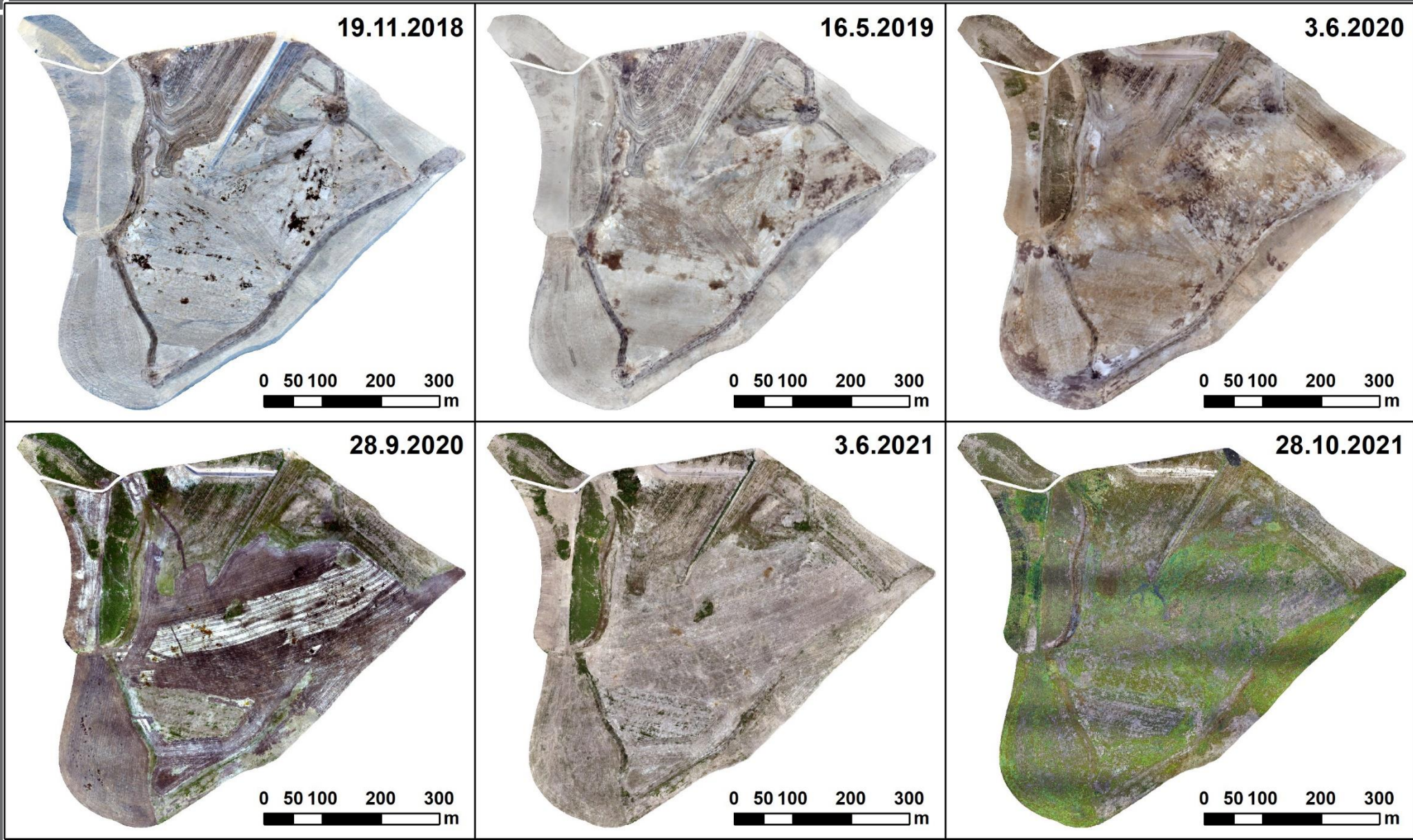


Rikastushiekka-allas 2, 10/2017-9/2018, kasvukerroksen lisäämistä, kivien poistoa ja täydennyskylvöjä tehty myöhemminkin osalla alueesta





# Rikastushiekka-allas 2







# Johtopäätöksiä

- Soveltuu hyvin vaurioiden havaitsemiseen ja korjaustoimenpiteiden kohdentamiseen
- Painumat saadaan noin 5 cm tarkkuudella, mutta kasvava heinikkö / puusto vaikeuttaa seuranta
- Vaatii hyvät lento-olosuhteet ja esim. korkeat kaivosjätealueet ovat monesti tuulisia ja siellä voi olla signaaleita häiritseviä rakenteita
- Ajankohdan valinnalla voi vaikuttaa eli menemällä aikaisin keväällä tai myöhään syksyllä. Silloin on kuitenkin huomioitava, että painumia seurattaessa roudan pitäisi olla jo sulanut
- Korjaustoimet aiheuttavat ongelmia eli ”tasoittavat painumia”



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020



Oulun Rakennustekniikan säätiö

