

LIDARK – Arkeologisten kohteiden automaattinen tunnistaminen laserkeilausdatasta

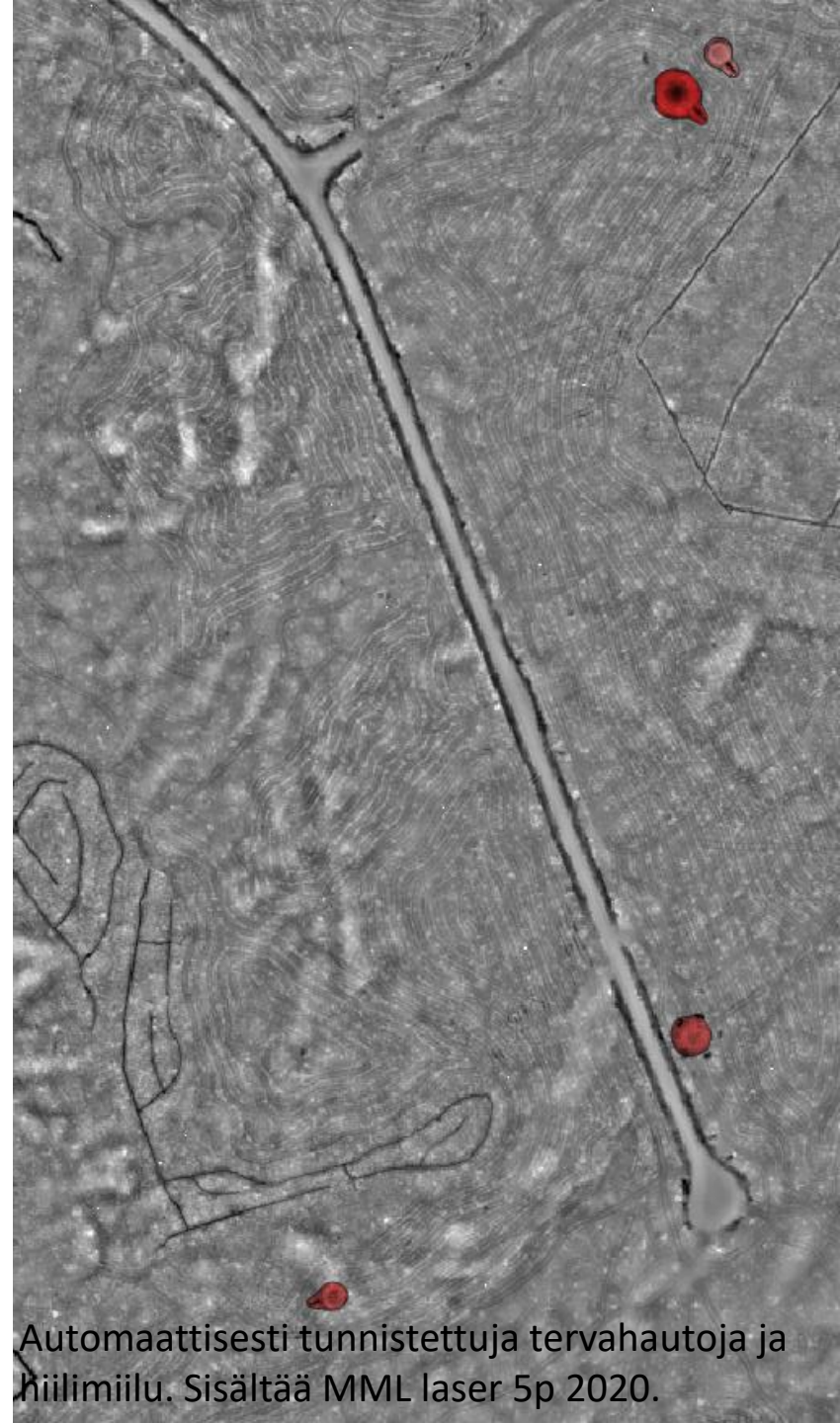
Niko Anttiroiko 12.12.2022



**Museovirasto
Museiverket**



**OULUN
YLIOPISTO**



Automaattisesti tunnistettuja tervahautoja ja hiilimiilu. Sisältää MML laser 5p 2020.

Hanke pähkinänkuoressa

Tavoitteet:

Kehittää menetelmiä arkeologisten kohteiden automaattiseen tunnistamiseen 5p laserkeilausaineistoista.

Työryhmä:

Lidark-konsortio: Museovirasto & Oulun yliopisto

Yhteistyökumppanit: Blom kartta oy, Maanmittauslaitos,
Metsähallitus & alueelliset vastuumuseot

Rahoitus:

2021-2022 Maa- ja metsätalousministeriö



**Museovirasto
Museiverket**



**OULUN
YLIOPISTO**



Museovirasto

Mihin arkeologisten kohteiden puoli- automaattista kartoitusta laserkeilausdatasta tarvitaan?

- Runsaasti arkeologista kulttuuriperintöä sijaitsee alueilla, jotka tapaavat jäädä selvitysten ulkopuolelle
 - Metsät, erämaa-alueet jne.
 - Tarve kustannustehokkaille kartoitusmenetelmille, joilla voidaan kattaa laajoja alueita
- Kohteista tarvitaan aiempaa enemmän ja tarkempaa paikkatietoa
 - Helpottaa kohteiden huomioimista maankäytön yhteydessä
 - Erityisesti aluemaisissa rajauksissa parannettavaa
- Tiettyjä kohdetyyppejä koskevat tiedot ovat puutteellisia
 - Muinaisjäännösrekisterissä on niukasti tietoja tietyistä runsaslukuisista kohdetyypeistä (esim. tervahaudat, hiilimiilut)



Soveltuvat kohdetyypit

Menetelmä soveltuu hyvin kohteille jotka:

- Ovat suhteellisen yleisiä
- Erottavat hyvin laser 5p aineistossa
- Voidaan tunnistaa yksiselitteisesti

Tällaisia arkeologisia kohteita ovat esim:

- Tervahaudat ja hiilimiilut
- Pyyntikuopat ja pyyntikuoppajärjestelmät
- Sotahistorialliset kohteet
- Kivikautiset asumuspainanteet



Pyyntikuopat

Kuva



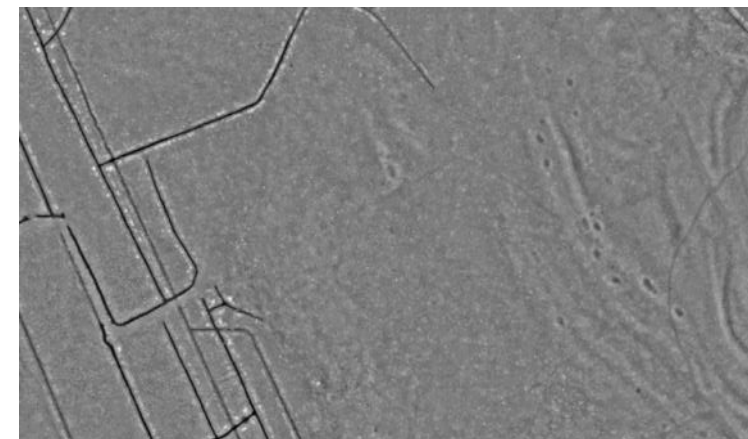
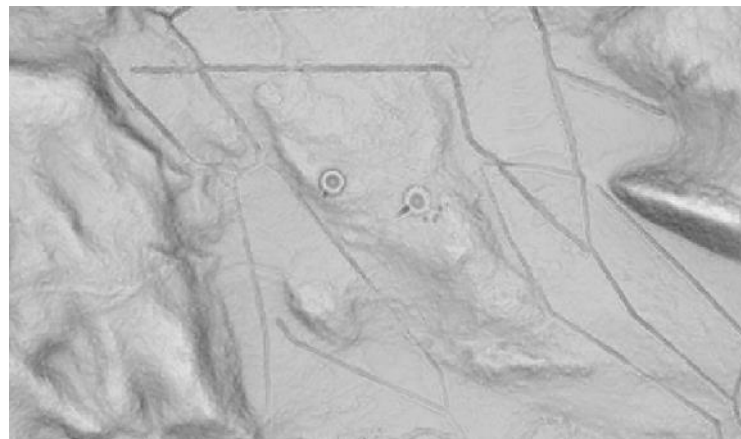
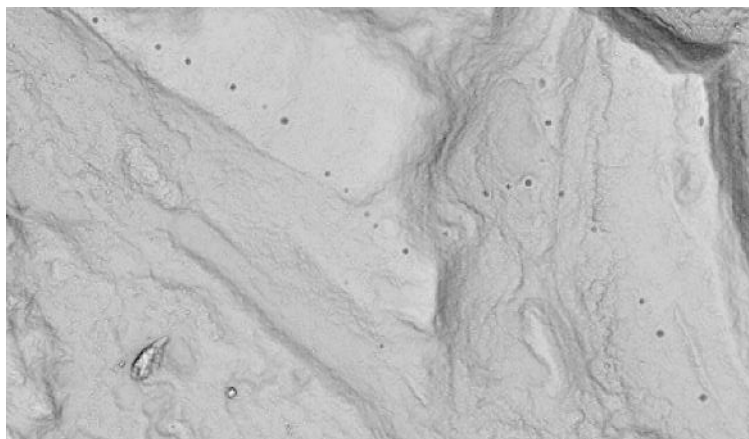
Tervahaudat



Asumuspainanteet



MML / Laser 5p



Museovirasto

Menetelmät

- Hankkeessa käytetään U-Net arkkitehtuuriin perustuvaa syväoppivaa mallia
- Malli tuottaa kuvasta semanttisen segmentaation, eli luokittelee kuvan pikselit eri luokkia edustaviin alueisiin
 - Käytössä binaarinen luokittelu – malli tunnistaa vain yhden tyyppisiä kohteita kerrallaan
- Lopputuloksena tunnistettujen kohteiden rajaukset
 - Monipuolisesti käyttökelpoista dataa sellaisenaan tai muokattuna

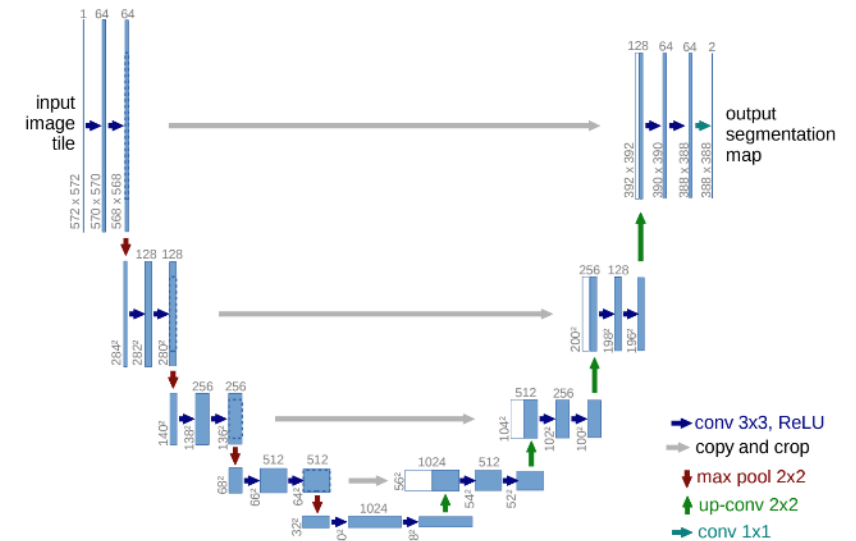


Fig. 1. U-net architecture (example for 32x32 pixels in the lowest resolution). Each blue box corresponds to a multi-channel feature map. The number of channels is denoted on top of the box. The x-y-size is provided at the lower left edge of the box. White boxes represent copied feature maps. The arrows denote the different operations.

Ronneberger *et al.* 2015



Työnkulku

Laserkeilausdatan esikäsittely

- Luodaan halutut rasterimuotoiset visualisoinnit eri tarkoituksiin (U-Net + visuaaliseen tarkasteluun)

Luodaan opetusaineisto

- Koostetaan tiedot eri rekistereistä (MV, Maanmittauslaitos, Metsähallitus)
- Digitoidaan uusia kohteita

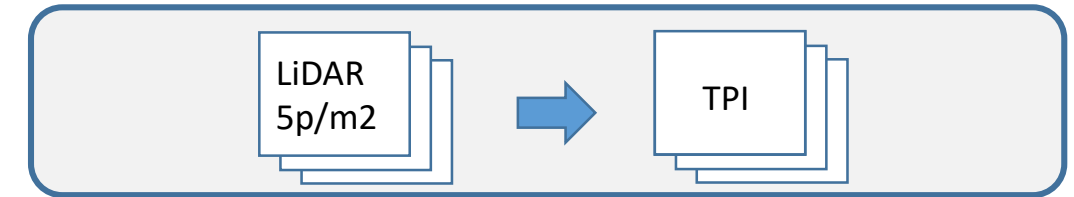
Mallin kouluttaminen ja automaattinen tunnistus

- Koulutetaan U-Net malli opetusdatan avulla
- Sovelletaan koulutettua mallia uusien kohteiden tunnistamiseen

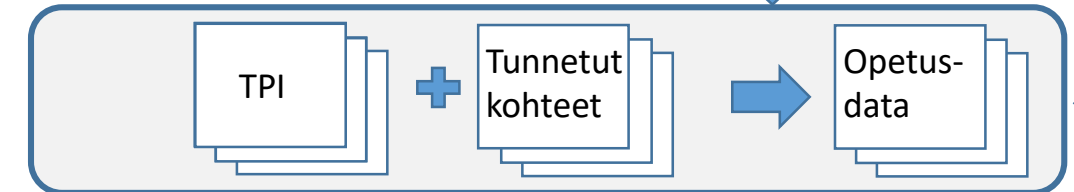
Tulosten käsittely

- Automaattinen jälkikäsittely (Python)
- Tulosten tarkastus (GIS + kenttätyöt)
- Tulosten muokkaus eri käyttötarkoituksiin sopiviksi

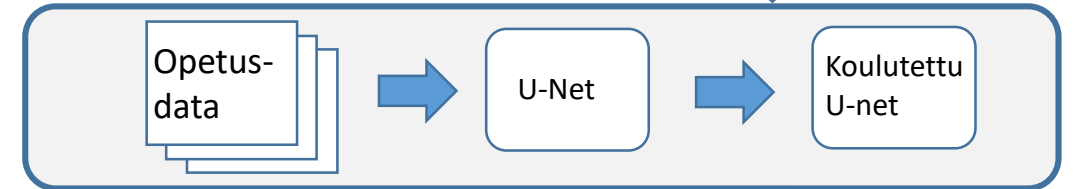
Laserkeilausaineiston esikäsittely



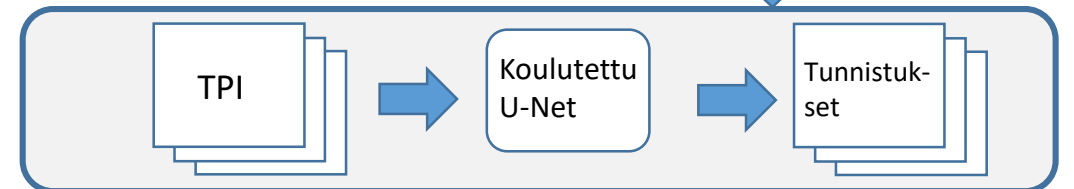
Opetusdatan muodostaminen



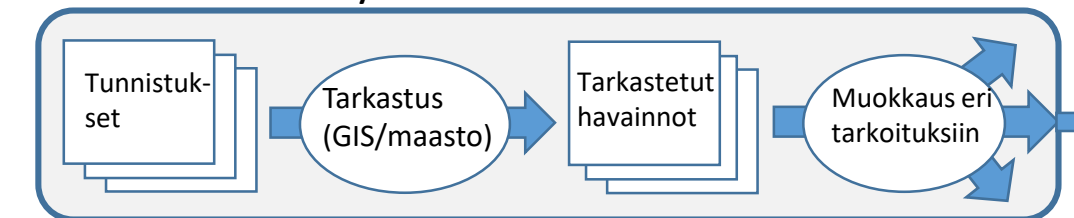
Mallin kouluttaminen



Automaattinen tunnistus

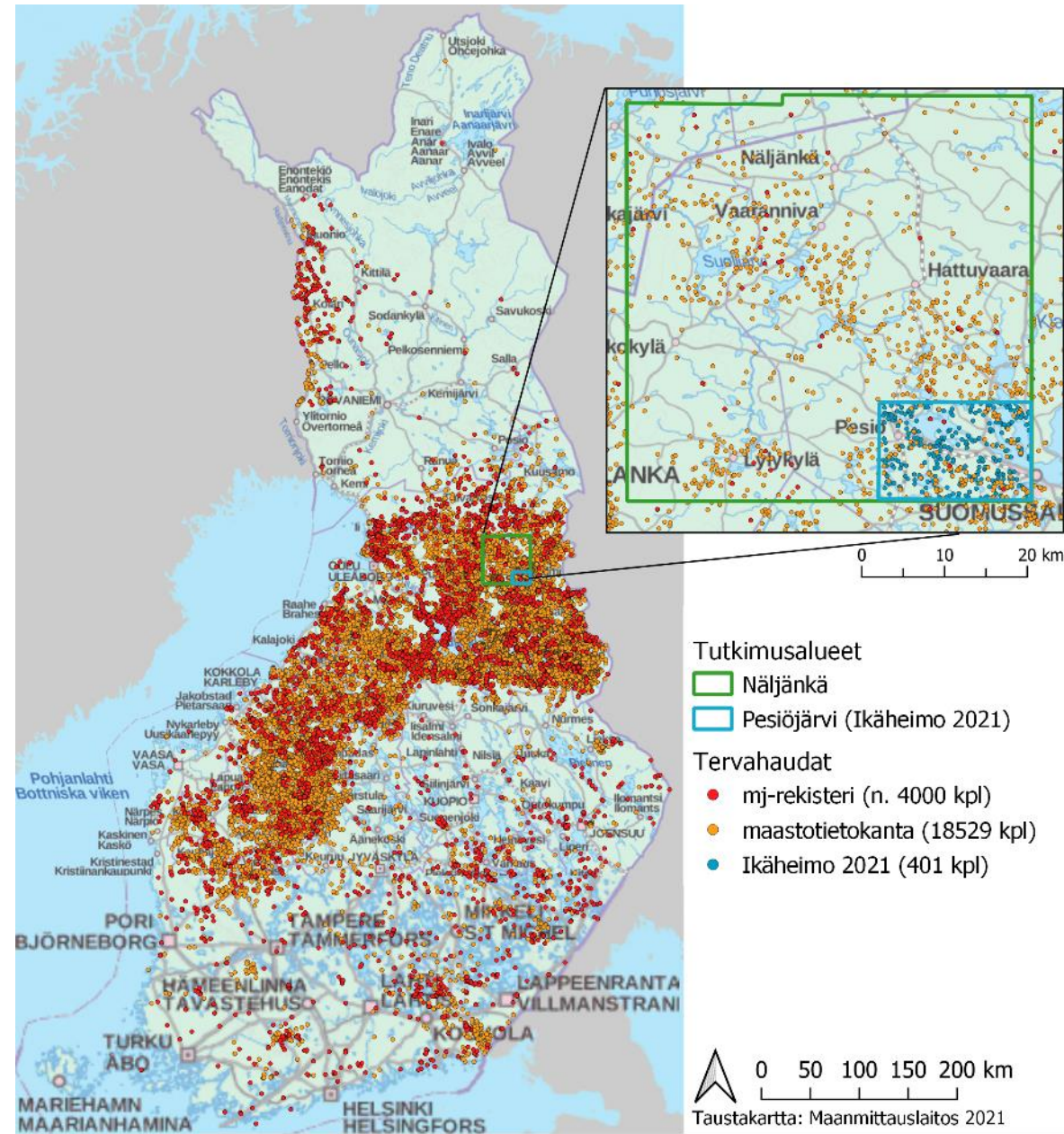


Tulosten käsittely



Case Näljänkä

- Ensimmäinen pilottitutkimus
 - 1 LiDAR 5p tuotantoalue (2304 km²)
 - 1 helposti tunnistettava kohdetyyppi (tervahaudat)
- Fokuksessa menetelmien kehittäminen
- Iteratiivinen lähestymistapa
 - Menetelmiä ja opetusdataa parannettiin toistojen välillä



Case: Näljänkä

- Tunnettujen tervahautojen määrä yli kolminkertaistui:
 - Ennen: 750-800
 - Jälkeen: 2750
- Lähes kaikki tunnistettavissa olevat tervahaudat kyettiin havaitsemaan
 - Tiedossa on alle 50 tunnistamatta jäänyttä tervahautaa
 - Tunnistamatta jäävät kohteet yleensä epätyypillisiä, vahingoittuneita tai muusta syystä vaikeasti havaittavia



Museovirasto



0 10 20 km

Tutkimusalueet

aluerajaukset

■ Näljänkä

■ Pesiöjärvi

Tunnetut kohteet

● mj-rekisteri (39 kpl)

● mastotietokanta (757 kpl)

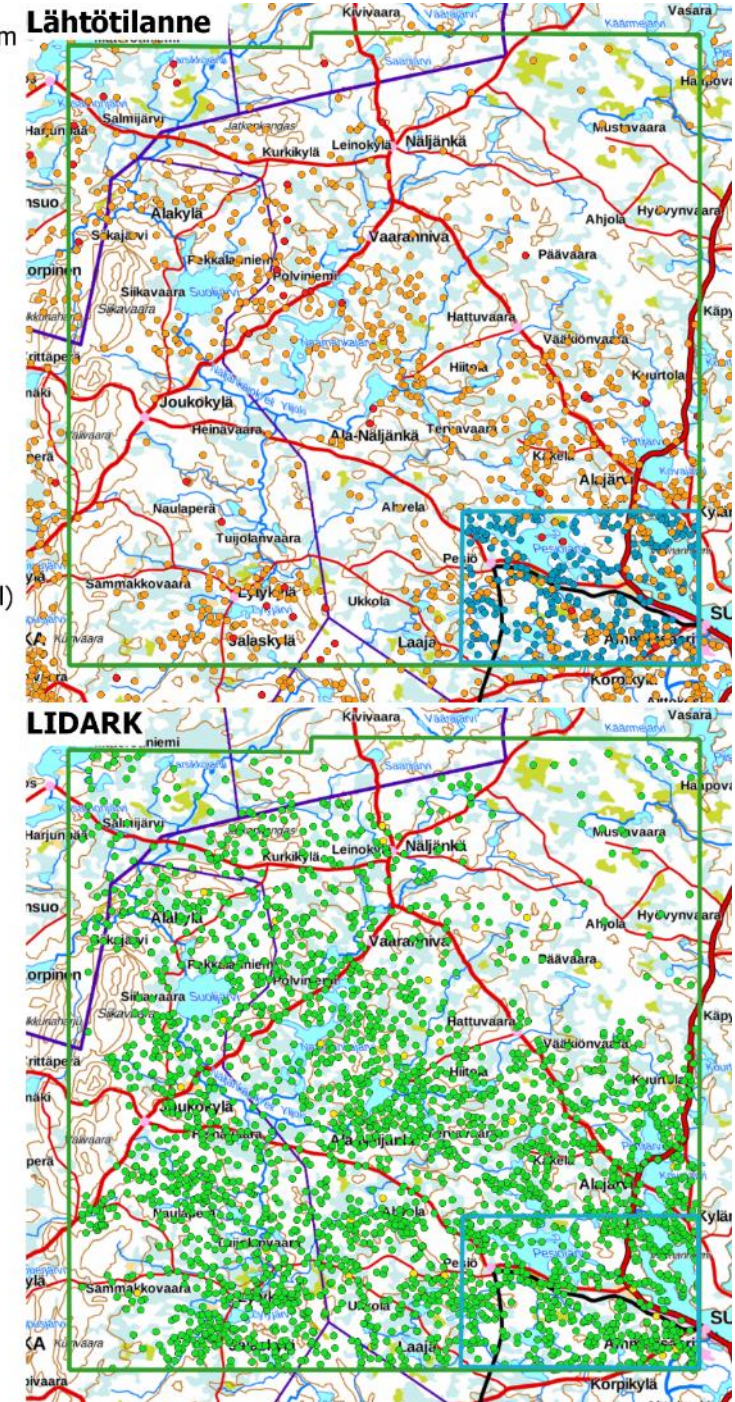
● Ikäheimo 2021 (401 kpl)

LIDARK

Automaattisesti tunnistetut

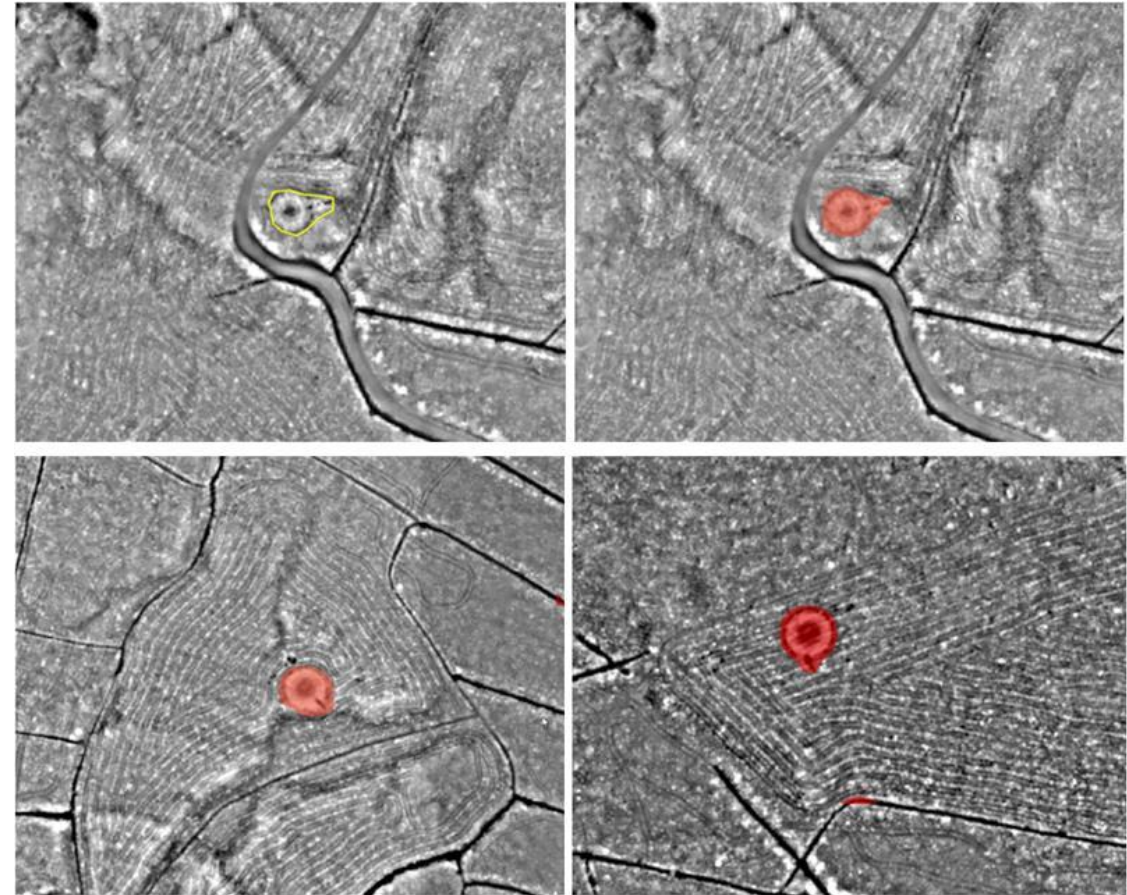
● Tervahauta (n. 2750 kpl)

● mahdollinen tervahauta (40kpl)



Case: Näljänkä

- Mallin tuottamat rajaukset pääosin erittäin tarkkoja
- Vahingoittuneiden tai osittain tuhoutuneiden kohteiden tunnistus onnistuu yleensä ongelmitta



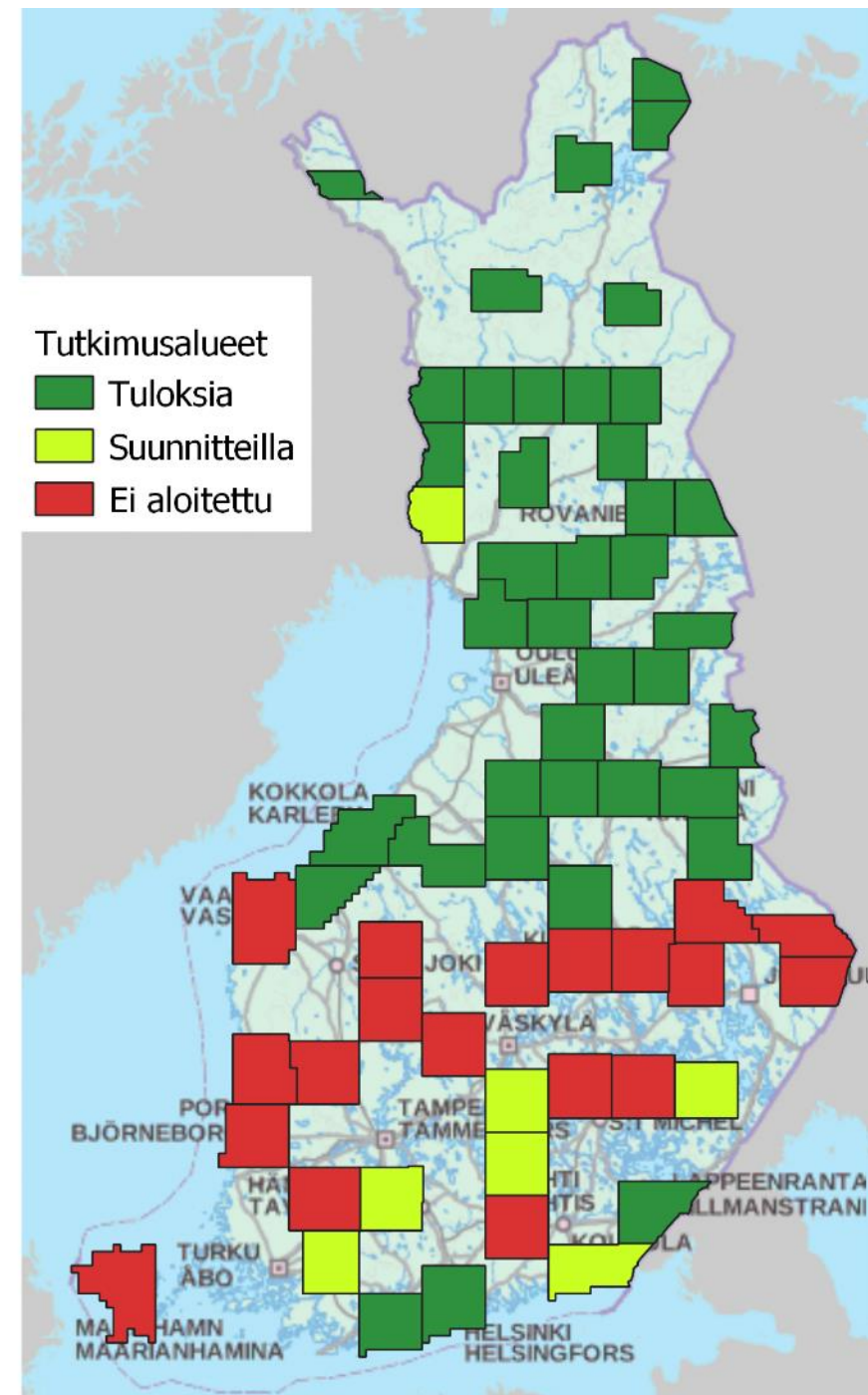
Tervahaudan rajausta opetusdatassa (ylä vasen) ja mallin rajaamia tervahautoja (punaisella)

Kuva: Blom Kartta 2021, sisältää MML LiDAR 5p 2020



Tutkimuksen eteneminen alueellisesti

- Tutkimus on edennyt laser 5p tuotantoalueittain sitä mukaa kun aineistoa on tullut saataville ja ehditty käsitellä
 - 2020-2022 laser 5p alueet yhteensä: 65
 - Aineisto käsitelty: 38
 - Suunnitteilla / kesken: 7
- Tutkittu pinta-ala tähän mennessä noin 89 573 neliökilometriä
- Tutkimusalueiden välillä on vaihtelua
 - Tunnistettavat kohdetyypit, mallit, jne.



Tunnistettavat kohdetyypit

- Käytössä olevat mallit
 - Tervahaudat
 - Hiilimiilut
 - Pyyntikuopat
 - Korsut
 - Kivikautiset asumuspainanteet
 - Rakennuksenpohjat
- Työn alla on malleja myös muiden kohdetyyppien tunnistamiseen
 - Keskimäärin vaikeusaste kasvaa, sitä mukaa kun parhaiten soveltuvat kohdetyypit on jo toteutettu



Esimerkkinä tervahaudat & hiilimiilut

- Mallin avulla tunnistettuja kohteita yli 30 000
- Oleelliset erot olemassa oleviin tietokantoihin
 - Tarkat paikkatiedot (alue + piste)
 - Tasalaatuinen
 - Kattaa syrjäisiä / aiemmin tutkimattomia alueita
 - Vähemmän tulkintavirheitä

LIDARK-projekti: tervahaudat & miljut				LIDARK		Maastotietokanta	Muinaisjäännösrekisteri	
			Yht.	30147	3613	12369	1890	73
alue	vuosi	pinta_ala		Tervahaudat	Hiilimiilut	Tervahaudat	Tervahaudat	Hiilimiilut
Hautajärvi	2022	1947		30	14	4		
Helsinki	2020	3096		4	238			
Hossa	2021	2004		968	12	553	86	1
Inari	2021	1980		11	3		1	
Inkoo	2021	2880			720			
Kajaani	2020	2592		2890	75	1648	209	2
Kemijärvi	2022	2016		21	38			
Kokkola	2021	3276		771	33	139	62	
Kolari	2020	2016		318	197	49	42	5
Kuivaniemi	2020	2700		230	63	92	43	6
Lappeenranta	2020	2920		1123	228	46	19	
Lenttiira	2022	1969		2709	16	652	122	1
Lohiniva	2022	2016		118	2			
Lokka	2022	1656			2			
Nurmes	2020	2628		1471	163	429	30	4
Näljänkä	2020	2304		2844	98	743	83	12
Pelkosenniemi	2020	2016		22	15	2		
Pello	2021	1895		261	109	56	13	5
Pokka	2022	2088		13	3	1		
Posio	2021	2376		170	35	83	24	1
Pudasjärvi	2022	2268		357	33	178	78	5
Puolanka	2021	2304		1202	246	798	85	5
Pyhäjärvi	2022	2916		883	161	372	128	6
Pyhäntä	2021	2304		1083	53	761	161	4
Ranua	2020	2484		180		46	15	
Riisitunturi	2020	2016		56	14	3		
Ropijärvenperä	2020	1035		1	1			
Rovaniemi	2022	2304		30	15	1		1
Savukoski	2021	2016		12	7			
Sevettijärvi	2020	1375		1				
Siikalatva	2020	2304		1001	205	560	85	1
Simojoki	2021	2736		40	120	5	3	
Sodankylä	2021	2016		4	2			
Sotkamo	2021	2772		7689	83	4264	301	2
Supru	2022	1589						
Toholampi	2020	3204		2020	165	529	127	7
Uusikaarlepyy	2022	2592		534	330			
Vaala	2022	2592		970	88	346	159	5
Vaasa	2021	3960		110	26	9	14	
Ylitornio	2022	2125						



Lopuksi

- Hankkeessa kehitetyt menetelmät ovat osoittautuneet toimiviksi ja kustannustehokkaiksi
 - Arkeologisten kohteiden kartoitus
 - Tunnettujen kohteiden paikkatietojen laadun parantaminen
- Tuotetun aineiston laadusta saatu runsaasti kokemusta
 - Vaatii yhä manuaalisen luokittelun, mutta tämän jälkeen laatu on erittäin hyvää
 - Paikkatietojen tarkkuus on oleellisesti nykytilannetta parempi.
- Seuraavana tavoitteena aineiston tehokas hyödyntäminen
 - Tavoitteena avata aineistoa selattavaksi Museoviraston järjestelmissä alkuvuodesta 2023
 - Aineiston ja menetelmien käyttöä koskevat käytännöt yhä muotoutumassa

