



HeadPower



Satelliittidatan hyödyntäminen verkosto-omaisuuden hallinnassa

Energiateollisuuden tutkimusseminaari 7.2.2023

Antti Jukarainen





Esityksen sisältö



- Kehitysprojehtin taustaa
- Projektista opittua
- SatNetMonitor -palvelut
- Tulokset: Vastaukset ST-Poolin osaprojektin tutkimuskysymyksiin



Kehitysprojektin taustaa



space solutions



Terramonitor

5 jakeluverkkoyhtiötä (DSO)

9 kantaverkkoyhtiötä (TSO)

ST-poolin rahoittama osaprojekti:

- Milloin kannattaa käyttää?
- Mikä on luotettavuus?
- Hyödyt/kustannus?

"Euroopan avaruusjärjestö rahoitti hanketta ARTES 4.0 Business Applications - Space Solutions - ohjelman kautta."



Miksi satelliittidata ja AI?



- Yli 1000 maata tarkkailevaa satelliittia (Earth Observation Satellites) tuottavat jatkuvasti dataa eri antureilla: optinen, hyperspektri, tutka, meteorologinen jne.
- Datan prosessointi on vaativaa, mutta se voidaan automatisoida.
- Tarpeellisen tiedon tunnistamiseen tarvitaan tekoälyä, jonka algoritmit pystyvät hyödyntämään kaiken datan – myös ihmisen aisteille näkymättömän.
- Satelliittidatan avulla palvelusta saadaan jatkuva ja maantieteellisesti skaalautuva.
- SatNetMonitorin keskeisin tavoite oli rakentaa verkosto-omaisuuden hallintaa tukeva palvelu, jonka tekoälypohjainen analyysi hyödyntää useaa eri tyyppistä satelliittidataa kustannusten optimoimiseksi.



Kuva: OHB-SYSTEM



Optinen satelliittidata



10 m resolution
STD



5 m



1,5 m



0,5 m

HR

VHR



Optisen satelliittidatan hyödynnettävyys

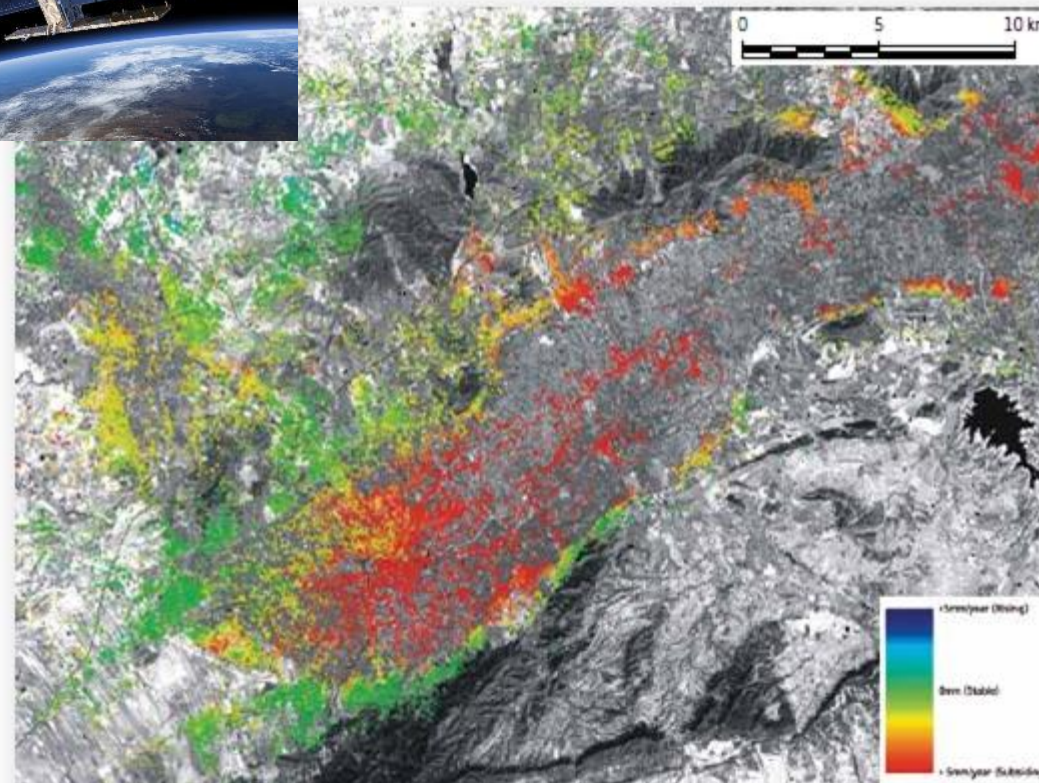
- Pilvet
- Valaistus (määrä, suunta)
- Resoluutio
- Erottelukyky
- Spektri (kanavat)
- Saatavuus
- Vääristymät, kohina
- Tuoreus
- Kustannus



SAR data - tutkakuva



SAR by Iceye



Terrain Deformation Map of Murcia, Spain Using the PSI Technique. The Maximum Subsidence (Red) is About 5 cm per Year. (image courtesy of Altamira Information TerraFirma project), Sentinel 1 data



Projektista opittua



Kehitys

- Lisää satelliittiyhtiöitä 👍
- Lisää satelliitteja 👍
- Lisää kuvia 👍
- Lisää muuta dataa: tutka 👍
- Tiheämmin kuvia 👍
- Parempia sensoreita, lisää tarkkuutta 👍
- Kustannukset laskusuunnassa 🐌
- Tehokkaampi prosessointi 🐌



Skaalautuu eri ympäristöihin

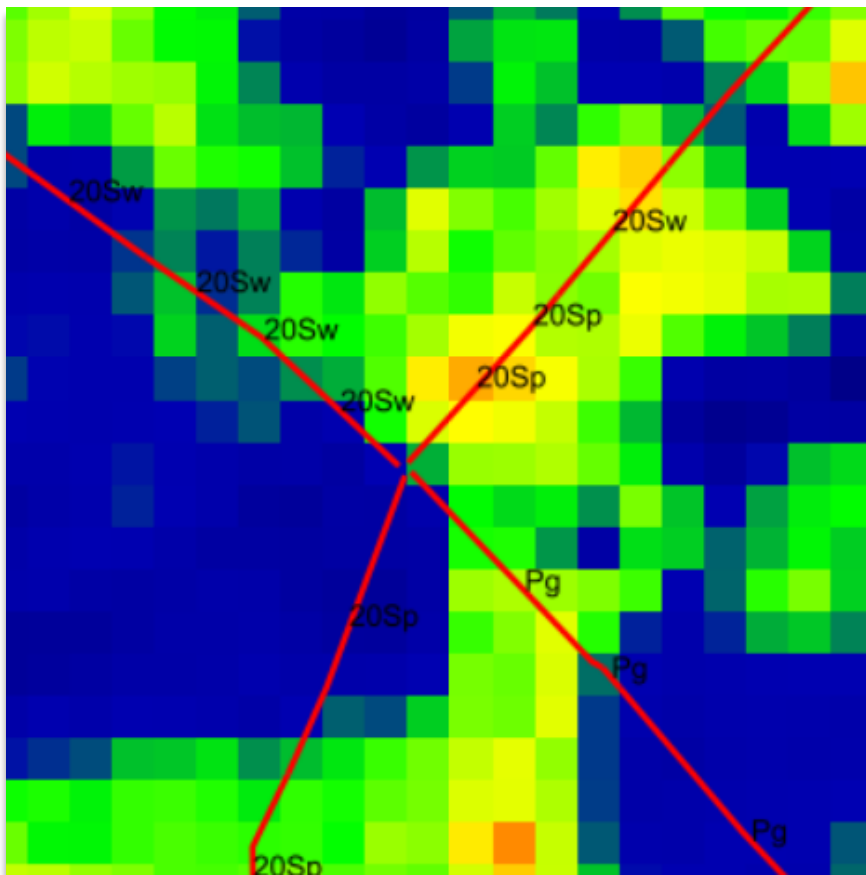




Kasvillisuusriskit



Kasvillisuuden riskialueiden tunnistaminen

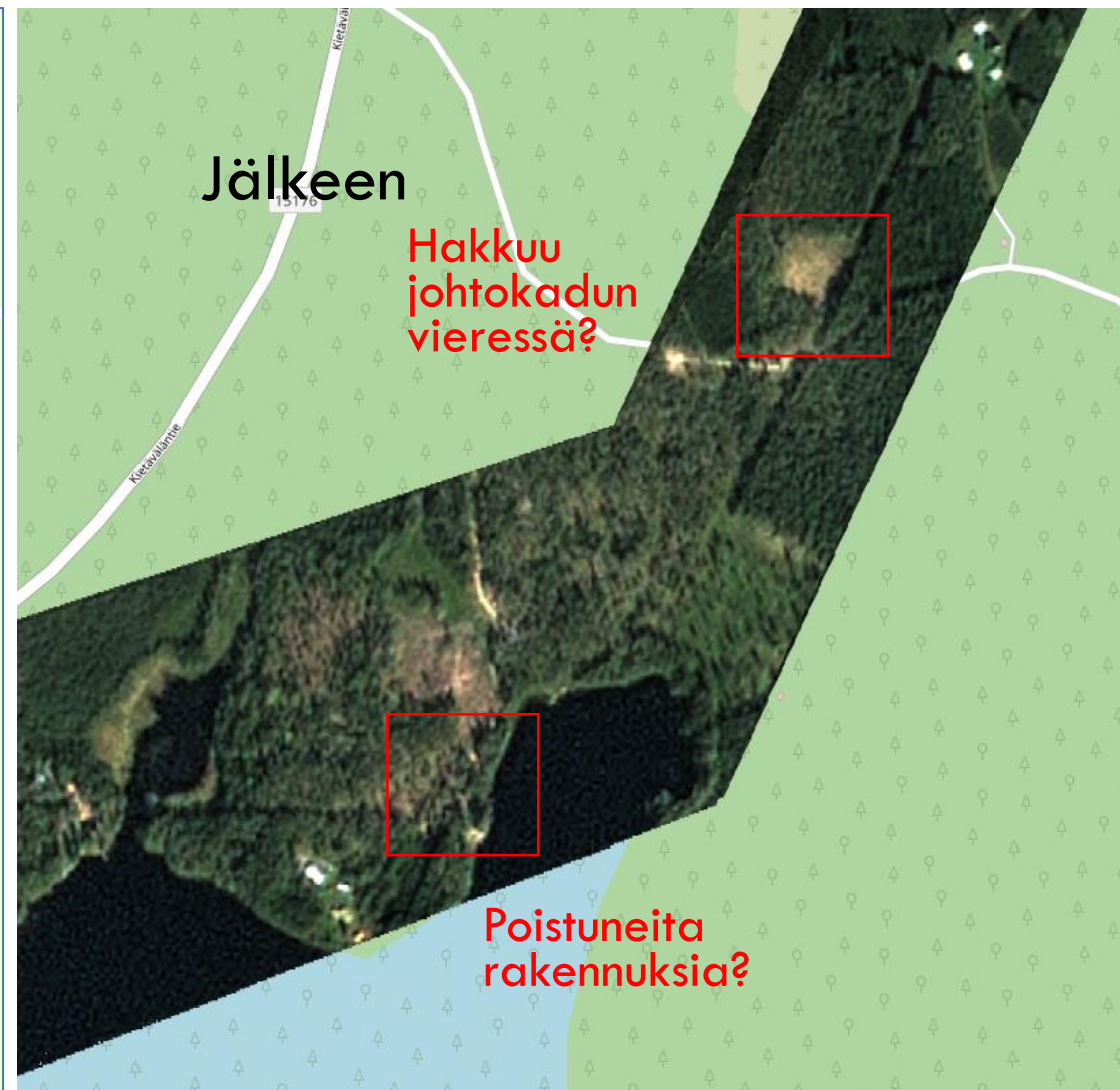
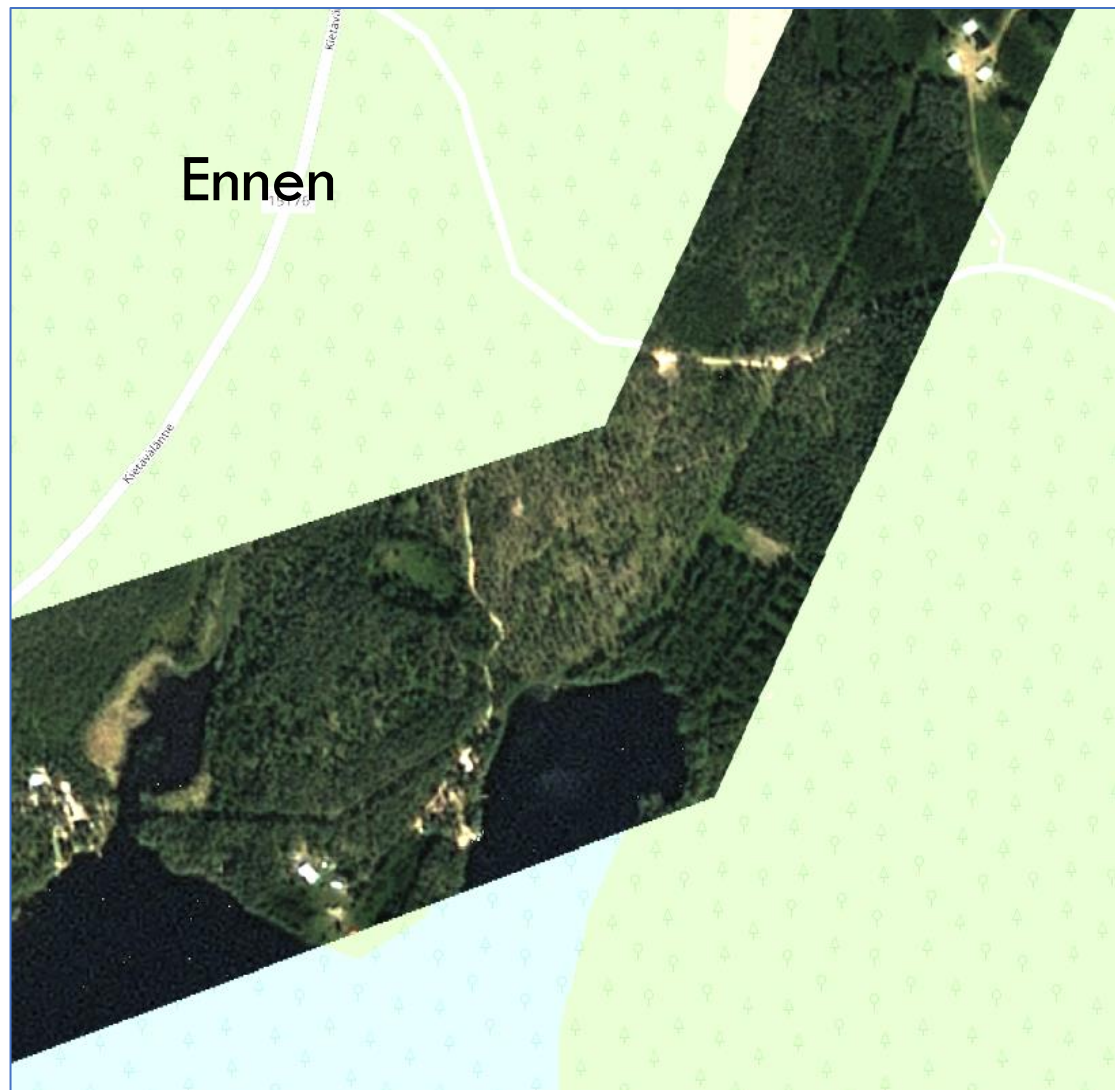




Muutostulkinta



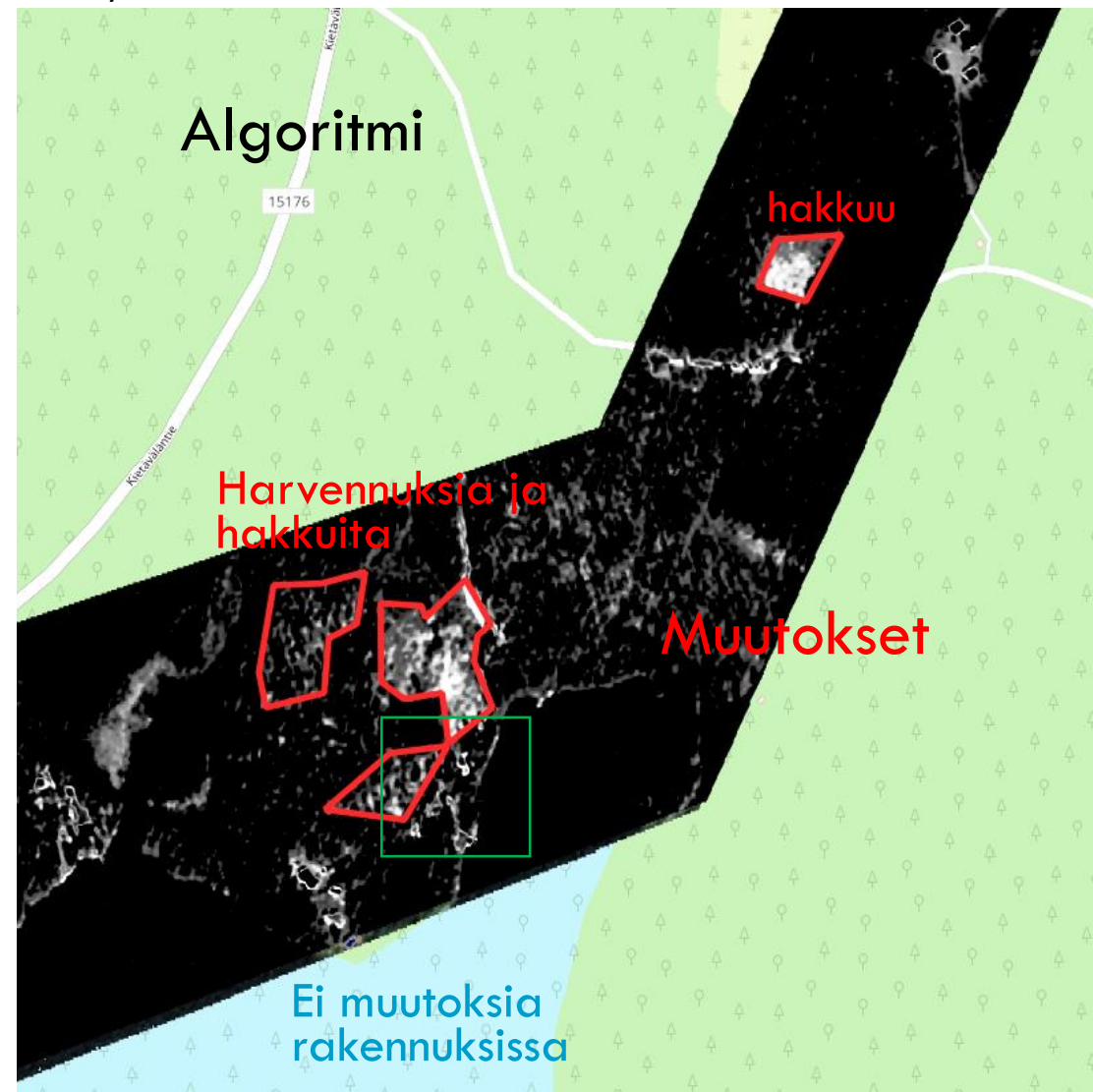
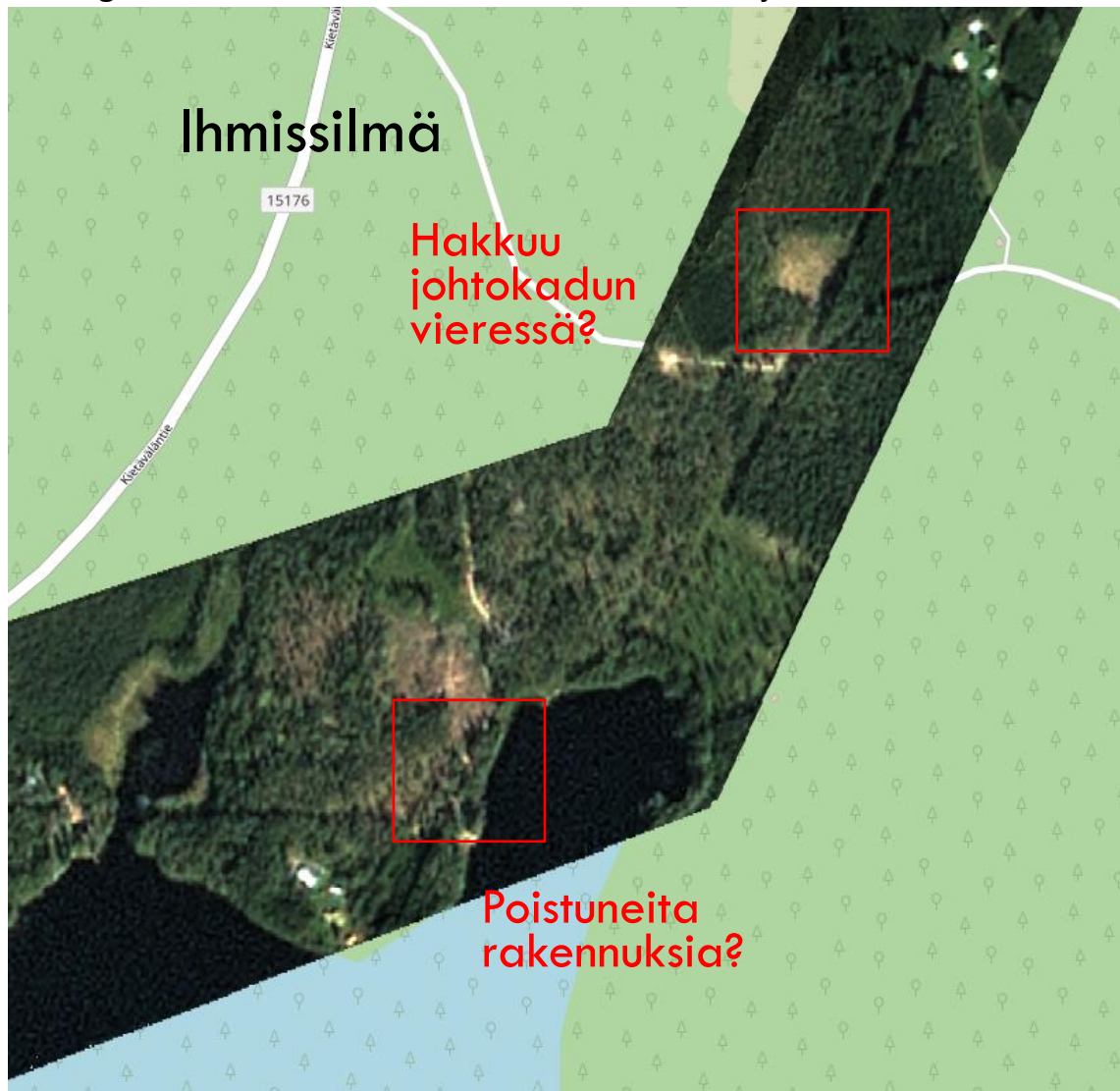
Muutostulkintaesimerkki ihmissilmin





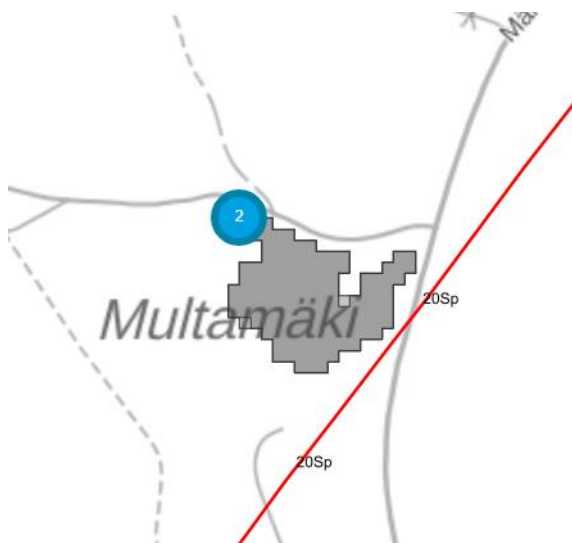
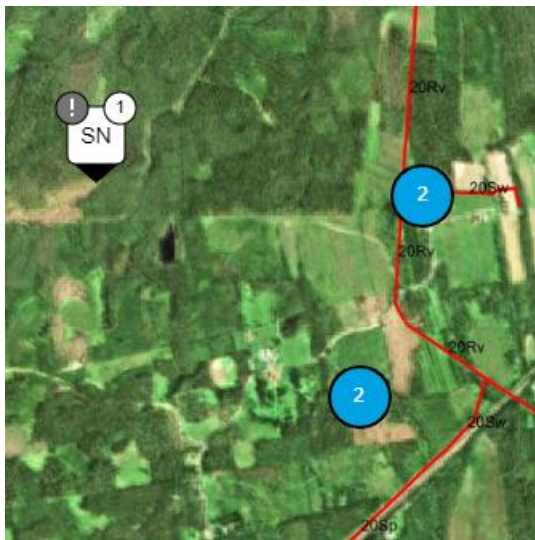
Algoritmin "näkemänä"

Algoritmi tulkitsee vain "mustavalkoisia" kuvia ja toisaalta kaikkia värikanavien yhdistelmiä.





Avohakkuun tunnistaminen



Std

Aikaleima: 1.6.2021



Aikaleima: 18.8.2022





Rakennustyömaan tunnistaminen



SatNetMonitor



Kuvan aikaleima: 27.7.2021 0:00



Kuvan aikaleima: 22.5.2022 0:00





Havaintojen luotettavuus

Tarkastetut havainnot: 536

- Muutos tunnistettu: 100%
- Oikeita muutoksia: 90%
- Oikeita luokitteluita: 79%
- Virheellisiä luokitteluita: 21%

Analyysi tehty seuraavasti:

- STD: 95 000 km
- HR: 4 300 km
- VHR: 900 km

Yhteensä yli 2600 havaintoa vuoden aikana

Havaintoluokka	STD		HR		VHR		Yhteensä	
	Luokka oikein	Määrä yhteensä	Luokka oikein	Määrä yhteensä	Luokka oikein	Määrä yhteensä	Luokka oikein	Määrä yhteensä
Clear cut	80 %	310	76 %	45	17 %	12	78 %	367
Construction site			71 %	52	81 %	42	76 %	94
New building			86 %	14	100 %	33	96 %	47
Thinning			75 %	8			75 %	8
New object			100 %	2	83 %	6	88 %	8
New road			33 %	3	100 %	4	71 %	7
Clearing			100 %	2	100 %	1	100 %	3
Demolished building					100 %	2	100 %	2
Yhteensä	80 %	310	75 %	126	81 %	100	79 %	536

Tulosten kehitys havaintokierrosten välillä

HR- ja VHR- pohjainen muutostulkinta

2021						
	HR-aineisto		VHR-aineisto		Yhteensä	
Havaintotyyppi	Varmistettu oikeaksi	Luokitellut havainnot	Varmistettu oikeaksi	Luokitellut havainnot	Varmistettu oikeaksi	Luokitellut havainnot
Avohakkuu	71 %	38	0 %	4	64 %	42
Rakennustyömaa	52 %	29	73 %	11	58 %	40
Uusi rakennus	60 %	5	100 %	16	90 %	21
Harvennus	75 %	8	-	-	75 %	8
Uusi objekti	100 %	2	100 %	4	100 %	6
Uusi tie	33 %	3	-	-	33 %	3
Raivaus	-	-	-	-	-	-
Poistunut rakennus	-	-	100 %	1	100 %	1
Yhteensä	64 %	85	81 %	36	69 %	121

2022					
HR-aineisto		VHR-aineisto		Yhteensä	
Varmistettu oikeaksi	Luokitellut havainnot	Varmistettu oikeaksi	Luokitellut havainnot	Varmistettu oikeaksi	Luokitellut havainnot
100 %	7	25 %	8	60 %	15
96 %	23	84 %	31	89 %	54
100 %	9	100 %	17	100 %	26
-	-	-	-	-	-
-	-	50 %	2	50 %	2
-	-	100 %	4	100 %	4
100 %	2	100 %	1	100 %	3
-	-	100 %	1	100 %	1
98 %	41	81 %	64	88 %	105

Muutos		
HR	VHR	Yhteensä
Muutos 2021 -> 2022	Muutos 2021 -> 2022	Muutos 2021 -> 2022
29 %	25 %	-4 %
44 %	11 %	31 %
40 %	0 %	10 %
	-50 %	-50 %
		67 %
	0 %	0 %
34 %	1 %	19 %

STD-pohjainen avohakkuiden tunnistaminen

2021		
	Varmistettu oikeaksi	Luokitellut havainnot
Avohakkuu	77 %	198

2022	
Varmistettu oikeaksi	Luokitellut havainnot
86 %	112

Muutos 2021-> 2022
8 %



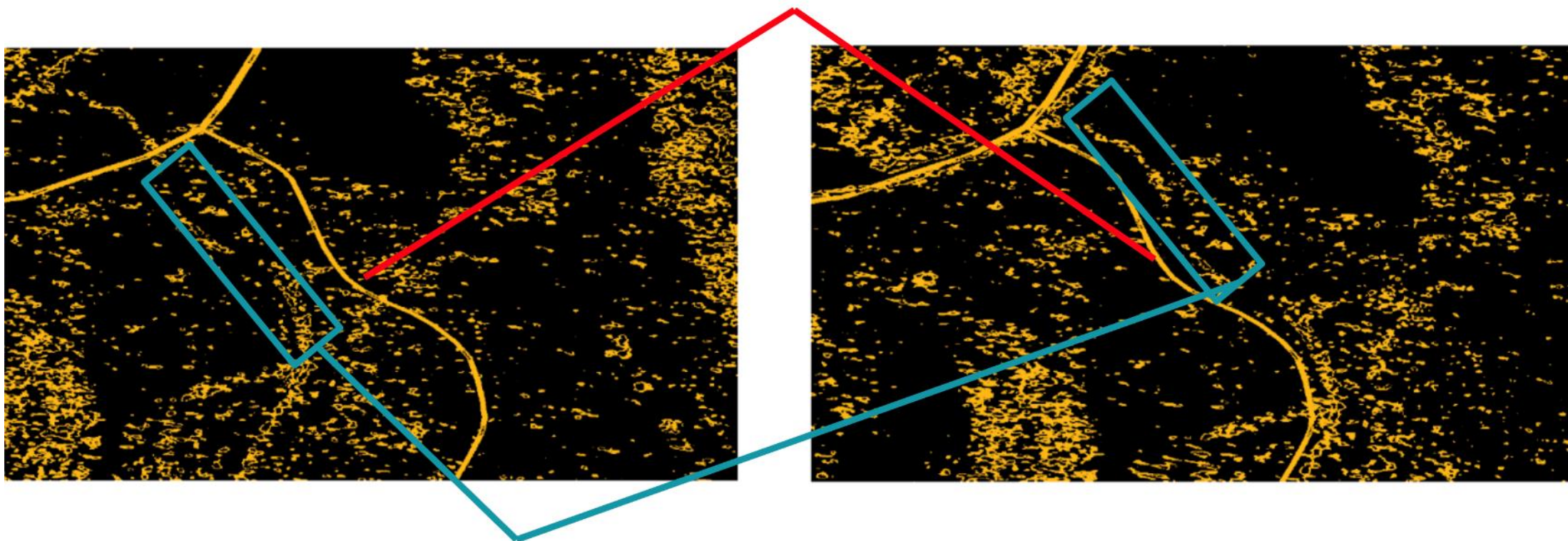
SAR-tutkadatan hyödyntäminen

Tilannekuva pimeässä & pilvessä



SAR-datan prosessointihaaste -georeferointi

Päälle "liimattu" tiekartasto



Tien paikka, ero kymmeniä metrejä kahden kuvan välillä johtuen SAR-datan käsittelystä ja kuvakulmien erosta.

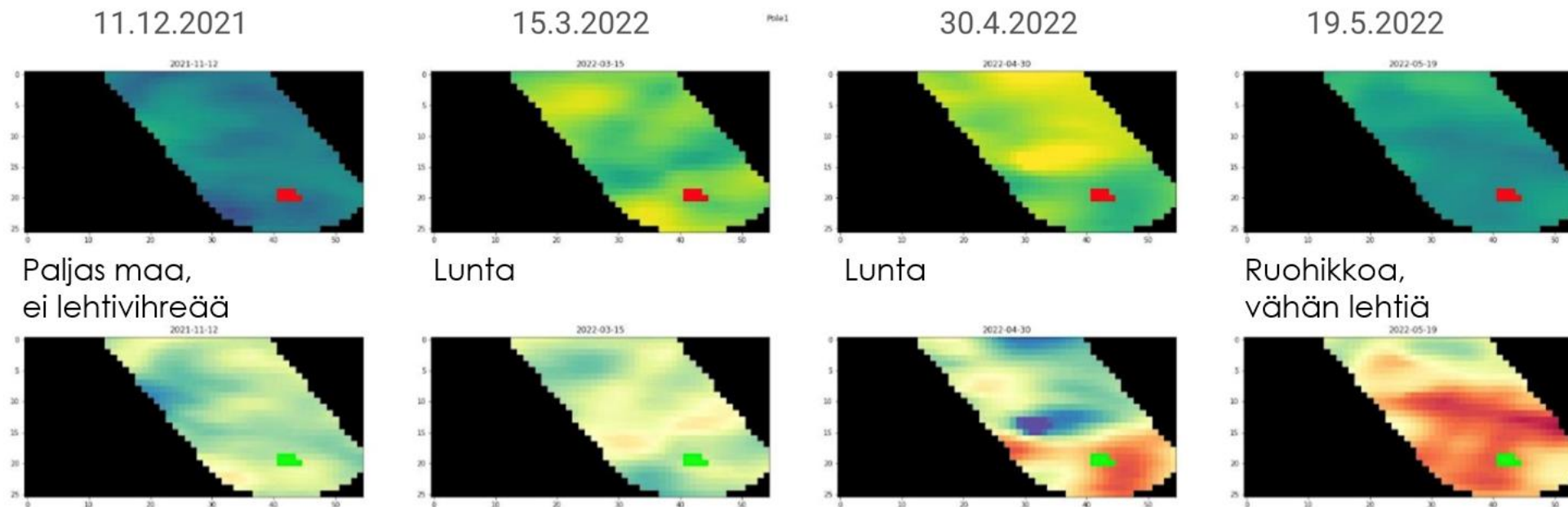


Kohdentaminen tutkaheijastimilla





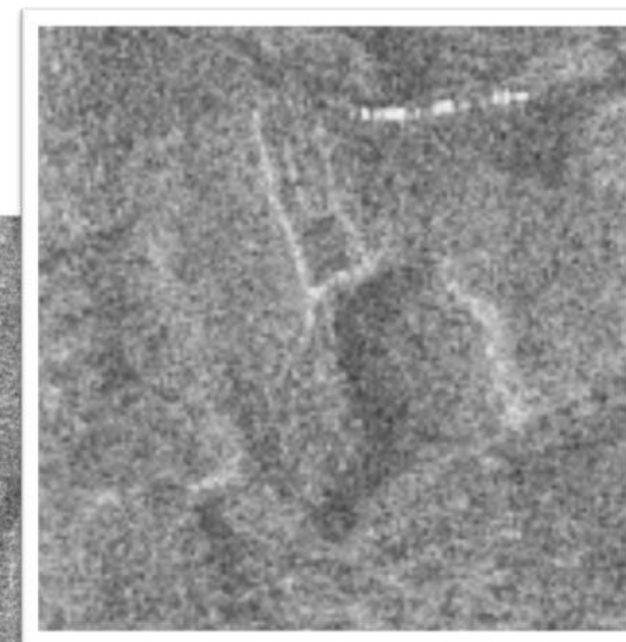
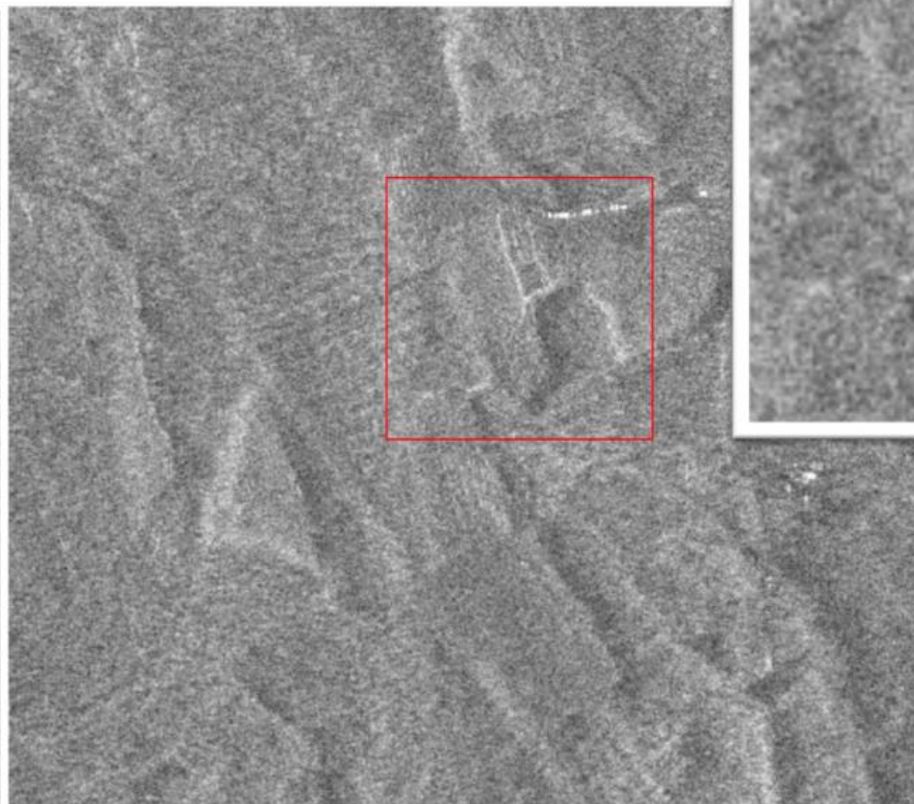
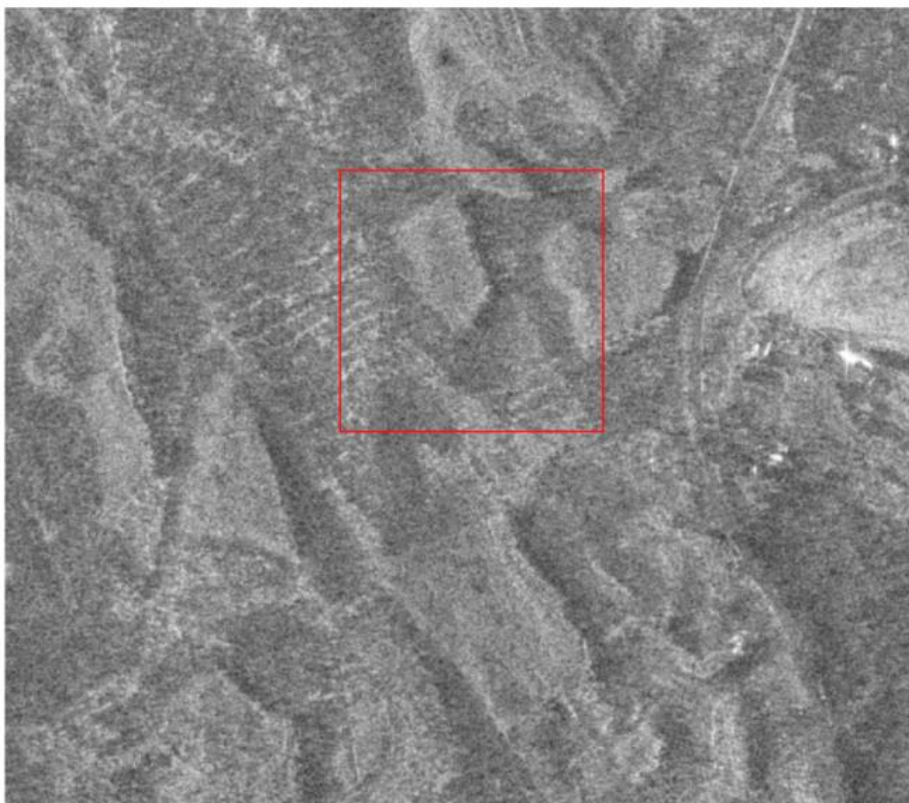
Esimerkki SAR-kuvasarjasta



SAR-kuva muuttuu ympäristön ja vuodenaikojen mukaan. (Pylvään sijainti on merkitty kuviin punaisella tai vihreällä pisteellä. Ylempi kuvasarja esittää heijastuneen signaalin voimakkuutta, jossa vihreä kuvaa heikkoja ja keltainen voimakkaita signaaleja. Alempi kuva korostaa signaalin ääripäiden arvoja, jolloin punainen kuvaa heikkoa ja sininen voimakasta signaalia.



SAR jatkossa?





SatNetMonitor-palvelut



SatNetMonitor, Peruspalvelu



Palvelun sisältö

- Koko kj-ilmajohtoverkko
- Viikoittainen toukokuusta elokuulle (säävaraus)

Avoimen satelliittikuvan (std)
muutostulkinta tunnistaa
hakkuun johtokadun vieressä

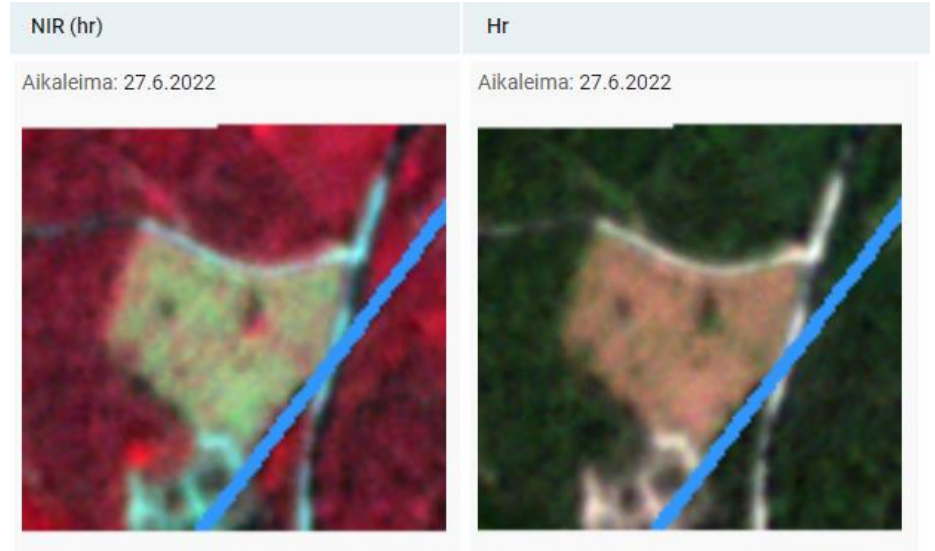
Aikaleima: 1.6.2021



Aikaleima: 18.8.2022



Havaintoa
täydennetään HR-
satelliittikuvilla



Muuttunut alue
piirretään
peruskartalle ja
ilmakuvaan





SatNetMonitor, Riskivalvonta



- Hr-kuvista tunnistetaan
 - Kaivuut
 - Rakentaminen
 - Rakennukset
 - Varastointi
 - Avohakkuut
 - Muut muutokset
- Palvelun sisältö
 - 1-4 kertaa vuodessa (kasvukauden aikana, touko-elokuu)
 - Sovitulta verkon alueelta





Tulokset

Hyötyesimerkki Peruspalvelusta

Keskeytysten aiheuttajat ilmajohtoverkoissa, vikataajuus kpl/100km
(lähde ET:n keskeytystilasto 2019)

AIHEUTTAJA	Avojohto	PAS	Huomiot
Luonnonilmiöt yhteensä	11.07	4.16	Arviolta 0,5-1 vikaa per 100 km voisi välttää poistamalla avohakkuun riskipuut
Tekniset syyt yhteensä	1.59	1.83	
Muut syyt yhteensä	1.34	0.35	

Oletus: Yhden avohakkuun aiheuttaman viankorjauksen poistaminen vähentää kuluja keskimäärin 2000 €.

Välitön hyöty: 1000 – 2000 € / 100 km -> 10 – 20 € / km

KAH?



ST-Poolin osaprojektin tulokset



SatNetMonitor

Vastaukset tutkimuskysymyksiin

1. Millaisissa olosuhteissa ja tilanteissa satelliittidataa kannattaa hyödyntää verrattuna nykyisten menetelmien kustannuksiin ja nopeuteen?
 1. Kun halutaan havaita (suuria) muutoksia, esimerkki: Hakkuuriskit
 2. Kun verkkoalue on laaja ja siitä halutaan kokonaiskuva
 3. Kun tarvitaan tietoa säännöllisesti (ja usein), esimerkki: Infrastruktuuririskit
2. Mikä on koneoppimis-/tekoälypohjaisen (ML/AI) satelliittidata-analyysin luotettavuus?
 1. Luotettavuus on hyvä, joltain osin erinomainen 80-100%
 2. Tekoäly pystyy analysoimaan kuvaa jo nyt ihmissilmää paremmin
3. Mitkä ovat saavutettavat hyödyt suhteessa kustannuksiin?
 1. Sovellusalueista riippuen hyödyt voivat olla suuret (verrattuna nykyisiin menetelmiin)
 2. Teknologian kehitys muuttaa jatkuvasti hyöty/kustannusparametreja



Kiitos! Kysymyksiä?

Antti Jukarainen
Timo Mutila

Antti.jukarainen@headpower.fi
timo.mutila@headpower.fi

www.satnetmonitor.com
www.headpower.fi