

Mustaliusketutkimukset GEM-2H laitteella Alasjärven ja Teiskontien läheisyydessä

Lauri Rinne
Veera Pajunen
Jouni Lerssi
Jaakko Auri

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

Päivämäärä / Dnro

Tekijät Lauri Rinne Veera Pajunen Jouni Lerssi Jaakko Auri	Raportin laji Työraportti
	Toimeksiantaja Tampereen kaupunki
Raportin nimi Mustaliusketutkimukset GEM-2H laitteella Alasjärven ja Teiskontien läheisyydessä	
Tiivistelmä Geologian tutkimuskeskus suoritti Tampereen kaupungin toimeksiannosta geofysikaalisia sähkömagneettisia mittauksia GEM-2H -laitteella Alasjärven länsipuolella, Teiskontien pohjois- ja eteläpuolella. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää alueella olevan, lentogeofysiikan aineistoin pohjalta tulkitun, mustaliuske-esiintymän tarkempaa sijaintia. Alue mittausteknillisesti haastava, sillä mustaliuskeen oletettu kulku oli samansuuntainen Teiskontien kanssa ja infrastruktuurin aiheuttamilta häiriöiltä ei voitu mittauksen aikana välttyä. Mittauksen avulla voitiin kuitenkin tulkita mustaliuske-esiintymän sijaintia alueella.	
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Tampere, Alasjärvi	
Yksikkö Geofysiikan ratkaisut	Projektinnumero 50401-10046
Allekirjoitus/nimen selvennys  Rudi Suoknuuti	Allekirjoitus/nimen selvennys  Lauri Rinne

Sisällysluettelo

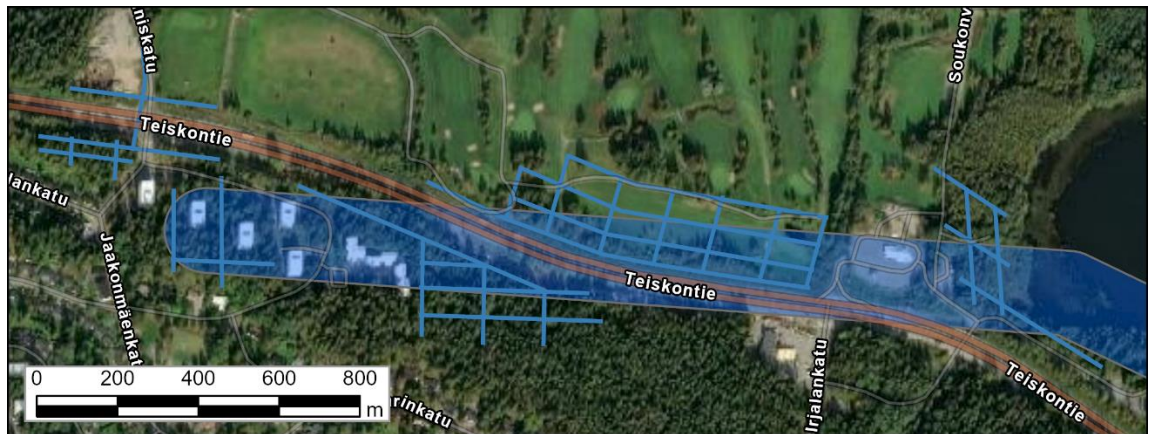
1	Johdanto	1
2	Tulokset & Tulkinta	2
2.1.1	Osa-alue 1	4
2.1.2	Osa-alue 2	5
2.1.3	Osa-alue 3	6
2.1.4	Osa-alue 4	7
3	Yhteenveto	8
4	Liitteet	9

13.6.2025

1 JOHDANTO

Tässä raportissa on esitetty Tampereen kaupungille (tilaaja) tehdyn sähkömagneettisen maastogeofysiikan mittauksen tutkimusalue, työvaiheet, tulokset sekä tulkinta. Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa lentogeofysiikan aineiston pohjalta tulkittun mustaliuske-esiintymän tarkempaa sijaintia tutkimusalueella sekä kerätä aineistoa, jolla voisi ohjata mahdollista maaperänäytteenottoa.

Tutkimusalue (Kuva 1) sijaitsi Tampereella, Alasjärven länsipuolella Teiskontien varrella ja ulottui kokonaisuudessaan Alasjärven läntiseltä rannalta Jaakonmäenkadun ja Teiskontien risteykseen. Tutkimuslinjasuunnitelmalla pyrittiin kattamaan lentogeofysiikan pohjalta tulkittu mustaliuske-esiintymä sekä Teiskontien etelä- että pohjoispuolella sellaiselta etäisyydeltä, että muutokset sähköjohtavuudessa olisivat havaittavissa mustaliuske-esiintymää lähestyttäessä. Lentogeofysiikan pohjalta tulkittu mustaliuskeen kulku oli suurimmaksi osaksi Teiskontien alla, joka esti mustaliuskeen suhteen poikittaiset mittauslinjat, joka olisi ollut optimaalisin mittaustapa.



Kuva 1. Tutkimusalue ja suunnitelma tutkimuslinjoista sinisin viivoin. Lentogeofysiikan pohjalta tulkittu mustaliuske kuvattu sinisellä värjättyllä viivamaisella alueella. Mustaliuske on tulkittu kyseisen alueen keskelle, alueen rajat muodostavat 100 metrin vyöhykkeen mustaliuskeen ympärille.

Tutkimusalueen mittauslinjat suunniteltiin kartta- ja ilmakuvien perusteella ilman maastokäyntiä. Toteutuneet mittauslinjat poikkesivat osin suunnitelluista linjasijainneista maastossa esiintyvistä esteiden, kuten soistumien, ojen tai infrastruktuurin, kuten aitojen ja rakennusten vuoksi.

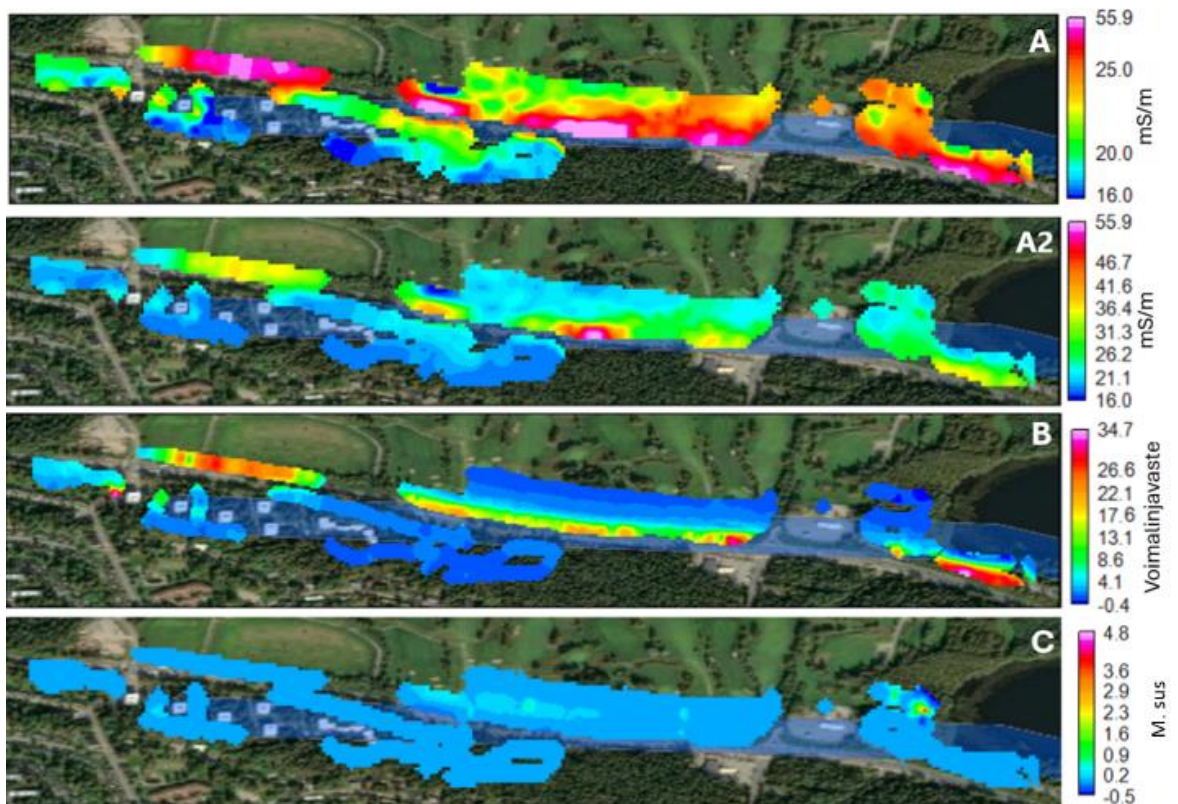
13.6.2025

2 TULOKSET & TULKINTA

Kuvassa 2 on esitetty kriging-interpoloituja sähkönjohtavuuskartta tasoitetulla väriskaalalla (A), lineaarisella väriskaalalla (A2), voimalinjavastekartta (B) sekä magneettiset anomaliat (C). Alueellinen vaihtelu on paremmin nähtävissä tasoitetulla väriskaalalla, mutta on kuitenkin huomioitava skaalan epälineaarisuus. Korkeimpien arvojen ero on huomattavan suuri verrattuna matalampiin arvioihin. Lineaarisella väriskaalalla on tuotu esiin alueet, joista on mitattu korkeita lukemia, mutta alueelliset erot eivät välttämättä ole yhtä selviä.

Voimalinjojen aiheuttama kenttä on suodatettu mittauksesta pois, mutta maan alla kulkeva kaapelointi, putket tai muu sähkönjohtavuuteen vaikuttava infrastruktuuri on voinut vaikuttaa mittaustuloksiin.

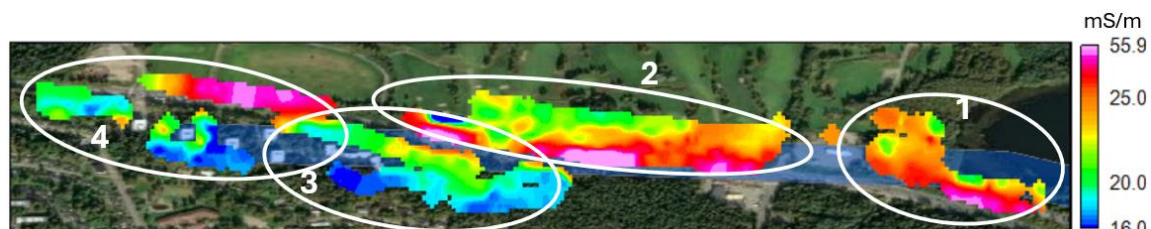
Kuvassa 2C havaitut paikoittain kohonneet magneettisen susceptibiliteetin arvot on tulkittu pääosin infrastruktuurin aiheuttamiksi. Esimerkkinä Alasjärven rannalla havaittu alue, jonka aiheuttaja oli rakennus. Myös mittausalueen länsipäässä olevalla kerrostaloalueella olevat arvot sijoittuvat mm. metallisten kaiteiden lähelle ja arvot on tulkittu infrastruktuurin aiheuttamiksi. Golfkentällä havaittujen arvojen aiheuttajasta ei saatu suoraa havaintoa kenttämittausten aikana, kuten ei myöskään Alasjärven länsirannan pohjois-eteläsuuntaisen alueen aiheuttajasta.



Kuva 2. Sähkönjohtavuus (A, tasapainotettu väriskaala), sähkönjohtavuus (A2, lineaarinen väriskaala), voimalinjavaste (B) ja magneettinen susceptibiliteetti (C).

13.6.2025

Mustaliuske-esiintymän sijaintia on tulkittu sähkönjohtavuustuloksia tarkastelemalla sekä vertailemalla voimalinjavastetta, sähkönjohtavuusarvoja ja magneettista susceptibiliteettiä. Tutkimusalue on tässä tarkastelussa jaettu neljään osa-alueeseen (Kuva 3). Jokainen osa-alue on käsitelty erikseen alla (Kuvat 4-7).



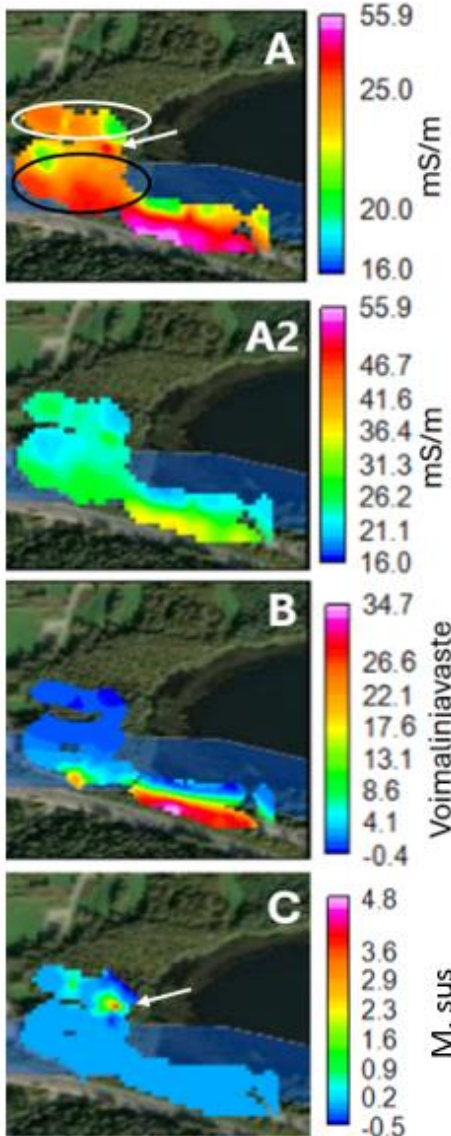
Kuva 3. Sähkönjohtavuuskartta ja osa-alueet 1-4 valkoisilla ympyröillä. Mittaukset suoritettiin osa-alue kerrallaan, mutta tulkinta on tehty kokonaisuutena.

13.6.2025

2.1.1 Osa-alue 1

Osa-alue 1 (Kuva 4) sijoittui Alasjärven länsirannalle. Maasto oli pääosin metsittynyt sekä soistunut ja alustavaa linjasuunnitelmaa jouduttiin muokkaamaan maaston vuoksi. Muutoksilla ei kuitenkaan ollut vaikutusta tulosten laatuun tai kattavuuteen, riittävä linjapituus ja -kattavuus oli saavutettavissa.

Alueella oleva valkoisella nuolella merkattu rakennus aiheutti tuloksiin selvän magneettisen anomalian. Kuvassa 4C olevan pienemmän pohjois-eteläsuuntaisen anomalian aiheuttajasta ei ole tietoa.



Osa-alueen etelälaidalla olevat kohonneet arvot johtuvat osin infrastruktuurin vaikutuksesta, sillä sähköjohtavuuden korkeat arvot korreloivat jokseenkin voimalinjavasteen korkeiden arvojen kanssa. Korkeat arvot korreloivat myös lentogeofysiikan aineistojen kanssa ja on mahdollista, että mustaliusketta esiintyy Teiskontien alla Alasjärven kohdalla.

Mittausalueen keskellä, mustaliusketulkinnan kohdalla olevat korkeammat lukemat johtuivat mahdollisesti mustaliuskeesta (musta ympyrä). Tätä tukee se, että mittauslinjat olivat pääosin metsäisellä alueella, kohtuullisen etäisyyden päässä rakennuksista, teistä ja muusta infrastruktuurista.

Tuloksiin voi vaikuttaa myös alueella esiintyvät savikot (A: ympyrät). Savikoiden sähköjohtavuus on korkea, joka voi näkyä tuloksissa. Verratessa kuitenkin osa-alueeseen 2 (Kuva 5), jossa on myös nähtävissä kohonneita arvoja, on hyvinkin mahdollista, etteivät osa-alueen 1 arvot johdu pelkästään savikoista.

Valkoisella ympyrällä on myös merkattu alue, joka on jokseenkin etäällä aikaisemmasta mustaliusketulkinnasta, mutta alueella on kuitenkin havaittavissa kohonneita sähköjohtavuusarvoja.

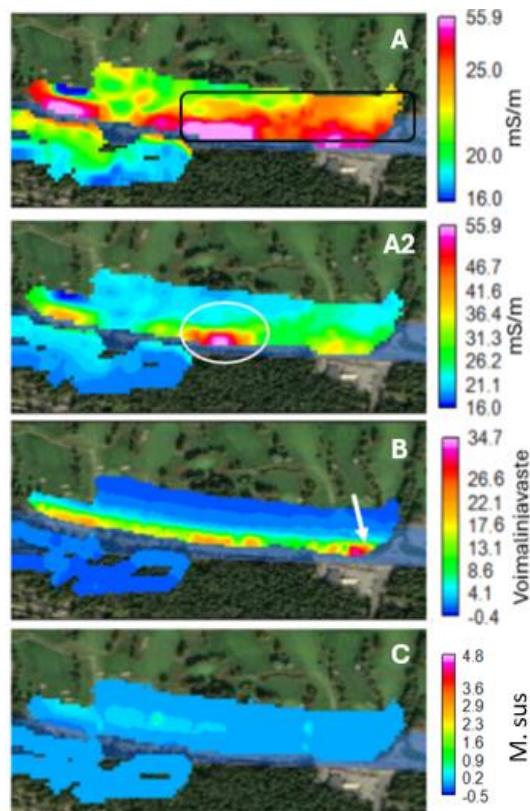
Kuva 4. Osa-Alue 1. Tulkittu mustaliuske-esiintymän sijainti merkattu mustalla ympyrällä. Kohonneet sähköjohtavuusarvot, jotka eivät todennäköisesti aiheudu infrastruktuurista merkattu valkoisella ympyrällä. Kumminkin alueet voivat olla hyviä kohteita mahdolliselle näytteenotolle. Valkoinen nuoli osoittaa maastossa olleen rakennuksen paikkaa, joka aiheutti myös selvän magneettisen anomalian mittausalueella. Sähköjohtavuuskartta tasapainotetulla väriskaalalla (A), lineaarisella väriskaalalla (A2), voimalinjavaste (B) ja magneettinen susceptibiliteettikartta (C).

13.6.2025

2.1.2 Osa-alue 2

Osa-alue 2 mittaukset suoritettiin golfkentällä (Kuva 5). Maasto oli helppokulkuista ja ei juurikaan sisältänyt mittausta rajoittavia esteitä. Mittausalueella on havaittavissa kohonneita sähkönjohtavuusarvoja itä- ja eteläosissa (musta laatikko). Sähkönjohtavuuden nousu Teiskontietä lähestyttäessä ei selity pelkästään infrastruktuurilla, vaan tulokseen vaikuttaa mahdollisesti myös mustaliuske-esiintymä. Valkoisella nuolella merkatulla alueella on havaittavissa suuri voimalinjavaste, jonka vuoksi sähkönjohtavuusarvot eivät välttämättä selity pelkästään mustaliuskeella. Mustaliuskeen kulkua alueen kohdalla ei kuitenkaan voida sulkea pois mittaustulosten perusteella.

Verratessa alueen sähköjohtavuusmittausten tuloksia voimalinjavastekarttaan on myös syytä huomioida, että voimalinjavastekartassa nähtävä tasainen lasku pohjoiseen ei välity yhtä selkeästi sähkönjohtavuuskarttaan. Tämän perusteella voidaan tulkita, että arvot eivät selity pelkästään infrastruktuurista, vaan alueella esiintyvä mustaliuske vaikuttaa myös mittaustuloksiin.



Erityisesti alalaidan keskimäinen korkean sähkönjohtavuuden alue (valkoinen ympyrä) voi olla merkki mustaliuske-esiintymästä. Samassa kohdassa on havaittavissa myös kohonneita voimalinjavastearvoja, mutta ne eivät yksistään riitä selittämään korkeaa sähkönjohtavuutta. Verratessa muihin kohtiin, jossa on nähtävissä suuria voimalinjavasteita, ei sähkönjohtavuusanomalia ole yhtä suuri.

Alueella havaitut magneettiset anomaliat eivät myöskään korreloi sähkönjohtavuusarvojen kanssa, joten niillä ei todennäköisesti ole merkittävää vaikutusta mitattuihin sähkönjohtavuusarvoihin.

Tulosten perusteella voidaan tulkita mustaliuske-esiintymän olevan hyvin lähellä Teiskontietä ja osittain sen alapuolella osa-alueen 2 kohdalla.

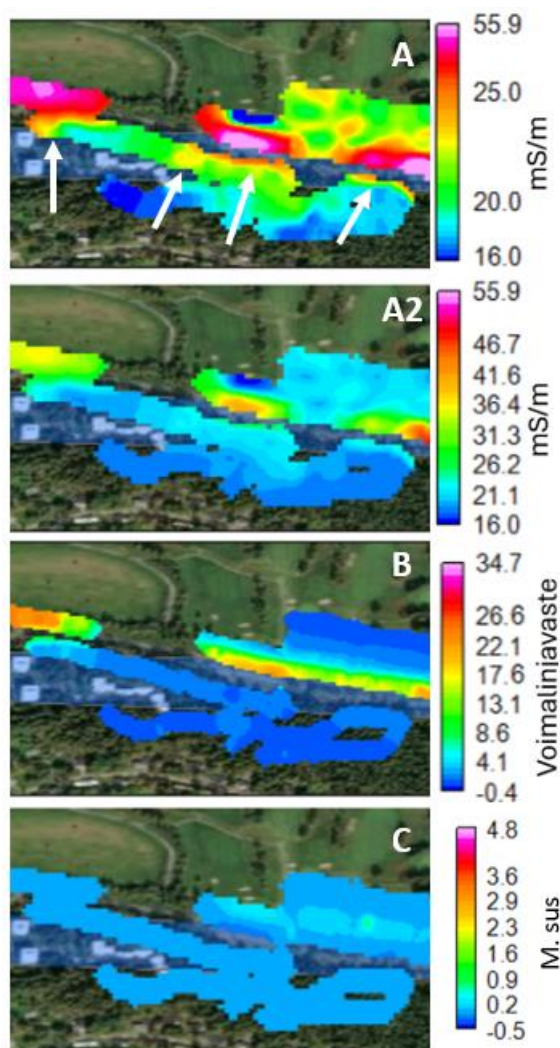
Kuva 5. Osa-alue 2. Tulosten perusteella tulkittu mustaliuske-esiintymä esitetty mustalla suorakaiteella (A). Korkeat sähkönjohtavuusarvot, joiden ympärillä ei havaittu selkeää merkkiä häiriötä aiheuttavasta infrastruktuurista (valkoinen ympyrä). Nuoli osoittaa alueen, jossa korkeat sähkönjohtavuusarvot ovat todennäköisesti infrastruktuurin aiheuttamia. Sähkönjohtavuuskartta tasapainotetulla väriskaalalla (A), lineaarisella väriskaalalla (A2), voimalinjavaste (B) ja magneettinen susceptibiliteettikartta (C).

13.6.2025

2.1.3 Osa-alue 3

Osa-alue 3 (Kuva 6) rajautuu kattaa tutkimusalueen Teiskontien eteläpuolisen osan ja rajautuu lännessä alueella sijaitseviin kerrostaloihin. Alueella esiintyi muutama suurempi oja sekä soistuma, jotka vaikuttivat jonkin verran reittivalintaan. Näistä ei kuitenkaan ollut merkittävästi haittaa mittauksille.

Alueella on havaittavissa jonkin verran kohonneita sähkönjohtavuusarvoja, jotka on merkattu Kuvaan 6 valkoisilla nuolilla. Vasemmanpuoleisimman nuolen alueella on myös havaittavissa hieman kohonnut voimalinjavaste, jonka aiheuttaja on todennäköisesti läheinen kevyen liikenteen väylä. Alueen keskiosissa on nähtävissä kohonneita sähkönjohtavuusarvoja lähellä Teiskontietä. Nämä eivät todennäköisesti aiheudu infrastruktuurista vaan ovat merkki mahdollisesta mustaliuske-esiintymästä.



Alueellisesti korkeammat sähkönjohtavuusarvot erottuvat myös osa-alueen eteläosista, jossa on nähtävissä matalia sähkönjohtavuusarvoja. Osittain matalat arvot voivat selittyä maanpeitteen ohenemisella, koska alue oli paikoin kallioinen. Tämä ei kuitenkaan yksistään selitä kohonneita arvoja kahden keskimmäisen merkin kohdalla, sillä kyseissä kohdassa maanpeite oli myös ohut.

Osa-alueen sähkönjohtavuusarvot eivät ole yhtä suuria kuin osa-alueen 2. Tämä voi viitata joko mustaliuske-esiintymän sijaintiin hieman pohjoisempana, lähempänä Teiskontietä tai sen alla. Vaihtoehtoisesti mustaliuske-esiintymä ei ole alueella yhtä leveä ja aiheuttaa näin pienemmän anomalian. Alueen ohut maanpeite voi mahdollistaa suoraan kallioperäkartoituksen, mikäli se koetaan tarpeelliseksi.

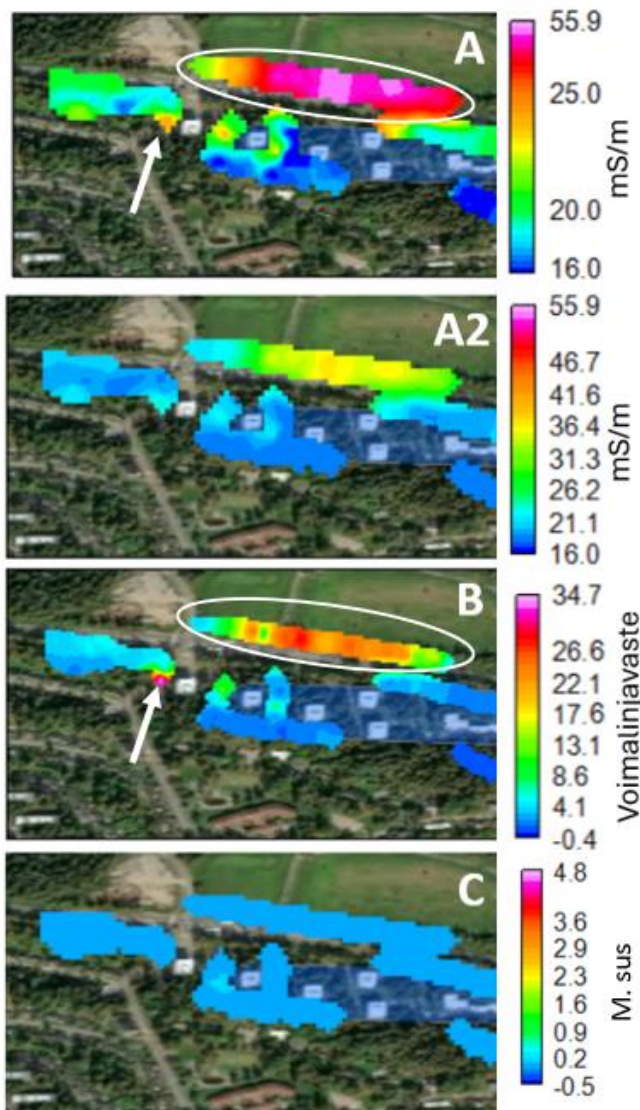
Kuva 6. Osa-alue 3. Nuolet osoittavat kohonneita sähkönjohtavuusarvoja. Vasemmanpuoleisin voi johtua läheisestä kevyenliikenteenväylästä, mutta muualla kohonnet arvot voivat olla merkki mahdollisesta mustaliuskeesta. Arvot eivät kuitenkaan ole erittäin korkeita, joten on mahdollista, että

mustaliuskekerrostuma on alueella pieni tai ei välttämättä kulje alueen läpi. Sähkönjohtavuuskartta tasapainotetulla väriskaalalla (A), lineaarisella väriskaalalla (A2), voimalinjavaste (B) ja magneettinen susceptibiliteettikartta (C).

13.6.2025

2.1.4 Osa-alue 4

Mittaukset osa-alueella 4 (Kuva 8) liittyvät alueelle suunniteltuun alikulkutunneliin. Teiskontien eteläpuoliset alueet kulkivat metsittyneen kallioalueen läpi. Lähtöpisteessä (valkoinen nuoli) on havaittavissa suurehkoa infrastruktuurin vaikutusta. Alueella oli myös havaittavissa hieman kohonneita sähkönjohtavuusarvoja, sekä vähäistä nousua voimalinjavasteessa. Eteläpuolisen alueen mittaustulokset viittaavat siihen, ettei kyseisellä kohdalla esiinny mustaliusketta. Kallio oli hyvin lähellä maanpintaa ja siitä tehtävä kallioperäkartoitus voisi tarkentaa tulkintaa, mikäli se koetaan tarpeelliseksi.



Kevyenliikenteen väylän ja Teiskontien välillä oli myös suhteellisen tuore kallioleikkaus, joka voi helpottaa mahdollista kallioperätutkimusta.

Pohjoisessa olevaa tutkimusta rajoitti aidattu alue risteysalueesta luoteeseen. Suoraan länteen aiotut mittaussijat olisivat myös kulkenet niin läheltä edellä mainittua aitaa sekä alueella olevaa valotaulua, että niistä saadut tulokset eivät olisi olleet luotettavia.

Mittausalue golfrängen eteläpuolella oli helppokulkuinen (valkoinen ympyrä), mutta alueella on havaittavissa korkeita voimalinjavasteita. Infrastruktuurin vaikutusta korkeisiin sähkönjohtavuusarvoihin ei voida sulkea pois, mutta on myös huomioitava, ettei infrastruktuurin vaikutus ole poissulkevaa mahdolliselle mustaliuske-esiintymälle. Tilaajan toimittaman infrastruktuuriaineiston perusteella on epäily, etteivät alueen lukemat selity pelkästään häiriöistä, vaan mustaliuske-esiintymä voi ulottua ko. alueelle.

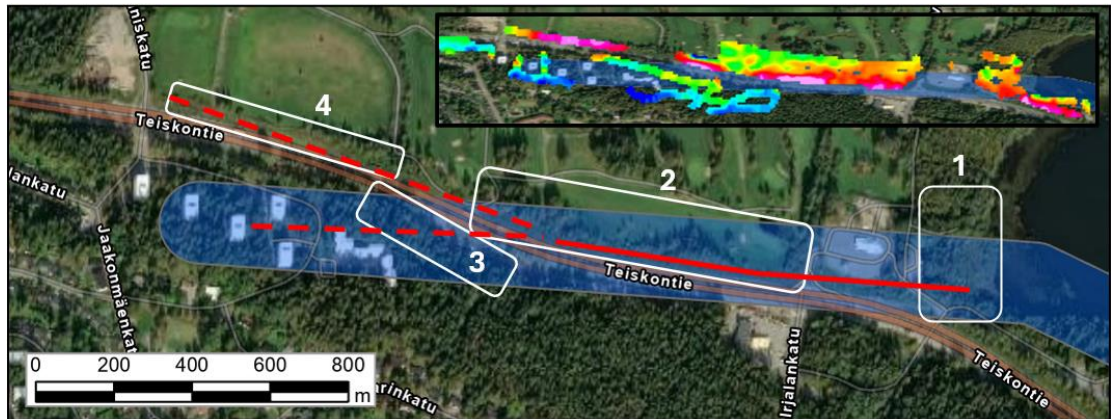
Kuva 7. Osa-alue 4. Valkoisella nuolella osoitettu infrastruktuurin aiheuttama häiriö. Valkoisella ympyrällä merkattu alue on hankalasti tulkittavissa. Kohonneet sähkönjohtavuusarvot voivat aiheutua infrastruktuurista, mutta tälle ei ole varmuutta. Mustaliuskeen kulku alueen läpi on myös mahdollinen. Sähkönjohtavuuskartta tasapainotetulla väriskaalalla (A), lineaarisella väriskaalalla (A2), voimalinjavaste (B) ja magneettinen susceptibiliteettikartta (C).

13.6.2025

3 YHTEENVETO

Mittausalue oli haastava sähkömagneettisille mittauksille. Tämä johtui alueen läpi kulkevasta Teiskontiestä, joka esti mustaliuske-esiintymän poikittaisen mittaamisen. Mittauslinjasuunnitteluun vaikuttavien haasteiden lisäksi alueella esiintyi paljon infrastruktuuria, joka saattoi paikoitellen vaikuttaa mittaustuloksiin. Mittaustulosten perusteella on kuitenkin mahdollista tehdä tulkintaa alueella sijaitsevan mustaliuskeen sijainnista. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta mittaustulosten olevan hyviä ja mittausta voidaan pitää onnistuneena. Alueella esiintyvät häiriölähteet eivät olleet niin voimakkaita, että tulosten tulkinta olisi ollut mahdotonta.

Kuvassa 9 on esitetty punaisella viivalla tulosten pohjalta tulkitun mustaliuskeen oletettu kulku. Katkoviiva kuvastaa epävarmempaa tulkintaa mustaliuskeen suunnasta. Teiskontien eteläpuolelle sijoittuva katkoviiva noudattaa aiempaa tulkintaa (sininen alue), mutta sähkönjohtavuustulokset eivät selvästi viittaa mustaliuske-esiintymän jatkumisesta kerrostaloalueelle.



Kuva 6. Punainen viiva kuvaa oikean yläkulman sähkönjohtavuuskartan perusteella tulkittua mustaliuskeen sijaintia. Katkoviivat kuvaavat mustaliuskeen mahdollista jatkoa. Valkoisilla laatikoilla merkatut alueet kuvastavat mahdollisia alueita jatkotutkimuksiin, mikäli sellaisille nähdään tarvetta.

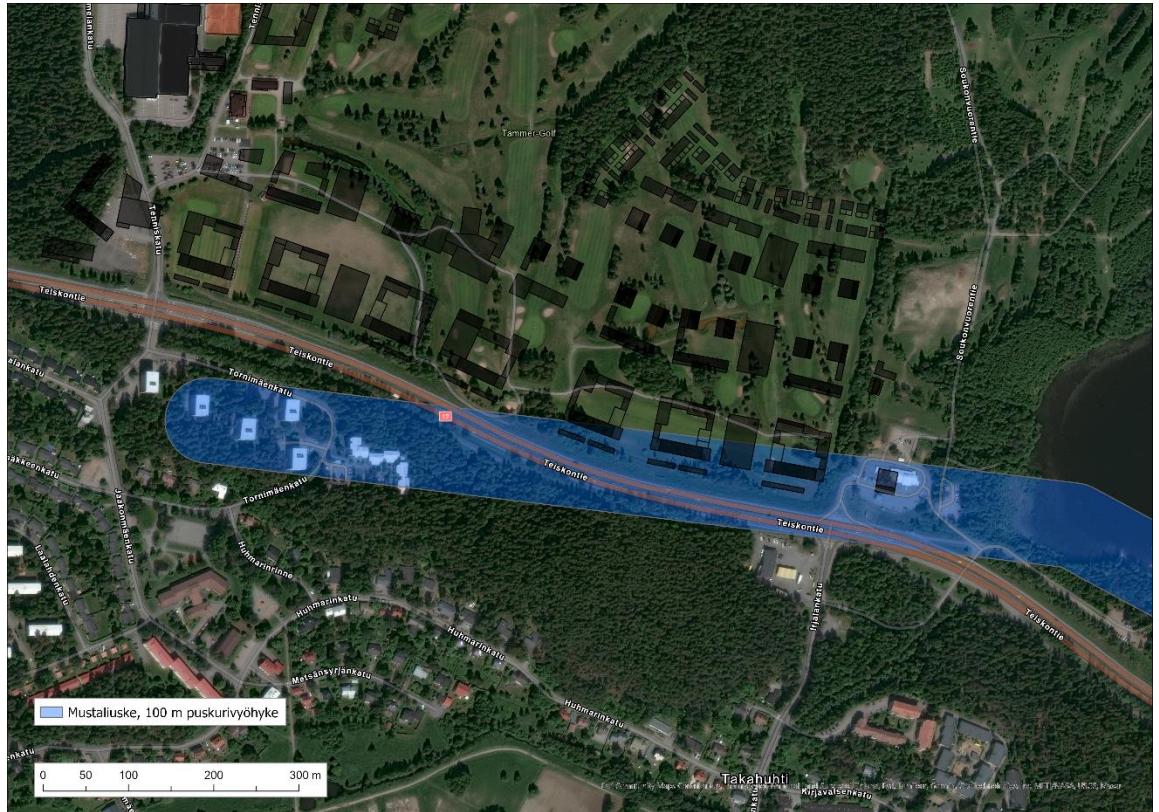
Pohjoisempi katkoviiva perustuu golfrangen ja Teiskontien välistä saatuihin mittaustuloksiin. Infrastruktuurin vaikutus alueella oli paikoin korkea ja vähentää tulkinnan luotettavuutta mustaliuske-esiintymän tarkan sijainnin selvittämiseksi.

Tilaajan toimittaman kaapeli-, putki- ja muun sijaintitiedon kanssa tehty vertailu osoitti, että korkeat arvot eivät kuitenkaan selity pelkästään infrastruktuurilla, vaan alueella esiintyy todennäköisesti myös mustaliusketta kuten lentogeofysiikkaan perustuvassa tulkinnassa on esitetty.

13.6.2025

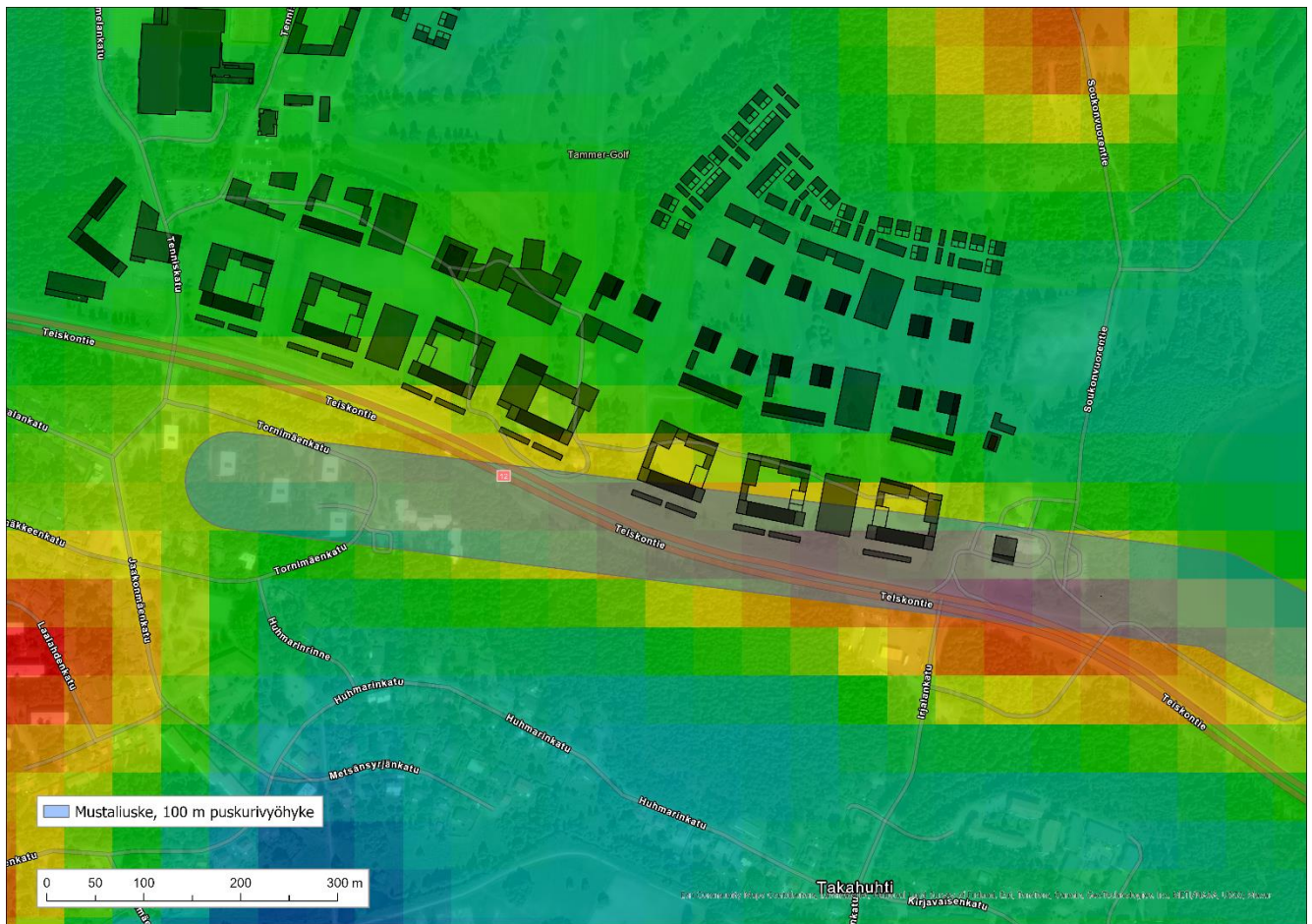
4 LIITTEET

Liitteinä laajennetut karttakuvat tutkimusalueesta ja tuloksista sekä vertailukuvat kaapeli- ja putkitietoihin. Liitteet myös erillisinä kuvatiedostoina, joiden koko on A3



Liite 1. Mustaliuske-esiintymä sekä suunnitellut rakennukset tutkimusalueella.

13.6.2025



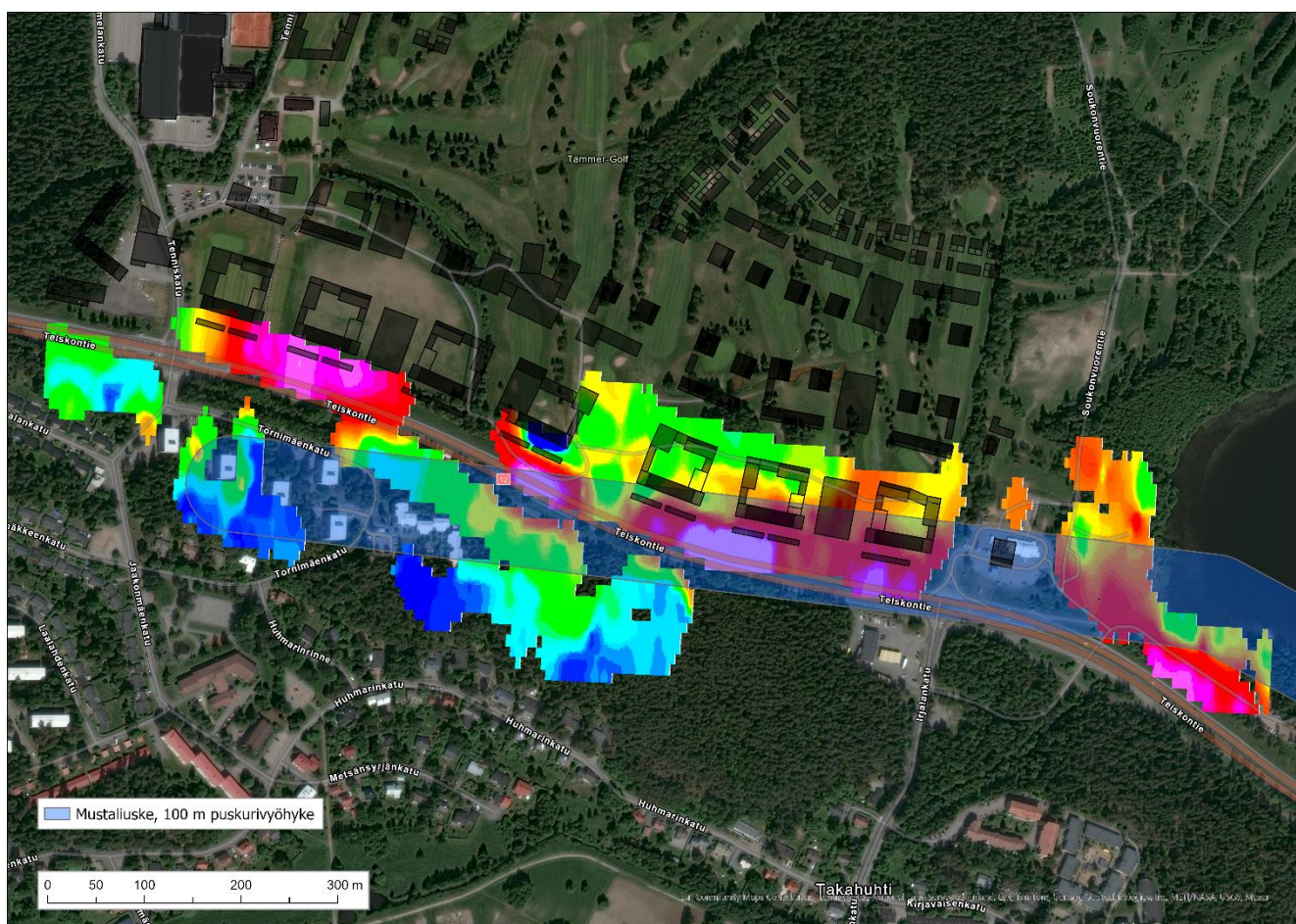
Liite 2. Mustaliuske sekä aeromagneettinen anomaliakartta. Kuvasta nähdään hyvin lähtöaineiston resoluutio (50x50 metriä). Mustaliuskeen sijaintitulkintaan on käytetty myös muuta lentogeofysiikan aineistoa.

13.6.2025



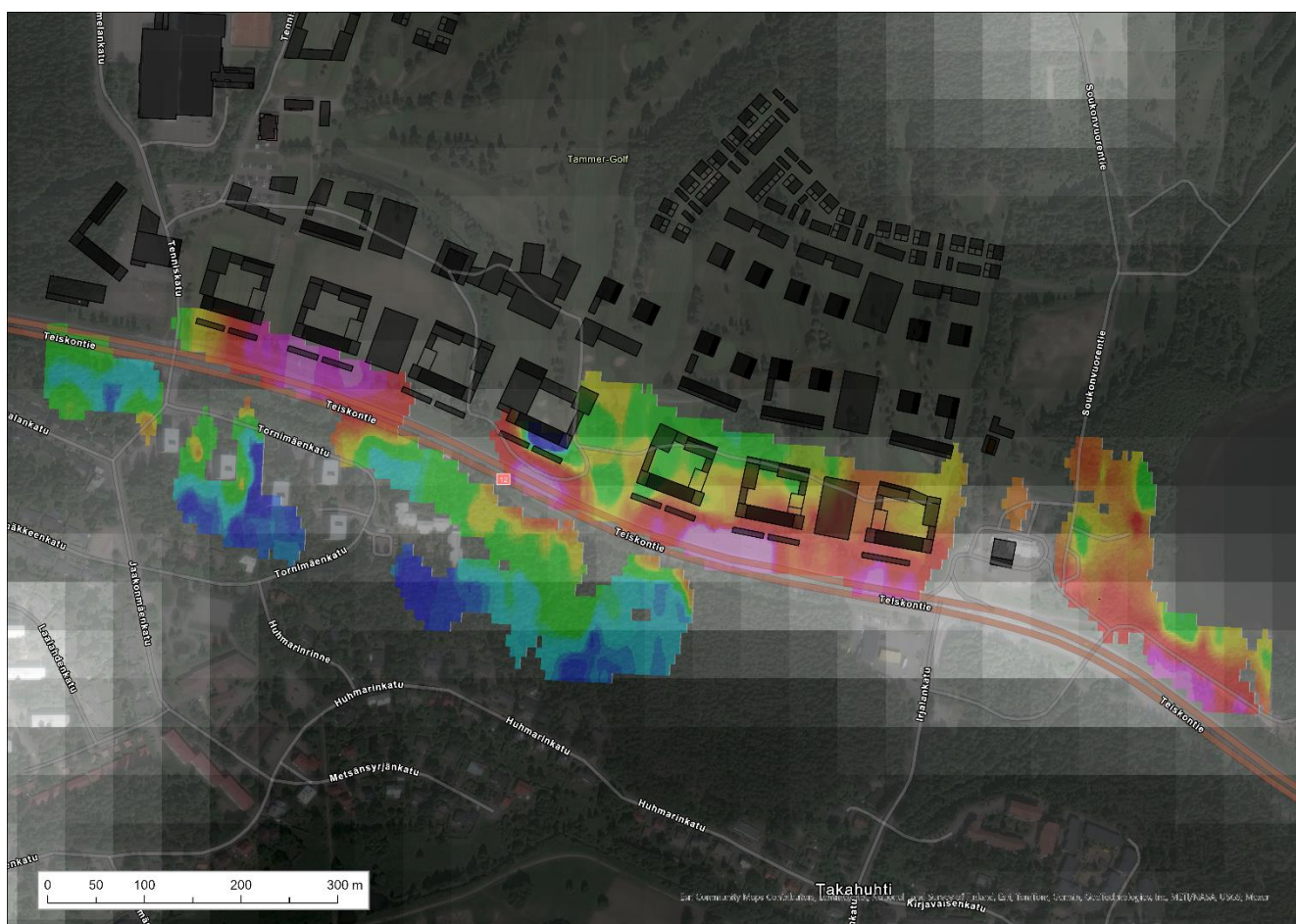
Liite 3. Aeromagneettinen aineisto. Mustaliusketulkinta perustuu korkeisiin arvoihin, jotka nähtävissä kuvassa vaalealla värityksellä.

13.6.2025



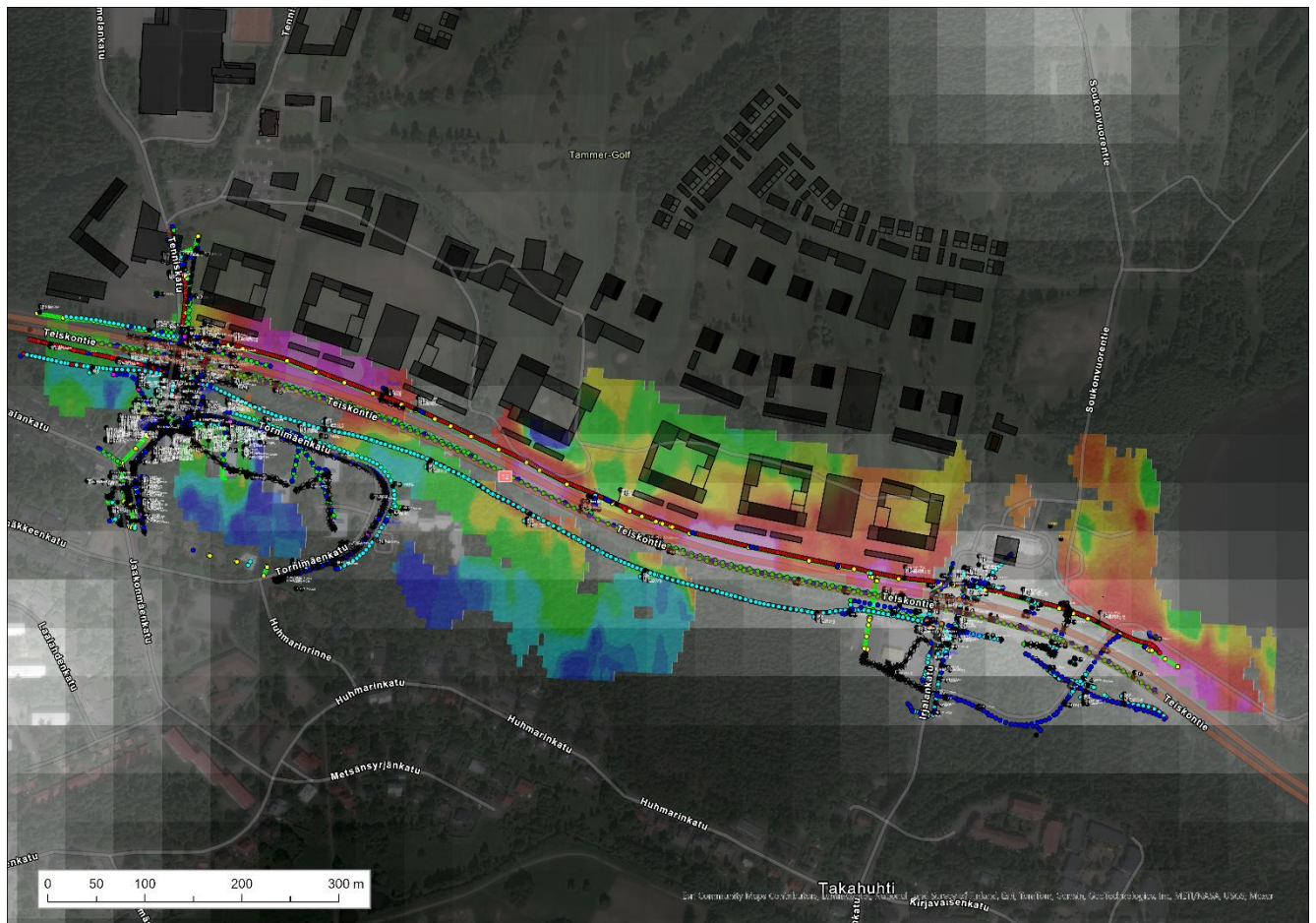
Liite 4. Mustaliusketulkinta sekä mitatut sähkönjohtavuusarvot. Mustaliusketulkinta korreloi suurimmilta osin tässä tutkimuksessa mitatun aineiston kanssa. Poikkeavuutta esiintyy alueen länsiosassa, jossa mitatut arvot vaikuttavat kääntyvän luoteeseen, mutta mustaliusketulkinta on kohti länttä. Idässä mustaliuskeen tarkka kulmaa Alasjärven rannan tasalla ei ollut mahdollista mitata. Erityisesti golfkentän alueella nähtävät arvot viittaavat mustaliuske-esiintymään.

13.6.2025



Liite 5. Mitatut arvot sekä aeromagneettinen anomaliakartta. Korkeat arvot noudattelevat suurimmaksi osaksi lentomittausten tuloksia.

13.6.2025



Liite 6. Mittaustulokset väriskaalana. Taustan musta-valkoväriytyy pohjautuu lentogeofysiikan aeromagneettisiin mittauksiin. Kartalla nähtävissä myös alueella sijaitsevat kaapelit, putkistot ja johdot. Teiskontien pohjoispuolella olevat arvot eivät noudata infrastruktuuria koko matkalta. Tämä viittaa mustaliuske-esiintymään Teiskontien lähistöllä. Esiintymän tarkkoja dimensioita ei kuitenkaan voida mittausten perusteella todeta. Mustaliuske-esiintymä ei välttämättä ole myöskään selvärajainen tai jokaisesta kohdasta yhtä leveä tai paksu.