

Rautatiekasvillisuudenhallinta laserkeilauksen avulla

LIVI/3222/02.01.02/2016

Tuomo Puumalainen
Project Manager

Oy Arbonaut Ltd.

Katja Kapanen

Global Virtual Platform GVP Oy

5.9.2018

Tavoitteita

- Testata miehittämättömällä ilma-aluksella kuljetettavan laserkeilaimen käyttöä rautateiden kasvillisuuden hallintaan
- Analysoida keräysalueen tasoristeykset näkemien osalta
- Saada tietoa käytettyjen menetelmien tarkkuudesta
- Etsiä myös muita käyttökohteita laserkeilausaineistoille radan kunnossapitoon
- Toteutus: Global Virtual Platform GVP Oy
 - Datan keräys: Vitomittaus Oy
 - Datan analysointi ja julkaisu: Arbonaut Oy



Pistepilviaineiston keräys

- Rataosuus 251 välillä Lahti - Heinola
- 30,8 km keilattua aineistoa
- Pistetiheys 250-550 pistettä/m²
- Aineiston koko yhteensä 1,85 miljardia pistettä
- Skannaus 12 lennätyksellä kesäkuussa 2017
- Lentokorkeus 100 m, lentonopeus 6-8 m/s
- Laitteisto Riegelin VUX-1UAV LiDAR-sensori, joka on integroituna Riegelin RiCopter Octocopterissa SN 222518
- Kiinteät tukiasemat tarkkuudella sijainnissa (+-) 1-6 mm ja korkeudessa 2-13 mm



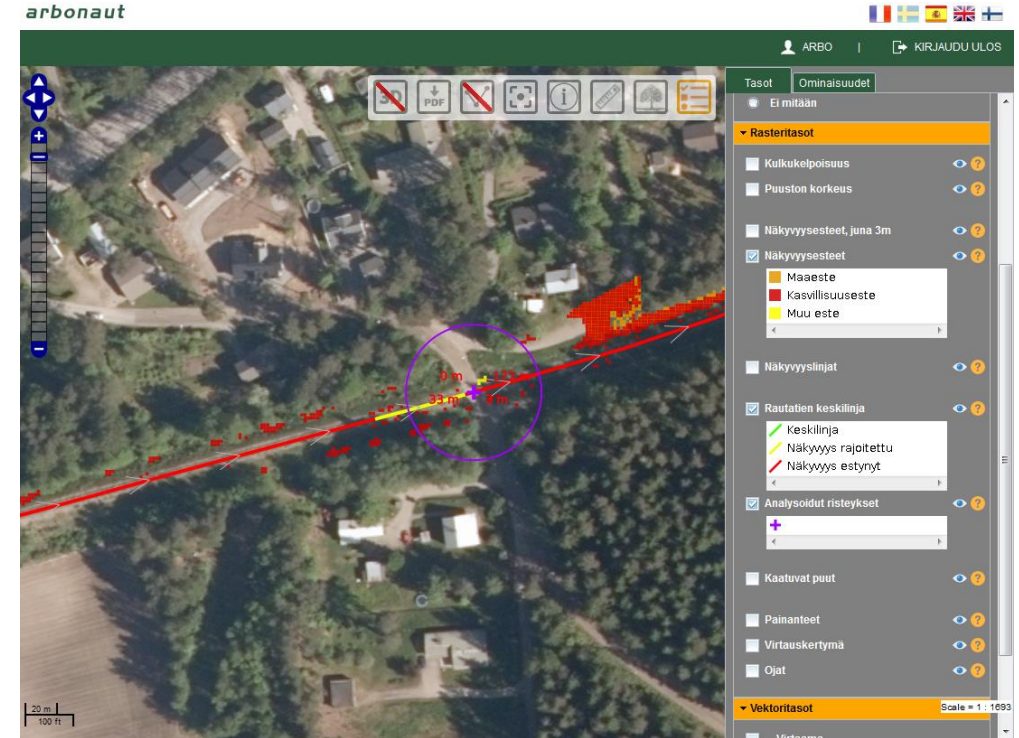
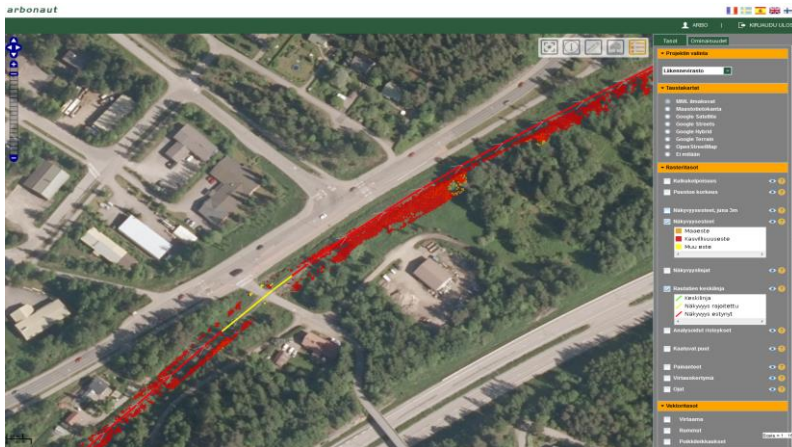
Risteysnäkemäanalyysit

- Näkemäanalyysi tehtiin 34 keräysalueelle osuvalle risteykselle
- Analyysissä käytettiin Liikenneviraston nykyisiä parametrejä, näkemän täytyy olla vapaa (lukuunottamatta radan pylviä):
 - 8 metrin päästä uloimmasta raiteesta, 1,1 metrin korkeudelta risteävältä tieltä
 - ... 360 metrin (nopeusrajoitus 60 km/h) päähän radalle 1,1 metrin korkeudelle
- Analyysi tehtiin myös vaihtoehtoisesti käyttäen radan pään korkeutena 3m --> Luonnollisesti vähentää tunnistettuja esteitä
- 3D-analyysi käyttäen Arbonautin työkaluja

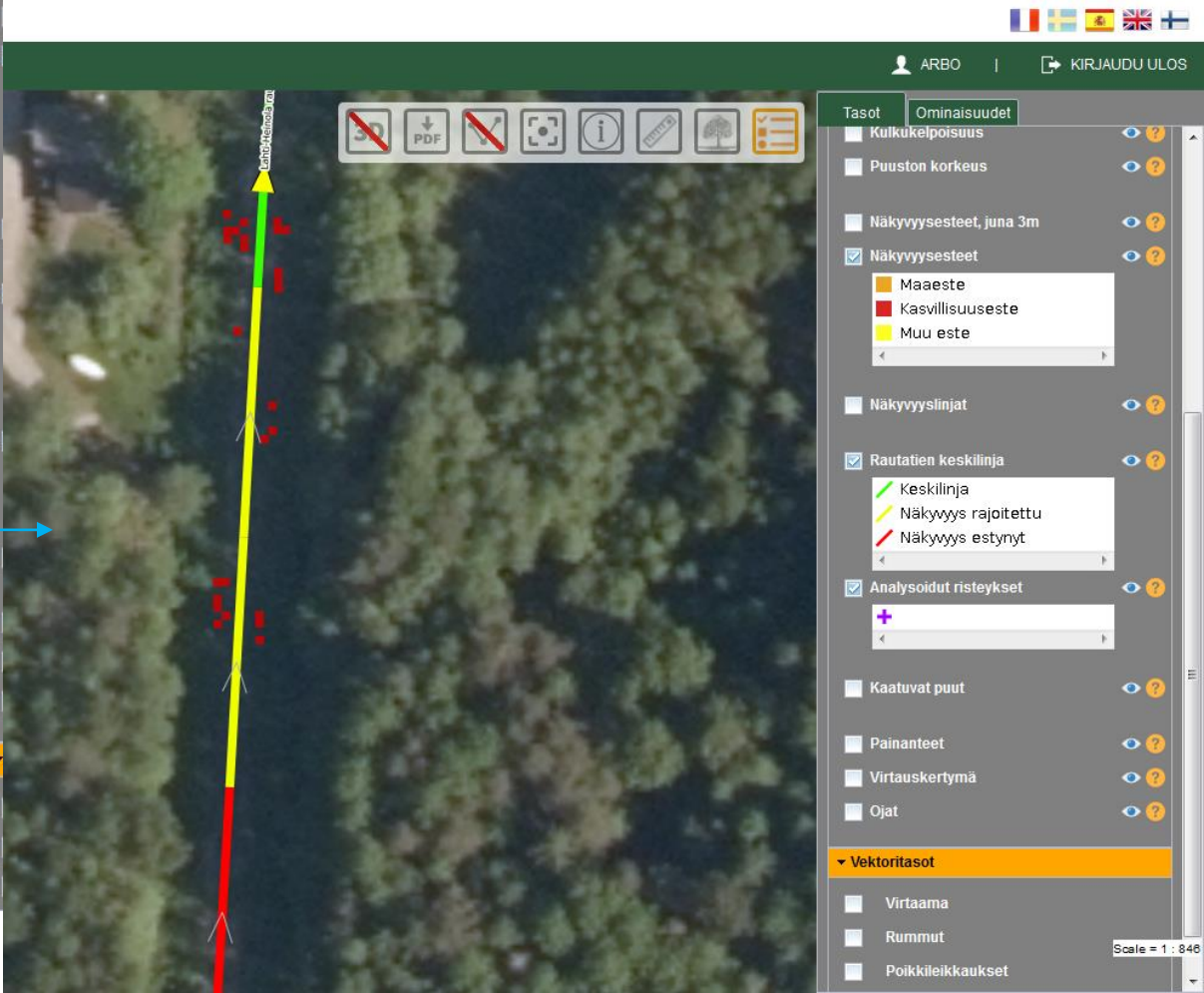
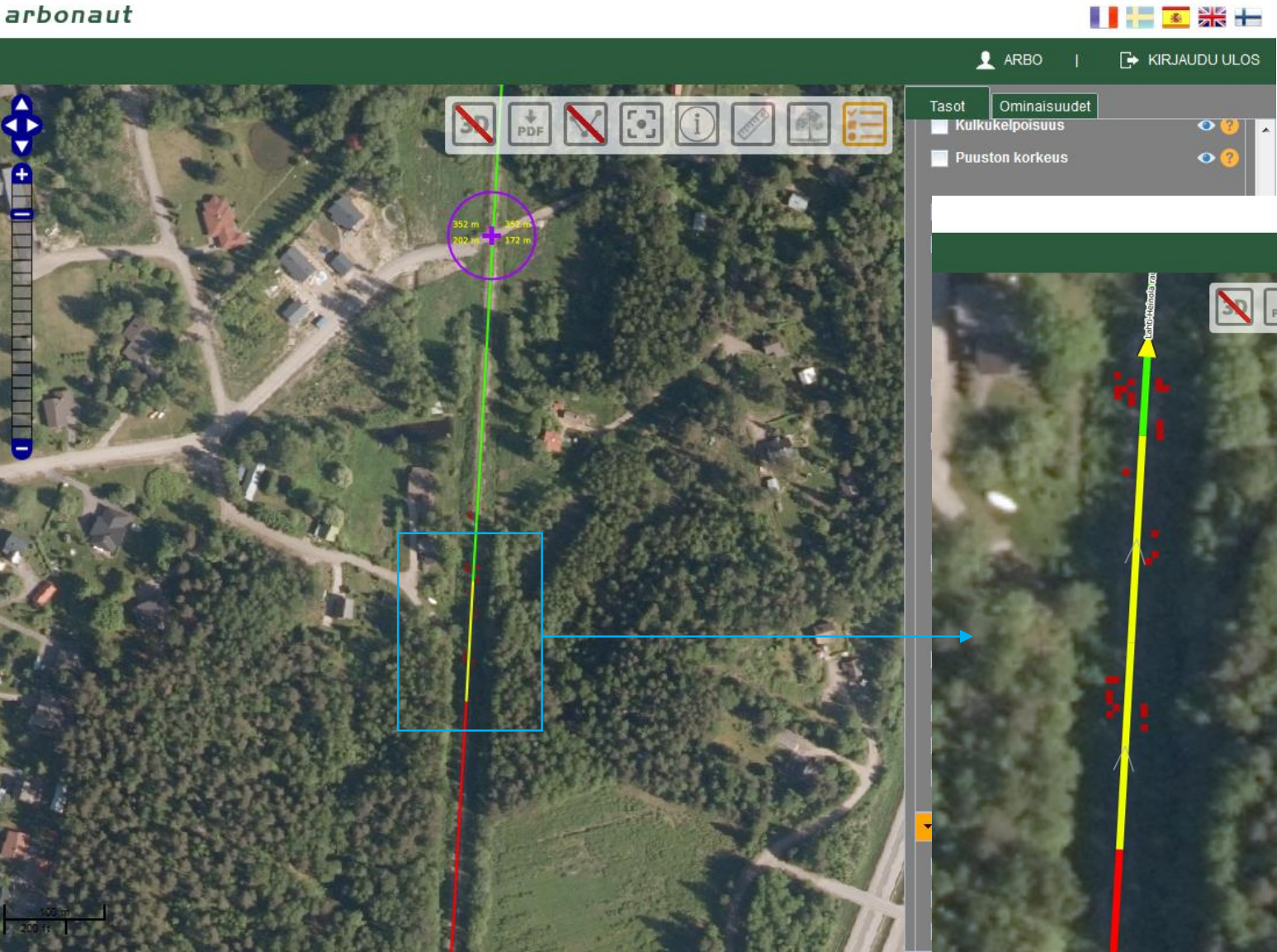


Risteysnäkemäanalyysit

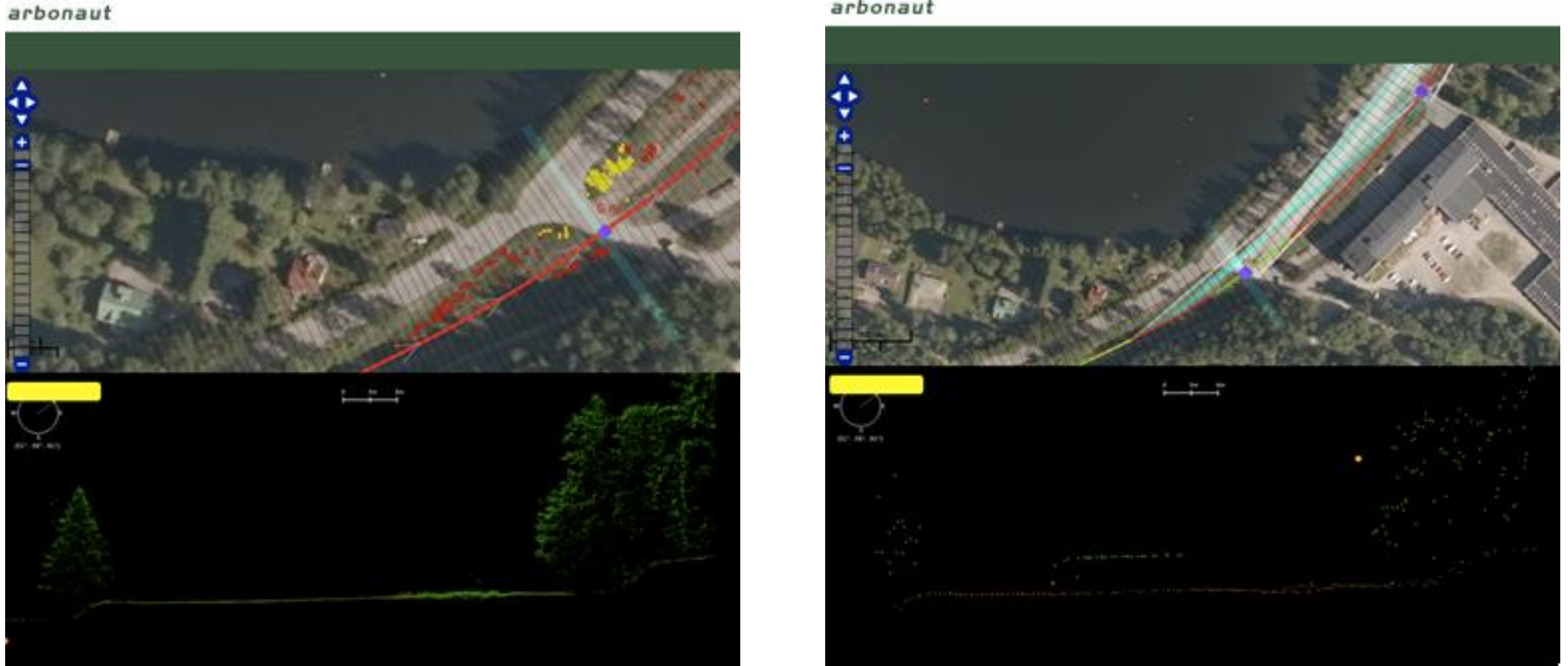
- Analyysissä keskityttiin myös tulosten visualisointiin ja helppokäyttöisyyteen loppukäyttäjälle:
 - Erityyppiset esteet raportoitiin esteluokittain
 - Näkemien visuaalinen esitys
 - Risteysten näkemäetäisyydet neljään eri sektoriin
- Vertailuanalyysi suoritettiin myös käyttäen Maanmittauslaitoksen harvaa keilausaineistoa joka oli vuodelta 2012



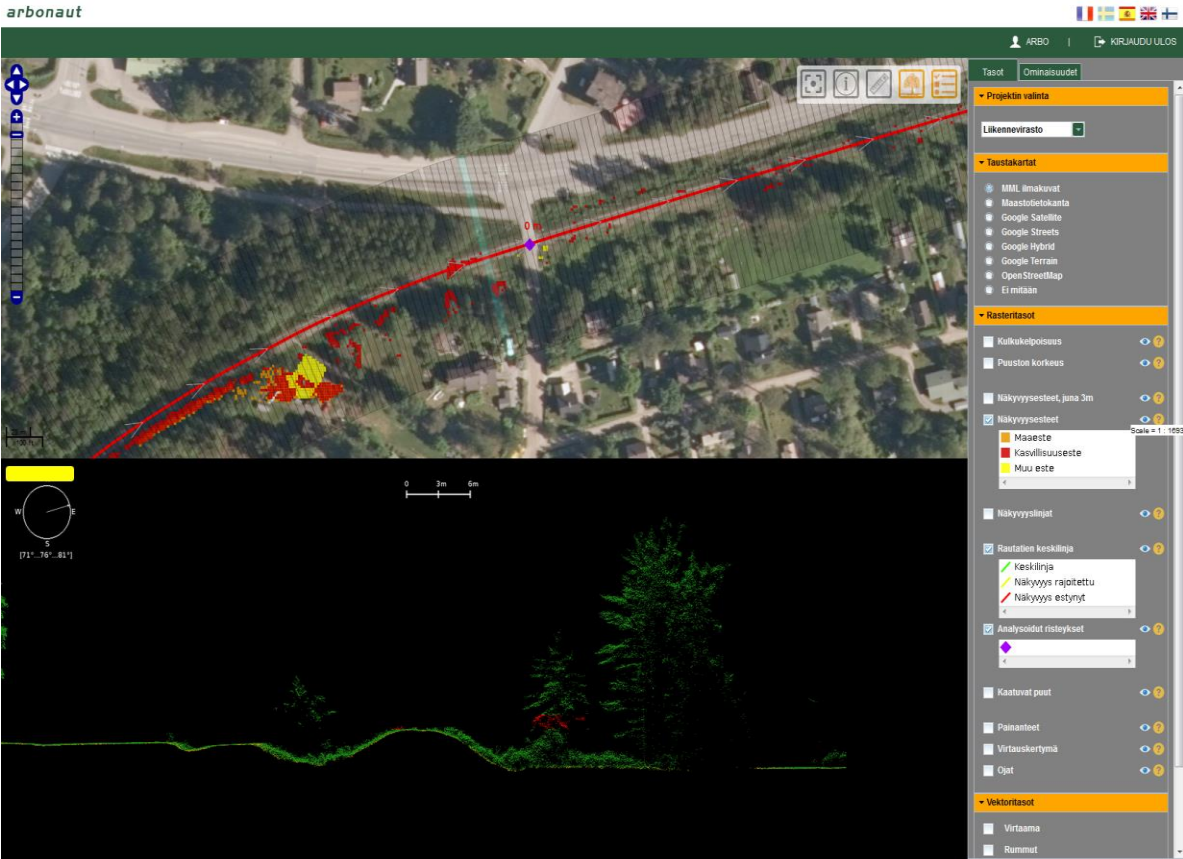
- Tulokset julkaistiin Arbonaut ProMS-järjestelmässä, jota voi käyttää web-selaimella sekä natiivilla Android sovelluksella



Keilausaineistojen eroja



Tiheä keilausaineisto

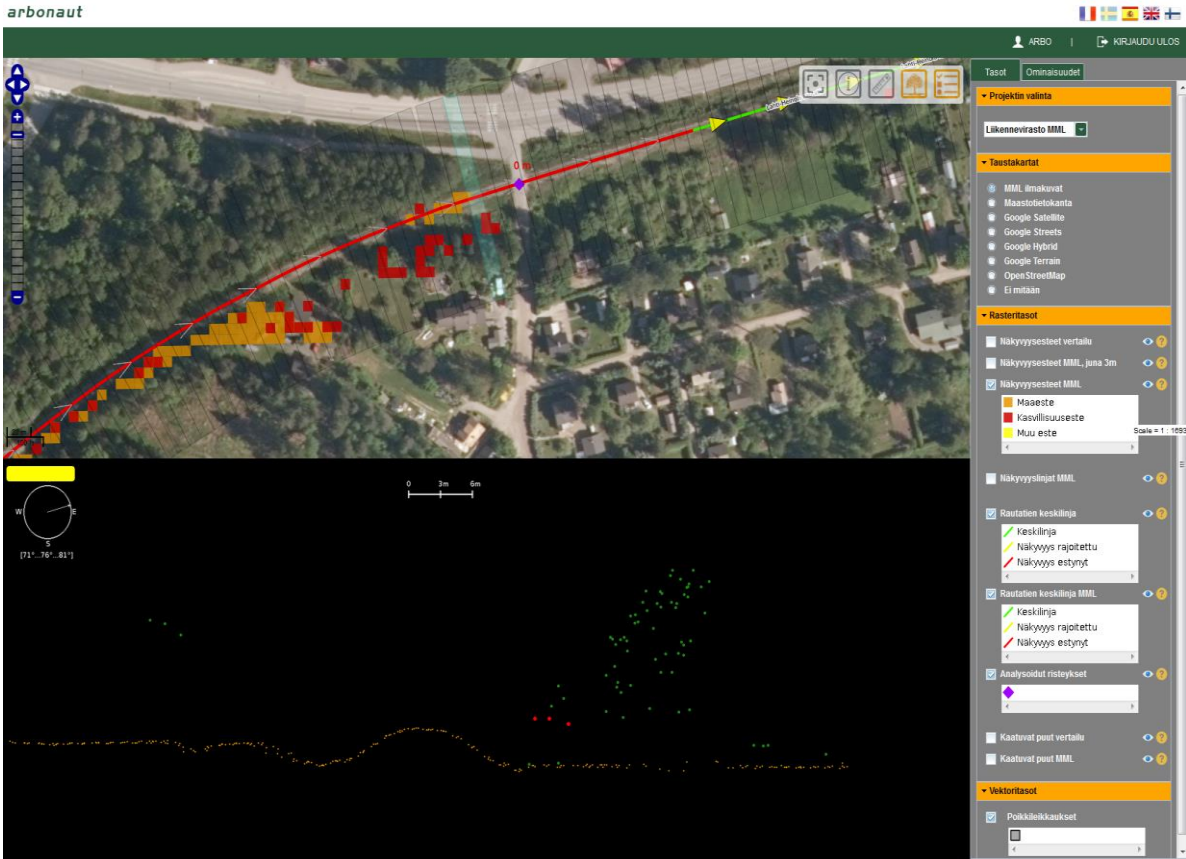


Näkemä:

1	1
13	13

Onnettomuuksia 2007-2014:
5kpl

Harva keilausaineisto

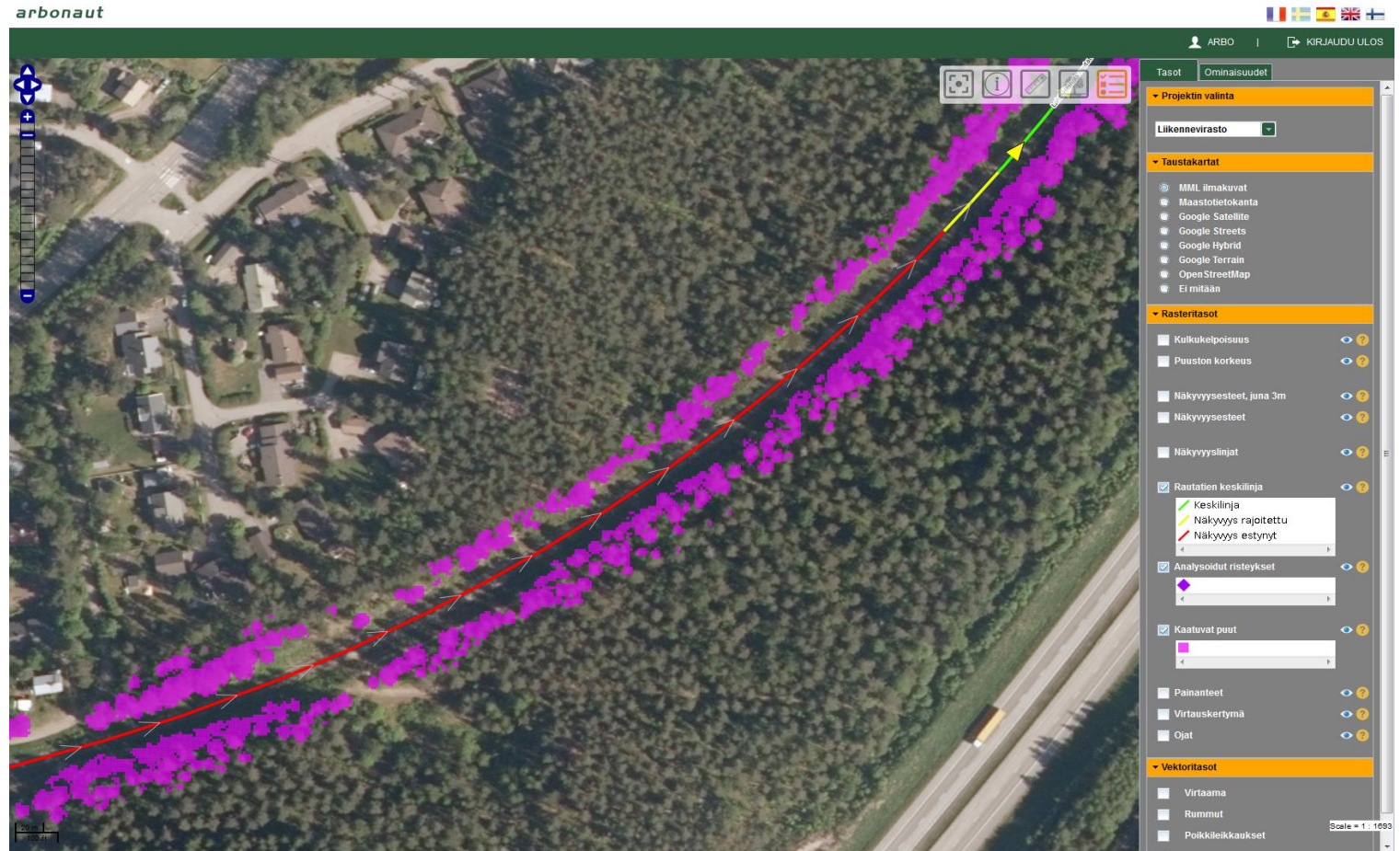


Näkemä:

360+	0
13	13

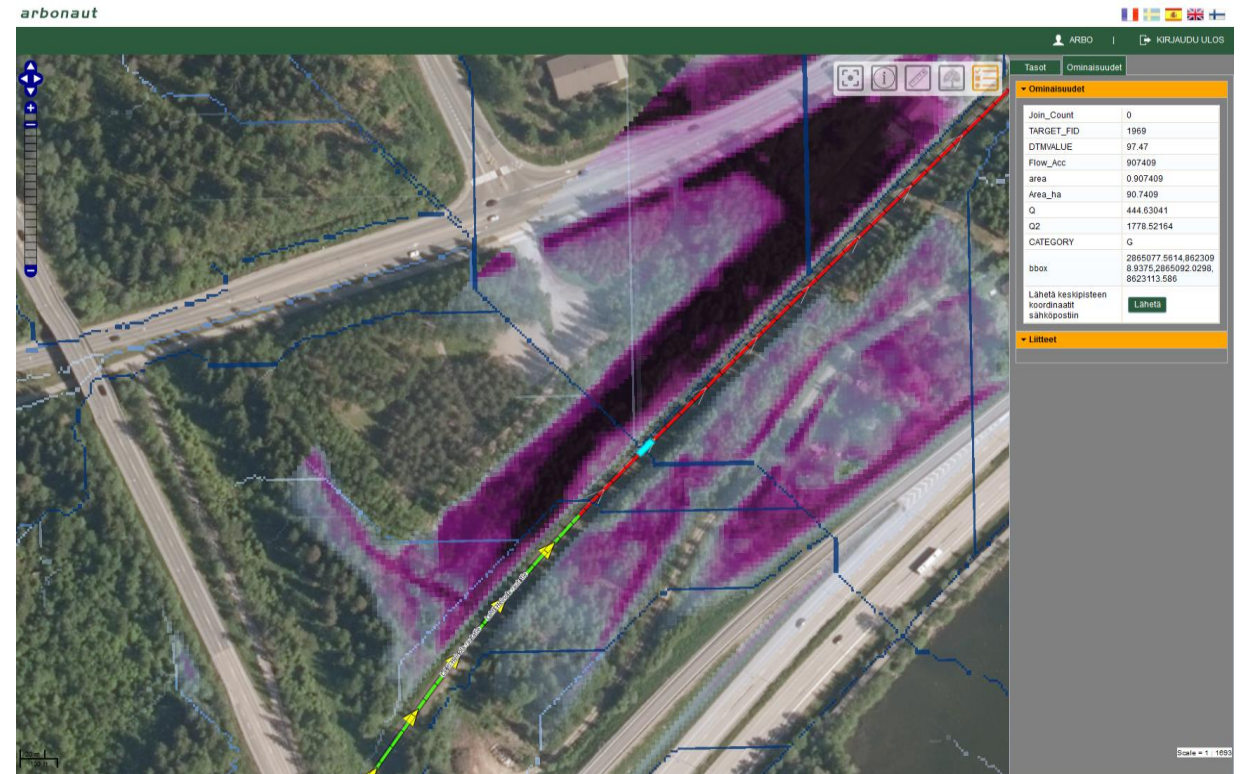
Kaatuviiden puiden analyysi

- Radalle kaatuvat puut tunnistettiin vertaillen rautatien keskilinjaan
- Tulokset esitettiin hilamuodossa
- Analyysit tehtiin kummallakin keilausaineistolla



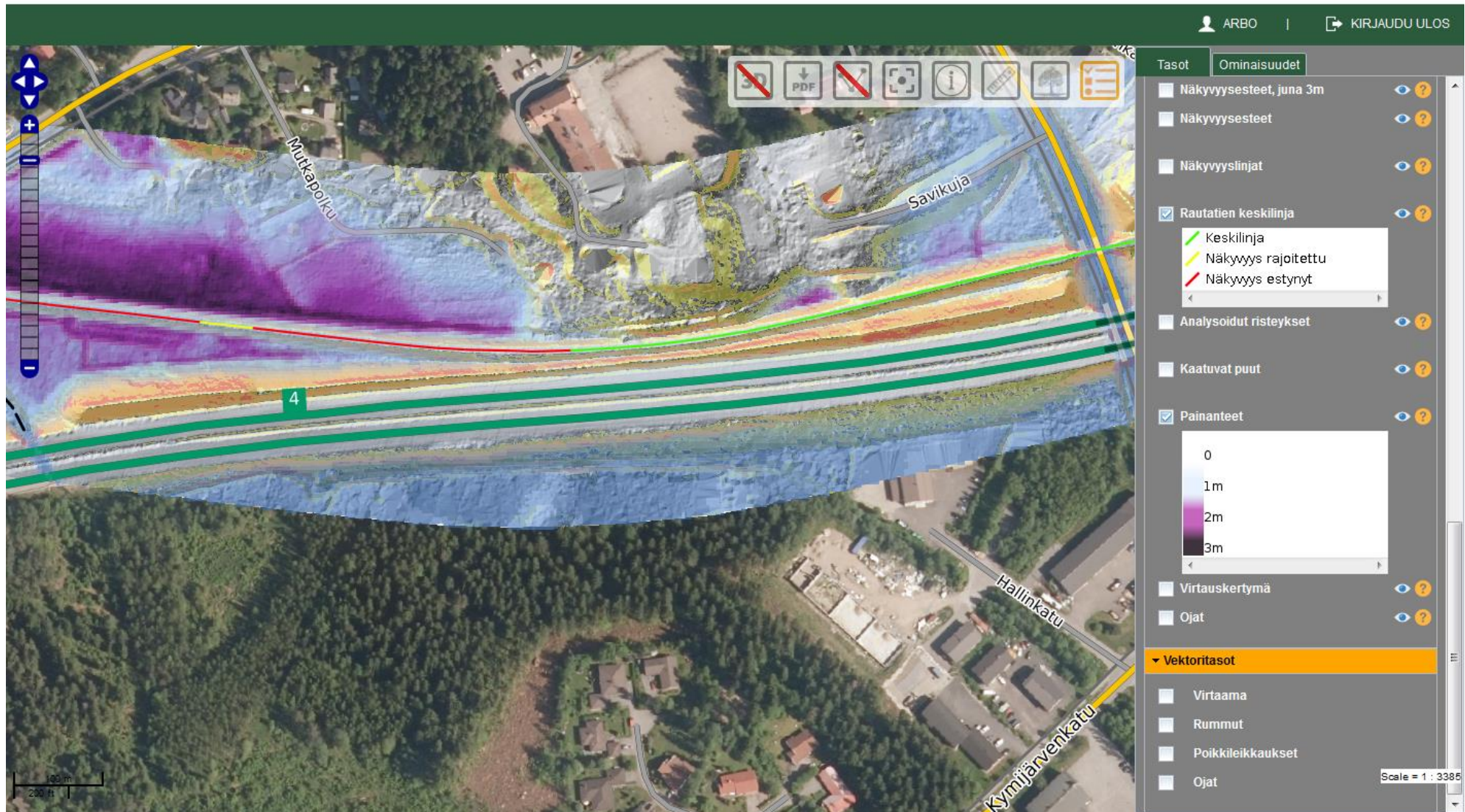
Hydrologiset analyysit

- Hyödynsimme kerättyjä ja ladattuja laserkeilausaineistoja myös ympäröivän maaston kosteuden tulkintaan
- Päädyimme tekemään kosteusanalyysipaketin:
 - Kosteusindeksi ja vajoamat
 - Valuma-alueet ja virtaamat
 - Ojien tunnistus
 - Ojien virtaama



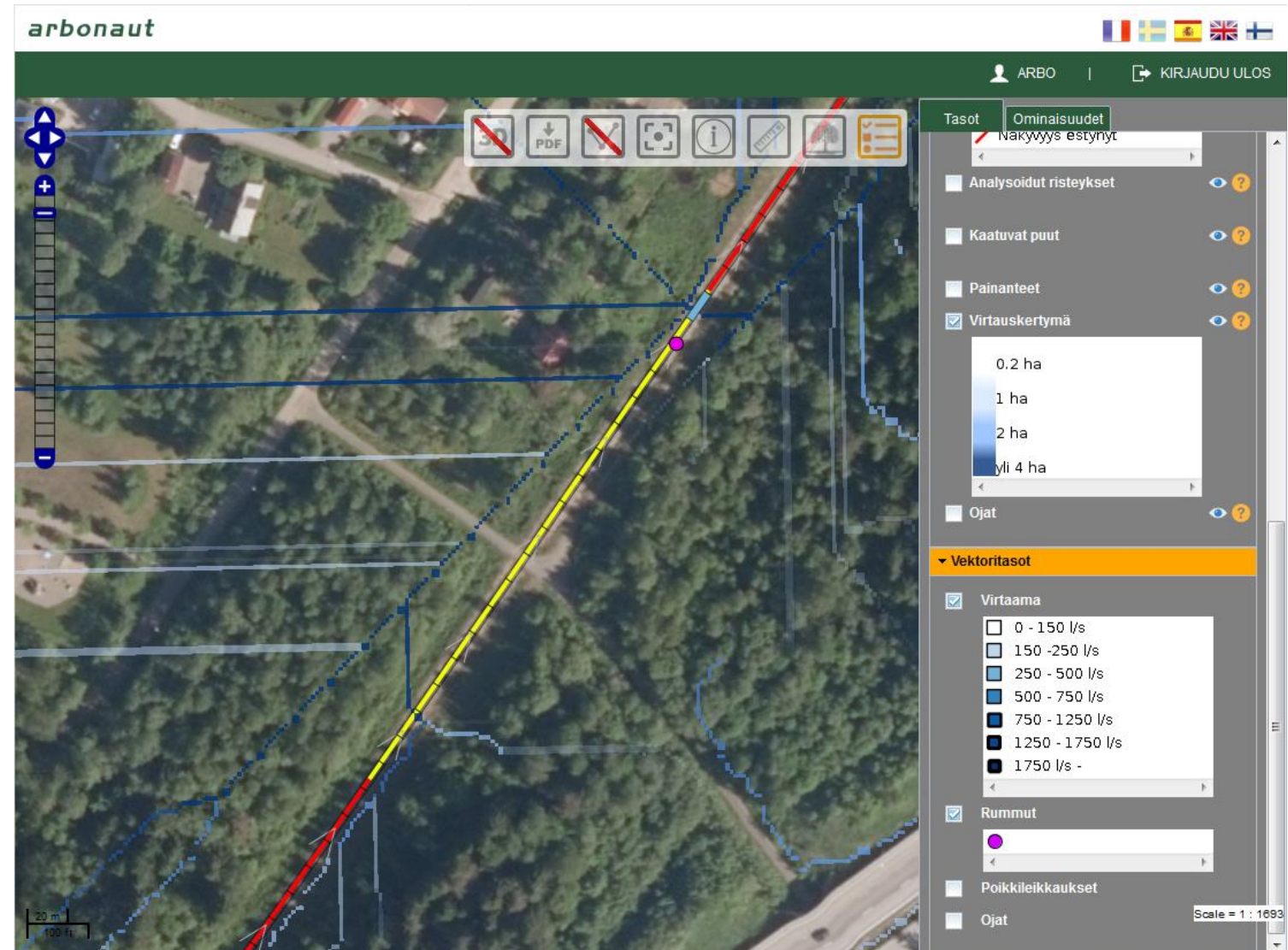
Kosteusindeksi ja painanteet

arbnaut



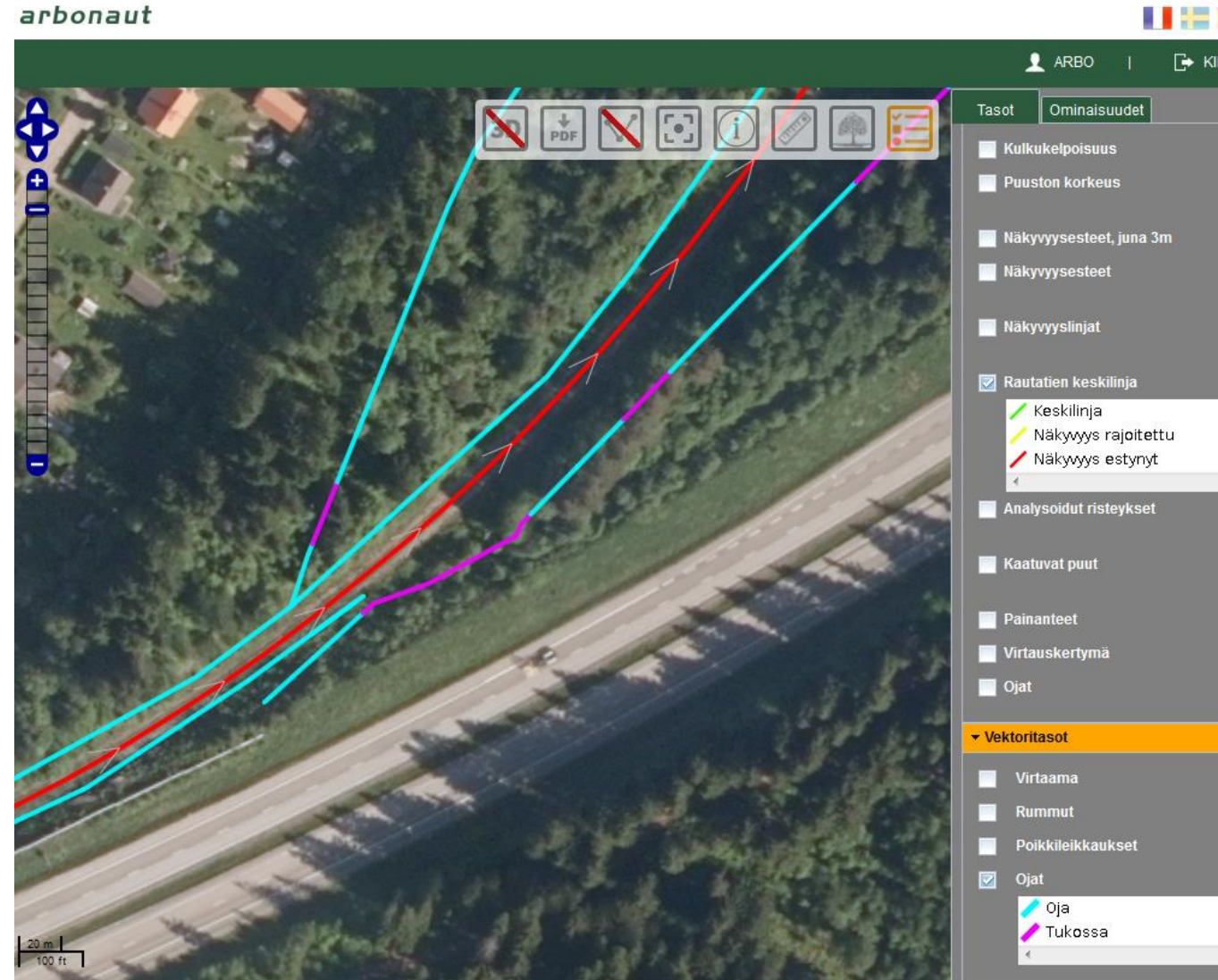
Valuma-alueet ja virtaamat

- Tunnistettiin virtaamakertymämaksimit sekä valuma-alueet
- Näiden perusteella simuloitiin maksimivirtaamia mitä voi muodostua rautatien poikki
- Laskettuja tietoja vertailtiin myös Liikenneviraston toimittamiin rumputietoihin (sijainnit)



Oja-analyysit

- Rautatien sivuojat tunnistettiin keilausaineiston perusteella
- Tunnistetuille ojille tehtiin myös tukkoisuusanalyysi
- Oja-analyysi yhdistettynä virtaama-analyysiin antaa hyvin tietoa vedenkuljetuskapasiteetista rautatiepenkan ympäristössä
- Analyysit tehtiin käyttäen Arbonautin patentoituja ojatyökaluja



Johtopäätöksiä

- Sekä tiheälle että harvalle keilausaineistolla löytyy monia käyttökohteita
- Miehittämätön keräys ei vielä kustannustehokas
--> BVLOS (Beyond Visual Line of Sight) tekniikan käyttö melkein välttämätön käytävien kuvauksessa
- Näkemäanalyysi hyötyy tuoreesta tiheästä aineistosta --> Myös radan varren pienikasvuisempi kasvillisuus tulee mukaan analyysiin
- Mutta myöskin harvalta aineistolta tehty analyysi on hyvä --> Oikeasti ongelmalliset kohteet tunnistetaan
- Hydrologiset analyysit toimivat kummallakin datalla, oja-analyysit hyötyvät hieman tiheimmästä aineistosta



Kiitos!

Tuomo Puumalainen

Project Manager
Oy Arbonaut Ltd.

tuomo.puumalainen@arbonaut.com