



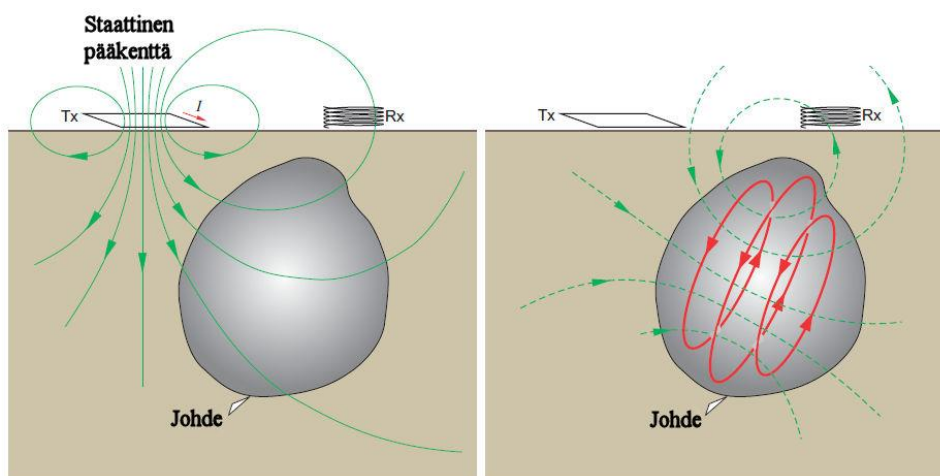
Innovatiivista, haitatonta ja hyväksyttävää malminetsintäteknologiaa

INFACT -lentomittausten tekninen kuvaus

Euroopan Unionin Horisontti 2020-ohjelman rahoittaman INFACT-projektin puitteissa suoritetaan lentogeofysikaalisia sähkömagneettisia (SM) luotauksia Sodankylän Viiankiaavan alueella, jonka alla on Sakatin nikkeli-kupari-platinametalliesiintymä. Lentoalustana toimii helikopteri. Suunnitellut sähkömagneettiset mittaukset käsittävät kaksi menetelmää: 1. aika-alueen sähkömagneettisen (TEM) luotauksen ja 2. pysty akselin (Z-akseli) tipper-kulma sähkömagneettisen mittauksen (ZTEM). ZTEM-mittauksen yhteydessä mitataan myös alueen vallitsevaa magneettikenttää. SM-lentomittauksessa laitteistolla ei ole kontaktia maanpintaan, minkä vuoksi sitä voidaan pitää ”haitattomana” tutkimusmenetelmänä.

Sähkömagneettisen luotauksen teoreettinen kuvaus

Geofysikaalisilla sähkömagneettisilla mittauksilla pyritään selvittämään maankamaran sähkönjohtavuutta. Maankamaraan lähetetty SM-aalto vuorovaikuttaa johteiden kanssa saaden johteiden vapaat varaukset liikkumaan muodostaen näin sähkövirran (Kuva 1), joka taas synnyttää toisen, sekundaarisen SM-kentän. Menetelmässä mitataan sekundaarista SM-kenttää, joka on verrannollinen johteen muotoon, kokoon ja sen sähkönjohtavuusarvoon.



Kuva 1. Sähkömagneettisen luotauksen periaate. Lähetinantennilla (Tx) luotu primäärinen SM-kenttä saa aikaan maankamarassa olevassa johteessa pyörrevirtoja (punaiset ympyrät), jotka aikaansaavat sekundäärisen SM-kentän. Sekundääristä SM-kenttää mitataan vastaanotinsilmukassa (Rx). (Muokattu kuva: Dentith & Mudge, 2014)

SM-mittaukset voidaan jaotella aktiivisiin ja passiivisiin menetelmiin. Ero näiden välillä on siinä, käytetäänkö keinotekoisesti luotua SM-kenttää (aktiivinen) vai luonnon omia SM-kenttälähteitä (passiivinen).

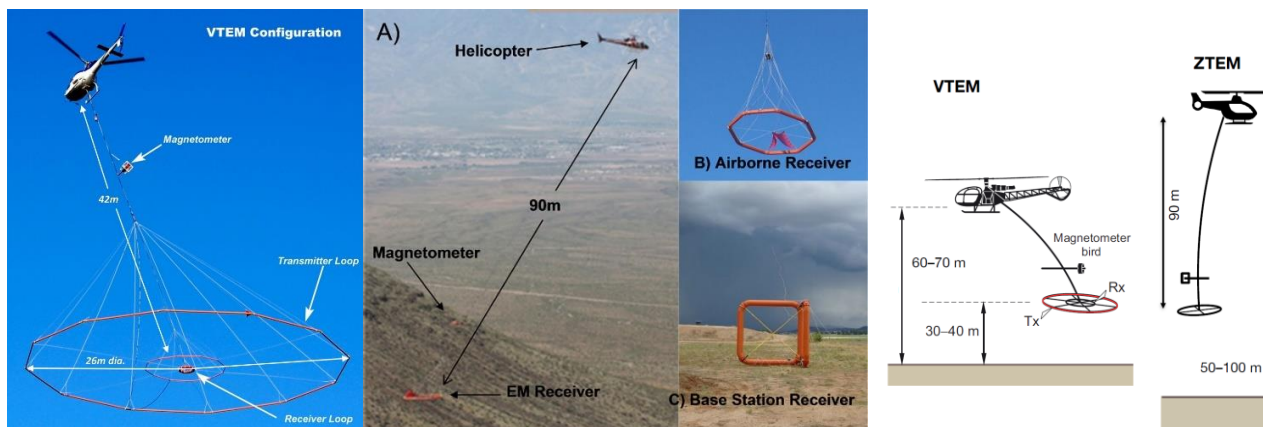
INFACT-projektin sähkömagneettiset mittaukset

INFACT-projektissa käytetään sekä aktiivista että passiivista SM-menetelmää tutkimuskohteesta riippuen. TEM-luotauksella (aktiivinen menetelmä) tutkimussyvyys on noin 300-600 metriä. SM-luotaus perustuu lähetinsilmukkaan syötetyn sähkövirran aikaansaamaan primäärin SM-kentän vuorovaikutukseen maankamaran johteiden kanssa (Kuva 1).

ZTEM-luotauksella (passiivinen menetelmä) päästään jopa 1-2 kilometrin syvyyteen. SM-lähdekenttänä toimivat päiväntasaajan alueella alati tapahtuvat ukkosmyrskyt. Salaman iskiessä syntyy pulssinomainen SM-aalto, joka saapuessaan mittausalueelle aiheuttaa myös vuorovaikutuksen maankamaran johteissa. TEM-menetelmän resoluutio (erotuskyky) on parempi kuin ZTEM-menetelmässä. Molempia menetelmiä käyttäen voidaan siis tutkia niin yksittäisiä johdekappaleita, sekä suurempia johderakenteita, mitkä ovat yhteydessä eri kivilajeihin ja mineraaleihin.

INFACT mittausvälineistö & lentotiedot

Kuvassa 2. on esitetty Geotech© -yhtiön esimerkkikuvat sekä VTEM- (Versatile TEM) että ZTEM-mittauslaitteistoista mukaanlukien lentokorkeustiedot käytettäville SM-luotauksille. SM-aallon lähtin- ja vastaanotinsilmukka roikkuu kaapelin varassa helikopterin alapuolella. TEM-mittauksissa sama johdinsilmukka toimii sekä SM-aaltopulssin lähettimenä että johteessa syntyvän sekundaarikentän mittaamisen vastaanottimena. ZTEM-mittauksissa mitataan ainoastaan luonnonkenttien aiheuttamia sekundaarikenttiä. Tämän lisäksi mitataan tutkimusalueen läheisyydessä olevalla referenssiasiemalla maan magneettikentän normaali ajallinen vaihtelu aineiston prosessointia varten (Kuva 2, keskikuva c).



Kuva 2. Vasemmalla: VTEM mittausjärjestelmä. Keskellä: ZTEM konfiguraatio. Oikealla: lentokaavio. Kuvat: Geotech©.

Taulukossa 1. on esitetty Elokuun 2018 aikana tehtävien INFACT lentomittausten parametrit.

Taulukko 1. Lentoparametrit.

	TEM	ZTEM
Lentokilometrejä	100 km	100 km
Lentokorkeus	60-70 m	140 -190 m
Silmukan korkeus	30-40 m	50 – 100 m
Lentonopeus (km/h)	75 – 120	75 – 120
Linjaväli	50 - 100 m	50 - 100 m
Ajankohta	Elokuu 2018	Elokuu 2018
Lentopäiviä	3 + 1 varalla	3 + 1 varalla

Lisätietoja: Jouni Nevalainen, Oulun yliopisto, Oulu Mining School. Sähköposti: jouni.nevalainen@oulu.fi
INFACT kotisivut: <http://www.infactproject.eu>

Lähteet:

Dentith, M & Mudge, S. T., 2014. Geophysics for the mineral exploration geoscientist, Cambridge University Press, Englanti, 438 pp.

Geotech Ltd., 2018. VTEM and ZTEM Lentosähkömagneettisten menetelmien kuvat, Geotech Ltd Kotisivu: <http://geotech.ca/>

Kiitokset: Tämä projekti on saanut rahoituksen Euroopan Unionin Horizon 2020 Tutkimus- ja Innovaatio-ohjelmalta pääsopimuksen n^o 776487 mukaisesti.