

MUSANTIE

RAKENNETTAVUUSSELVITYS

07980 LOVIISA

TYÖNUMERO 1476

12.9.2024



GEOSOLVER OY

Y-tunnus: 3009192-7
Kauppatie 8 B
04300 Tuusula

www.geosolver.fi
puh. +358 44 934 7276
etunimi.sukunimi@geosolver.fi

Sisälllys

1.	YLEISTÄ	1
2.	PINTA- JA POHJASUHTEET	1
2.1.	Alueen yleiskuvaus.....	1
2.2.	Pinta- ja pohjasuhteet.....	2
2.3.	Pohjavesi	3
2.4.	Pilaantuneet maat ja pohjaolosuhteiden erityispiireet	3
3.	ALUSTAVAT PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTEET	4
3.1.	Aurinkopaneelien perustukset	5
3.2.	Muuntaja(t) ja vastaavat rakenteet	5
3.3.	Työmaa- ja huoltotiet	6
4.	MUUT POHJARAKENTAMISEEN LIITTYVÄT ASIAT	6
4.1.	Kaivannot	6
4.2.	Lisäselvitystarpeet.....	7
4.3.	Suunnitteluun liittyvät asiakirjat	7

Liittyvät asiakirjat:

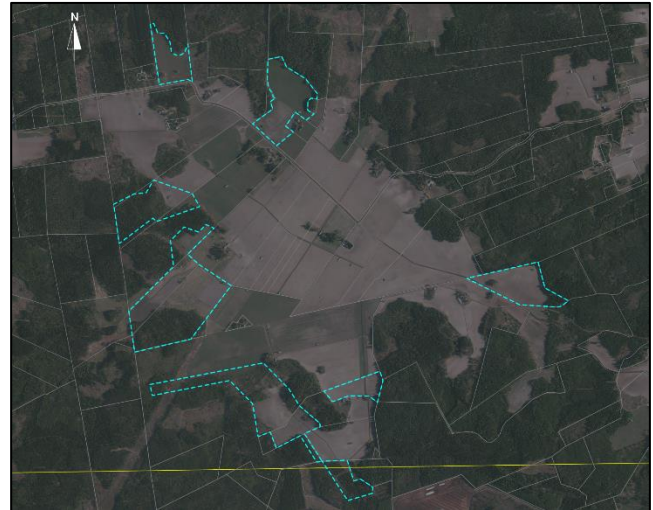
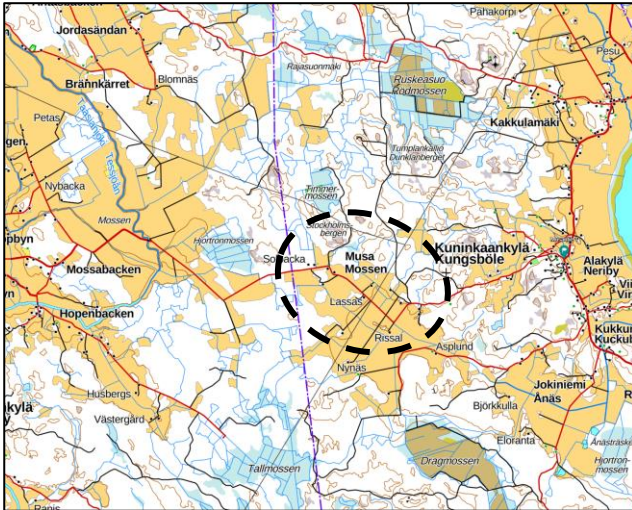
GEO 001 Pohjatutkimus- ja rakennettavuusluokituskartta

GEO 002 Pohjatutkimuskartta (diagrammit)



1. YLEISTÄ

Olemme laatineet rakennettavuusselvityksen Musantien alueelle Loviisaan aurinkovoimaloiden suunnittelua ja rakentamista varten. Alue jakaantuu osa-alueisiin, jotka on yksilöity kirjaintunnisteilla A...H. Osa-alueiden koko vaihtelee 5 ja 34 hehtaarin välillä ja niiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 117 hehtaaria. Selvitysalueen sijainti ja tarkempi raja-
aus on esitetty pohjatutkimuskartoissa sekä kuvissa 1 ja 2.



Kuvat 1 ja 2. Selvitysalueen sijainti Loviisassa.

Pohjatutkimustulosten perusteella on arvioitu perustamistapoja ja pohjanvahvistustarvetta suunnitellun aurinkovoimalan sekä työmaateiden rakentamista varten.

Pohjatutkimukset on esitetty piirustuksessa *GEO 001* sekä kairausdiagrammit piirustuksessa *GEO 002*. Pohjatutkimukset on tulostettu tasokoordinaatistossa ETRS-GK26 ja korkeusjärjestelmässä N2000.

2. PINTA- JA POHJASUHTEET

2.1. Alueen yleiskuvaus

Seuraavassa on esitetty GTK:n maaperäkartta, johon on rajattu selvitysalue katkoviivoin (kuva 3). Selvitysalueella pintamaalajina esiintyy kyseisen kartan mukaan pääasiassa savea (sininen) ja moreenia (keltainen). Muut kartan värit ovat kallio (punainen) sekä liejusavi (viivoitettu ruskea).





Kuva 3. Selvitysalue likimääräisesti katkoviivalla rajattuna GTK:n maaperäkartalla.

Selvitysalueella tehtiin kesäkuussa 2024 yhteensä 26 painokairausta ja 5 pisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä. Maanäytteistä määritettiin vesipitoisuus ja rakeisuus, osasta silmämääräisesti ja osasta rakeisuusmääritys.

2.2. Pinta- ja pohjasuhteet

Pohjatutkimusten yhteydessä ei tehty alueen pintavaaitusta, vaan korkeustiedot perustuvat kairauksiin ja alueen kartta-aineistoon.

Pinnanmuodoiltaan alue on vaihtelevaa. Paikoin pääosassa ovat tasaiset pellot, mutta niiden lisäksi löytyy moreenimäkiä. Maanpinnan korkeustaso vaihtelee noin välillä +17...+30. Matalimmat kohdat ovat itäisimmällä alueella H ja korkeimmat alueiden C ja D mäillä.

Tutkimusalueella kairauspituus vaihteli välillä 1,2...13,6 m. Kairaukset ovat päättyneet kiiveen, kallioon tai tiiviiseen maakerrokseen.



Pohjatutkimusten perusteella tyypilliset maalajit ovat maanpinnasta alaspäin lueteltuna seuraavat:

1. Kuivakuorikerros. Alueen kairauspisteissä erottuu pinnassa kairausvastukseltaan alapuolisia maakerroksia kovempi kuivakuori savikerros. Rakeisuudeltaan savea olevan kuivakuorikerroksen paksuus vaihteli välillä 0,6... 1,8 m ja luonnontilainen vesipitoisuus välillä 32...44 %.

2. Savikerros. Kuivakuoren alla on savikerros, jonka paksuus vaihtelee välillä 2... 12 m. Kerrospaksuus on suurimmillaan peltoalueilla ja muuttuu ohuemmaksi moreenimäkiä kohti siirryttäessä. Maakerroksesta otetuissa häiriintyneissä maanäytteissä luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 56... 112 %. Osassa savinäytteitä havaittiin humuspitoisuutta. Tutkimuspisteestä 24 tehdyissä rakeisuusmäärittelyissä todettiin humuspitoisuudeksi 2,9 % jolloin maalaji on liejuinen savi.

3. Silttikerros. Savikerros vaihtuu syvemmällä saviseksi siltiksi, jonka kerrospaksuus vaihtelee välillä 1...3 m (kairausvastuksen perusteella). Maakerroksen luonnontilainen vesipitoisuus tästä maakerroksesta otetussa maanäytteessä oli 53 % ja maalaji oli kyseisessä häiriintyneessä maanäytteessä savinen siltti.

4. Tiivis kitkamaakerros (oletettu moreeni). Kairaukset ovat päättyneet tähän maakerrokseen, kiviin tai kallioon korkeustasolla +3,9...+22,5 eli 1,2... 13,6 metrin syvyydellä maanpinnasta. Kairaukset etenivät ennen päättymistään tässä maakerroksessa n. 0,5...4,5 m verran. Tästä maakerroksesta ei otettu maanäytteitä.

Tutkimuksissa ei ole selvitetty kalliopinnan korkeustasoa.

2.3. Pohjavesi

Tutkimuksissa ei selvitetty pohjavesipinnan tasoa. Peltoalueilla pohjavedenpinta on oletettavasti kuivakuorikerroksen alapinnan tuntumassa. Selvitysalue ei sijaitse pohjavesialueella.

2.4. Pilaantuneet maat ja pohjaolosuhteiden erityispiireet

Pohjatutkimusten yhteydessä ei havaittu aistinvaraisesti merkkejä maaperän pilaantuneisuudesta eikä lähtötietojen perusteella ole oletettavaa, että sellaista esiintyisi.

Maanäytteissä havaittiin aistinvaraisesti merkkejä sulfaattimaasta. Tutkimuspisteiden 19 ja 24 maanäytteistä tehtiin tähän liittyen sulfidisaviepäilyn lisätutkimuksia. Tutkimusten perusteella maaperän sulfaattipitoisuus sekä kokonaisriikki olivat koholla pisteessä 24 (alueen kaakos-itäosassa). Tämän perusteella on tarpeen luokitella savi potentiaalisesti happamaksi sulfaattimaaksi ko. alueella. Olosuhteet ovat siten aggressiiviset, mikä on otettava huomioon pohjarakenteiden, kuten paalujen mitoituksessa, kaivumassojen ja huleviesien käsittelyssä.



Maankaivutöiden yhteydessä tulee aistinvaraisesti tarkkailla kaivettavan maan laatua. Joutuessaan pohjavesipinnan yläpuolelle ja altistuessaan hapelle, potentiaalinen hapan sulfaattimaa voi muodostaa rikkihappoa ja vapauttaa haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin, sekä liuottaa maasta raskasmetalleja.

3. ALUSTAVAT PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTEET

Pohjatutkimusten perusteella selvitysalueelle on määritetty luokitus aurinkovoimalan rakentamista varten. Käytetty luokkajako on seuraava:

- Luokka 1: Soveltuu aurinkovoimalan rakentamiseen (maanvarainen perustus)
- Luokka 2: Soveltuu aurinkovoimalan rakentamiseen (paaluperustus kitka-/ruuvi-paaluilla)
- Luokka 3: Alueella suuria korkeuseroja, todennäköisesti vaatii maansiirtotöiden lisäksi louhintatöitä, jotta maanvarainen perustaminen on mahdollista

Lisäksi alueelta H otetuista maanäytteistä on löytynyt potentiaalista hapanta sulfaattimaata, joten aurinkovoimalan rakentamista tälle alueelle ei lähtökohtaisesti suositella.



Kuva 4. Selvitysalueen rakennettavuusluokitus aurinkovoimalan rakentamista varten.



Selvitysalue on jaettu luokkiin 1, 2 ja 3. Yleistettynä peltoalueet ovat pääosin pehmeikköä, joka on suhteellisen tasaista mutta maanvaraisen perustamisen kannalta kantavuudeltaan heikkoa savikerroksen takia, jolloin luokitus on 2. Alueella esiintyy moreenimäkiä, joissa maaperä on kantavaa, jolloin luokitus on 1 ja maanvarainen perustus tulee kyseeseen. Monin paikoin kuitenkin maanpinnan kaltevuuden takia rakennettavuusluokitus on 3, jolloin rakentaminen vaatii maansiirtotöiden lisäksi todennäköisesti louhintatöitä, jotta maanvarainen perustaminen on mahdollistetaan. Pinta-alallisesti suurin osa alueesta kuuluu luokkaan 2 (soveltuu aurinkovoimalan rakentamiseen paaluperustuksella), jossa savikerroksen paksuus on ≥ 3 m.

3.1. Aurinkopaneelien perustukset

Aurinkopaneelit voidaan luokan 1 alueilla perustaa maanvaraisesti esimerkiksi laatan varaan tai poikittain asennettujen betonipaalujen varaan. Laatan mitat ja perustamissyvyys tulee mitoittaa erikseen tapauskohtaisesti kuormitusten mukaan. Näillä alueilla kuitenkin maaston kaltevuus on jyrkkäpiirteinen, joten jyrkkäpiirteiset alueet eivät ole teknistaloudellisia, koska rakentaminen edellyttää suuria kaivutöitä ja mahdollisesti jopa louhintaa. Mäkien louhinnasta syntyvää kiviainesta on mahdollista hyödyntää alueen täytöissä mikäli murskausta suoritetaan paikan päällä.

Luokan 2 alueilla paneelit voidaan alustavasti perustaa paaluilla käyttäen esimerkiksi ruuvi- tai kiilapaapaaluja tai vastaavia.

Luokan 3 alueilla maaperä on kantavaa, joten perustaminen onnistuu samoin kuin luokan 1 alueilla. Maanpinta on kuitenkin niin jyrkkäpiirteistä, että rakentaminen vaatii maansiirtotöitä.

3.2. Muuntaja(t) ja vastaavat rakenteet

Luokan 1 alueilla rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti antura- tai laattaperustuksiin, kun käytetään sellaista perustamissyvyyttä, että perustuksen ja kantavan kitkamaakerroksen väliin ei jää painuvia maakerroksia. Alueella vaadittava perustamissyvyys on tutkimuspisteiden alueella maksimissaan noin 2,0 metriä. Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä massanvaihto kantavan kitkamaakerroksen pintaan saakka.

Luokan 2 alueilla rakennukset voidaan perustaa tukipaaluilla kantavan maakerroksen tai kallion varaan. Rakennusten alapohjat tulee toteuttaa kantavina. Paalutuspituus on alueella noin 3...14 m.

Luokan 3 alueilla maaperän kantavuus ei muodosta ongelmaa, mutta maanpinnan kaltevuuden vuoksi rakennusten toteutuksessa voidaan soveltaa rinneratkaisuja. Perustamistapana voidaan käyttää maanvaraista antura- tai laattaperustusta tiiviin kitkamaan



vara. Kalliopinta on todennäköisesti paikoin hyvin lähellä maanpintaa, jolloin myös irti-louhitun kallion varaan perustaminen tulee kysymykseen.

Selvitysalueen savikolla (luokka 2) esiintyvän kuivakuorikerroksen ansiosta kevyet rakenteet voi olla mahdollista perustaa maanvaraisesti myös savikkoalueella. Asia on tarkennettava jatkosuunnitteluvaiheissa, kun alue on tarkemmin suunniteltu.

3.3. Työmaa- ja huoltotiet

Tierakenteet voidaan luokkien 1 ja 3 alueilla perustaa maanvaraisesti ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueen maakerrokset ovat routivia, joten työmaateiden rakennekerrosten mitoituksessa tulee ottaa huomioon routivuus, kuormitukset ja kuivatus.

Luokan 2 alueilla (savikolla) työmaateiden perustamisessa voidaan käyttää kevennerakenteita, mikäli täytöistä syntyviä painumia halutaan rajoittaa. Kantavuuden kannalta riittävä ratkaisu voi olla geolujiteverkon käyttö luonnollisen pohjamaan ja tiepengermateriaalin välissä. Tällöin on varauduttava tien lievään painumiseen. Työmaatielle riittää 0,55 m päällysrakennekerrospaksuus. Työmaatien alle levitetään N3-luokan suodatinkangas.

Varsinaisen paneelikentän operointi- ja huoltoteille suosittelemme vähintään 0,55 m paksuista päällysrakennekerrosta. Tällä alueella päällysrakennekerros erotetaan pohjamaasta yhdistelmägeolujitteella esim. Naue Combigrid 40/40.

Päällysrakennekerrokset olisivat seuraavat:

- kulutuskerros 50 mm, kalliomurske #0-16
- kantava kerros 200 mm, kalliomurske #0-32
- jakava kerros 300 mm, kalliomurske #0-90
- yhdistelmägeolujite pohjamaata vasten

Maksimissaan 0,5...0,6 m pengerkorkeudella rakennusajan jälkeiset painumat ovat hallittavissa, kun työmaatie rakennetaan kuivakuorisavikerroksen varaan.

4. MUUT POHJARAKENTAMISEEN LIITTYVÄT ASIAT

4.1. Kaivannot

Kaivantojen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan ohjetta RIL 263-2014 Kaivantohje. Kaivantojen välittömään läheisyyteen ei saa sijoittaa kaivumaita, kiviaineksia, raskaita työkoneita tai varastoida rakennustarvikkeita.



Lyhytaikaiset putkikaivannot

Kun kaivutaso on kuivakuorisavessa, voidaan kaivutyö tehdä luiskattuna. Kaivutyö tehdään ns. lyhytaikaisena kaivantona siten, että kaivanto on kerralla auki enintään 20 metrin matkalta. Yöksi tai muutoin pidemmäksi ajaksi kaivantoa ei tule jättää auki.

Luiskan enimmäiskaltevuus on 1:2, kun kaivannon syvyys on $\leq 2,0$ m. Kaivannon syvyyden ollessa yli 2,0 metriä suositellaan kaivannon toteuttamista tuettuna työturvallisuussyistä erillisen suunnitelman mukaisesti. Kapeissa ja/tai yli 2,0 m syvissä kaivannoissa tulee varautua kaivuluiskien tukemiseen työturvallisuussyistä. Pohjavedenpinnan yläpuoliset putkikaivannot voidaan toteuttaa tuentaelementtejä käyttäen. Tuetut kaivannot tulee suunnitella ja toteuttaa Kaivanto-ohjeen periaatteiden mukaisesti.

Pidempiaikaiset rakennuskaivannot

Pehmeikköalueella pidempiaikaiset ja syvät kaivannot on tehtävä tuettuna. Tukiseinätyypiksi soveltuu esimerkiksi teräsponttiseinä.

4.2. Lisäselvitystarpeet

Tässä esitetyt ratkaisut ovat alustavia ja vaativat tarkempia tutkimuksia, jotta rakennusalue voidaan suunnitella ja toteuttaa teknistaloudellisesti.

Rakennusratkaisujen tarkempaa suunnittelua varten on tarpeen tehdä täydentäviä pohjatutkimuksia, joilla selvitetään mm. maakerros- ja maa-aluerajoja, saven ominaisuuksia ja savikon paksuutta tarkemmin.

Maarakentamisen suunnittelun tarpeisiin voi tulla kysymykseen laskennallisten painumien ja stabiiliteetin tarkistus. Tie- ja tekniikkalinjoilla voi olla tarpeen tehdä täydentävät pohjatutkimukset n. 20...50 metrin välein pohjamaasta riippuen.

4.3. Suunnitteluun liittyvät asiakirjat

- Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
 - o Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL
 - o Talonrakennuksen maatöiden yleiset laatuvaatimukset MaaRYL
- RIL 132-2000 Talonrakennuksen maarakenteet
- RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus
- RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät
- RIL 261-2013 Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet
- RIL 263-2014 Kaivanto-ohje
- RIL 254-2016 Paalutusohje PO-2016
- RIL 207-2017 Geotekninen suunnittelu, eurokoodin EN 1997-1 suunnitteluohje
- Hulevesiopus, kuntaliitto 2012



Tuusulassa 12. päivänä syyskuuta 2024

Laatinut



Tuomas Mäkitalo, DI
projektipäällikkö

Tarkastanut



Juha Kujansuu, DI
toimitusjohtaja

