



**INDIKA AU, MALMINETSINTÄÄ TUKEVIEN KENTTÄMENETELMIEN TESTAUS JA DEMONSTROINTI**

HANKENRO: A77073

TO 27.10.2022

SODANKYLÄN KUNNANVIRASTO, VALTUUSTOSALI

Irmeli Huovinen, Jari Nenonen, Jarmo Rauhala, Samuli Haavikko

# SISÄLTÖ

- Indika Au –hanke
- Tutkimusmenetelmät -yleistä
- Tutkimusmenetelmät ja varusteet
- Tutkimuskohteet
- Tutkimusprosessi
- Maastotyöt 13-23.6.
- Demopäivä 22.6. Vuotso
- Huomioita mobiiliyksiköstä
- Tuloksista
- Mineraalien tunnistus
- Mineraalidatan luokittelu (pxrd)
- Lopuksi

# INDIKA AU -HANKE

- EAKR-rahoitteen Indika Au-hankkeen tavoitteena on tuottaa käytännön tietoa uusista on-site -malminetsintämenetelmistä alan palvelutarjonnan ja uudenkin yritystoiminnan kehittämiseksi ja ympäristökuormituksen vähentämiseksi.
- Kentällä, suoraan etsintätyömaalla tehtävä maaperänäytteiden käsittely ja tutkiminen eri analyysimenetelmillä vähentävät näytteiden kuljetustarvetta, mahdollistavat nopean ja vähän luontoa häiritsevän tutkimusprosessin toteuttamisen ja säästävät malminetsintää suorittavien toimijoiden resursseja sekä tarjoavat mahdollisuuden uuden yritystoiminnan ja toimintamallien syntymiselle keskeiselle malminetsintäalueelle Keski-Lappiin. Lisäksi hankkeessa tehty menetelmäkehitys ja avoimesti esiteltävä toimintamalli tukevat elinkeinoelämälle suunnattua tiedottamista ja myös koulutustarjonnan kehittämistä yritystoiminnan tueksi.
- Hankkeen koordinaattorina on Sodankylän kunta ja kumppaneina Geologian tutkimuskeskus, Oulun yliopisto (Oulu Mining School), Rovaniemen koulutuskuntayhtymä.



# TUTKIMUSMENETELMÄT - YLEISTÄ

- Tutkimusmenetelmät ovat tunnettuja menetelmiä, jotka sopivat maaperä- ja kiviäytteen tutkimukseen
- Mittalaitteet ovat kannettavia, ns. on site – laitteita, jotka voidaan ottaa maastoon mukaan
- Kaikki tutkimukset voidaan tehdä maastossa paikan päällä ja kohdentaa jatkotutkimuksia tulosten valmistuttua
- Tutkimuksissa kierrätettiin kaikki käytetty vesi
- Tutkimusmenetelmät oikein tehtynä eivät aiheuta ympäristölle tai ihmisille haittaa





# TUTKIMUSMENETELMÄT JA VARUSTEET

Auto, peräkärri, vesisäiliö

Seulonta ja raskasmineraaliseparointi

Seulat

Spiraalirikastin

Ränni

Vaskooli

Muuta

Aggregaatti

Näytteenottovälineet (lappio, pussit ym)

Trangia ja keittovälineet

Turvavarusteet (kengät, suojavaatteet, lasit)





# TUTKIMUSMENETELMÄT JA VARUSTEET

## Tutkimuslaitteet

### Alkuaineet:

Olympus Vanta

### Mineralogia:

- ASD TerraSpec® Halo Mineral Identifier
- Portable Onsite X-ray Diffraction (XRD) TERRA 542
- Valomikroskooppi





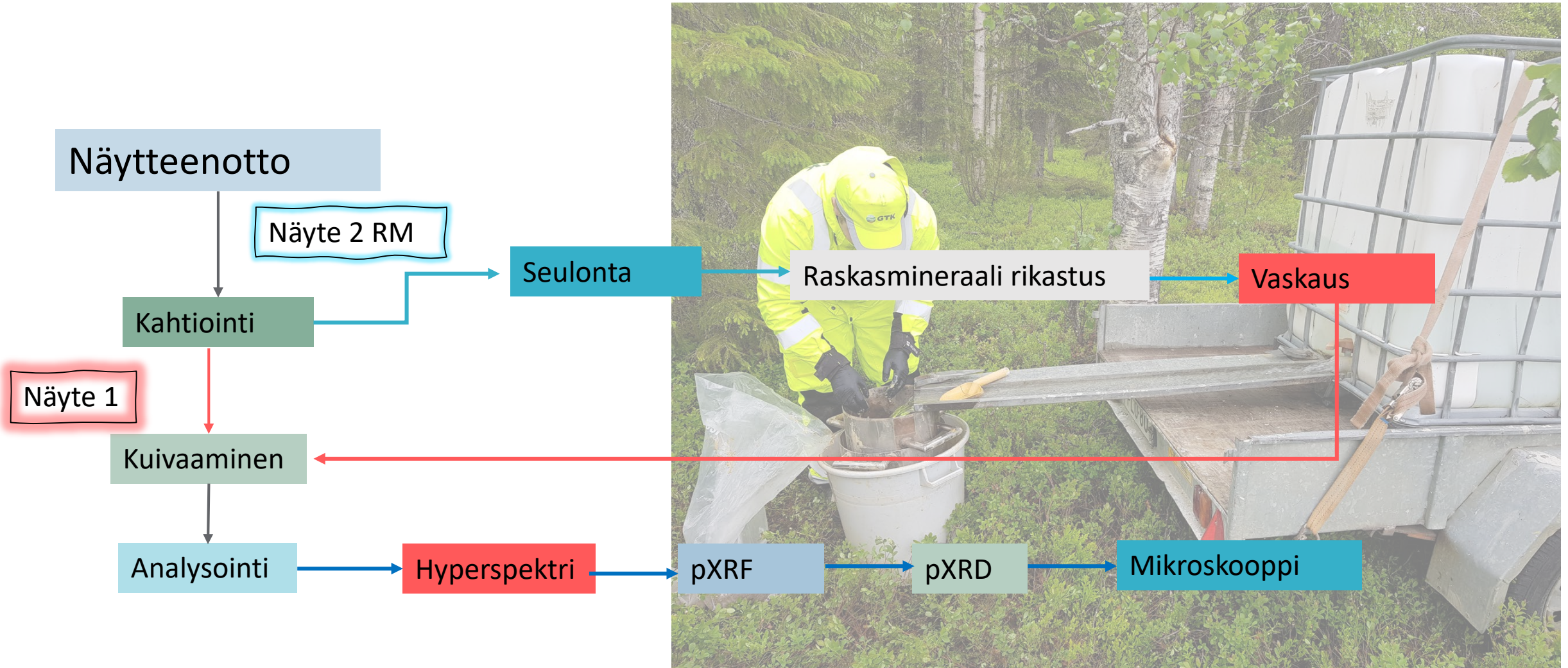
# TUTKIMUSKOHTEET

- Tutkimuskohteiksi valittiin kohteita (5 kpl), joista tunnetaan kohonneita kultapitoisuuksia
- Tutkimuskohteiden valinta tehtiin yhdessä alan toimijoiden kanssa ja kohteet ovat yritysten aktiivisia tutkimuskohteita
- Näytteet kahtioitiin, seulottiin ja rikastettiin (keveät partikkelit eroteltiin raskaista) jonka jälkeen niistä tehtiin analyysit sekä käsittelemättömästä materiaalista että rikastetusta näytteestä



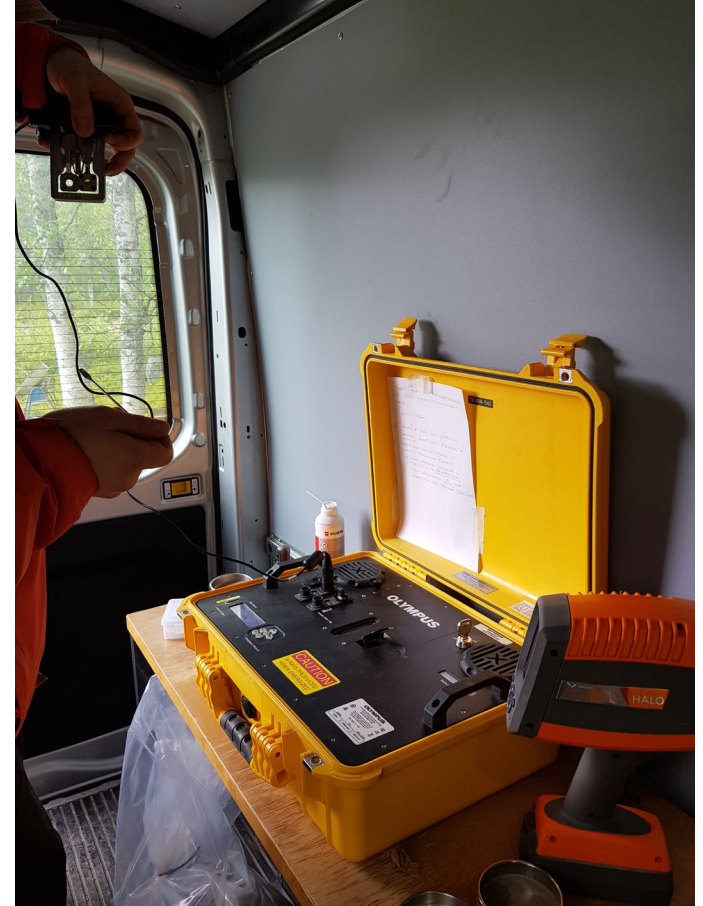


# TUTKIMUSPROSESSI





# MAASTOTYÖT 13-23.6.





# MAASTOTYÖT 13-23.6.





# DEMOPÄIVÄ 22.6. VUOTSO





# HUOMIOITA MOBILIYKSIKÖSTÄ



- ☸ Suljettu tila pölyäville näytteille
- ☸ Tarvikkeiden purkaminen, järjestys ja kiinnitys autoon tulee järjestää helpoksi ja nopeaksi
- ☸ Sateen- ja tuulensuoja
- ☸ Mittalaitteiden akut kestävät hyvin – tietokoneen akku oli ainoa joka loppui työpäivän aikana
- ☸ Suljettu vedenkierto on toimiva
- ☸ Mittaukset on helppo toteuttaa, tulosten tulkinta voi olla aikaa vievää ja vaatia erillisen tulkintaohjelman
- ☸ Mittalaitteiden hinta on korkea
- ☸ Voi aiheuttaa kultakuumetta



# TULOKSISTA

- 🌐 Kulta voidaan havaita silmämääräisesti tai mikroskoopilla raskasmineraalinäytteestä ja vaskatessa
- 🌐 Projektissa käytetyillä mittalaitteilla voidaan havaita kullan seuralaismineraaleja tai alkuaineita – soveltuvat kaikkeen malminetsintään
- 🌐 Tulokset saadaan heti mittauksen valmistuttua





# MINERAALIEN TUNNISTUS

ASD TerraSpec® Halo Mineral Identifier  
Portable Onsite X-ray Diffraction (XRD) TERRA 542  
Valomikroskooppi

- Hyperspektrimittaukset toteutettiin mittaamalla kuivattu näyte 4 eri suunnasta
- Mineraalien tunnistus tehtiin The Spectral Geologist 8 (TSG) / The Spectral Assistant 7 (TSA, CSIRO; Huntington et al., 1997; Berman et al., 1999) ohjelmalla
- Havaitut mineraalifaasit: amfiboliittiryhmän, kloriittiryhmän ja kiilleryhmän mineraalit, kaoliini, sideriitti
- Huom. Voidaan havaita mineraalien kemiallisen koostumuksen vaihtelu, joka voi indikoida malmitumiseen liittyvää hydrotermista muuttumista

Visible-near infrared and short-wave infrared wavelength range (VNIR-SWIR; 400-2,500 nm)



TerraSpec Halo

Figure courtesy: Malvern Panalytical, Agilent Scientific Instruments



# MINERAALIEN TUNNISTUS

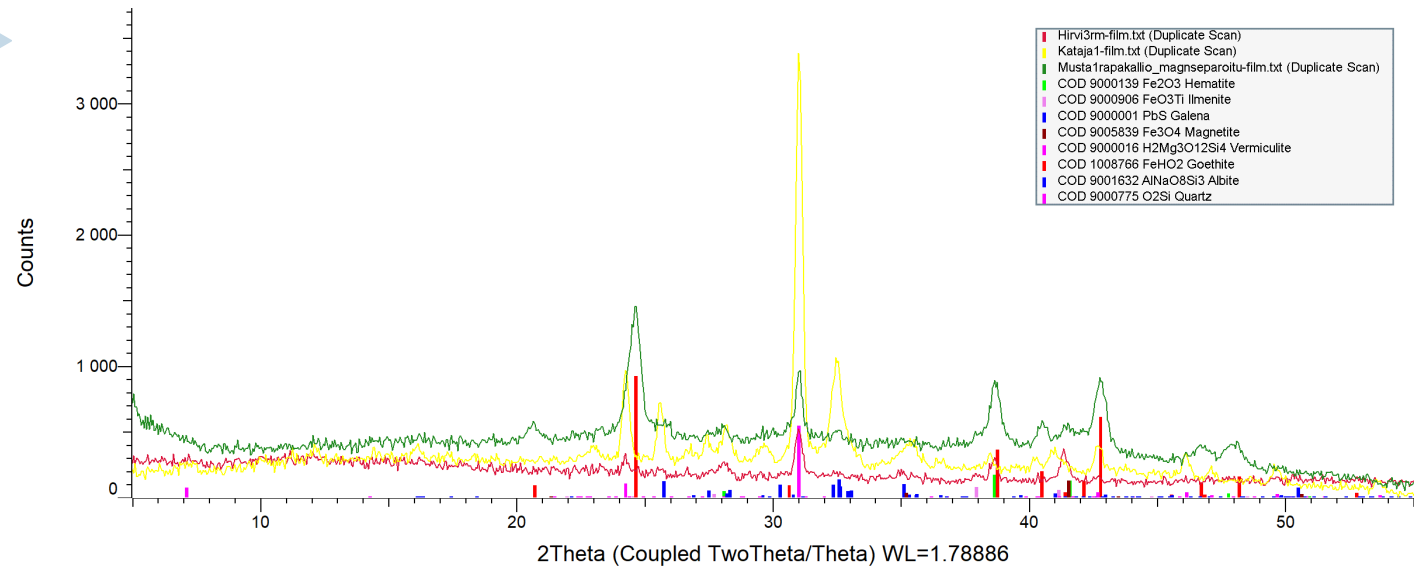
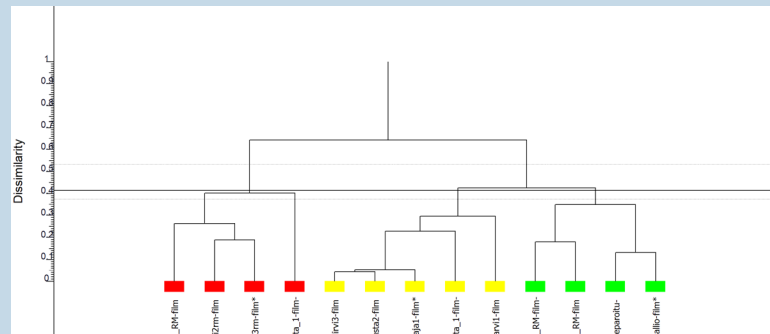
ASD TerraSpec® Halo Mineral Identifier  
Portable Onsite X-ray Diffraction (XRD) TERRA 542  
Valomikroskooppi

- 🌐 pXRD mittausta varten kuivattu näytemateriaali seulottiin <150 mikronin raekokoon
- 🌐 Mineraalien tunnistus tehtiin DIFFRAC.EVA Version 6.0.0.7 ohjelmalla
- 🌐 Näytemäärä on 15 mg. XRD-resoluutio on  $0,25^\circ 2\theta$  FWHM ja kulman vaihteluväli  $5- 55^\circ 2\theta$ . (Olympus, 2020.)





# MINERAALIDATAN LUOKITTELU (PXRD)





# MINERAALIDATAN LUOKITTELU (PXRD)

Cluster membership (cut-level = 0.41296)

Cluster #	Sample	
	Seq.#	Name
1	1	Hirvi1_RM-film
	2	hirvi2rm-film
	4	Hirvi3rm-film
	13	Mustakulta_1-film
2	3	Hirvi3-film
	6	Kataja1-film
	7	Lohisarvi1-film
	8	Musta_1-film
	12	Musta2-film
3	5	Kataja1_RM-film
	9	Musta1rapakallio_magnseparoitu-film
	10	Musta1rapakallio-film
	11	Musta2_RM-film



Luokka 1 ja 3  
edustavat rapakallio  
ja RM näytteitä,  
luokka 2  
bulkkinäytteitä



# NÄKEEHÄN SEN NÄINKIN...





# LOPUKSI

Valitut menetelmät ja tutkimuskonsepti osoittautui kenttätöjälleen perusteella toimivaksi

Kaivannaisalan työntekijöistä on huutava pula. Niin tutkijoista kuin osaavista tekniikoista, koska se sitten alkuvaiheen malminetsintää kuin kaivoksen työntekijöitä

E erityisesti Lapissa ja lähitulevaisuudessa myös Keski-Pohjanmaalla tarve kasvaa

Kaivannaisalan konsulttipalveluita tarjoavia yrityksiä toimii Suomessa vain muutama









**KIITOS**



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



**GTK**

