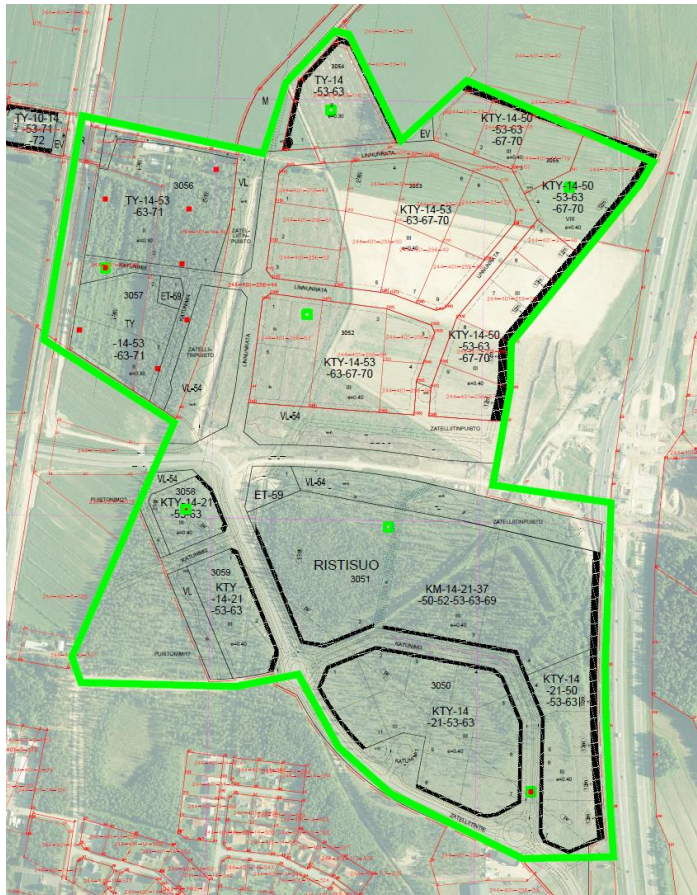


Kempeleen kunta

Zatelliitin alue



Ilmakuva, kiinteistörajat: MMLavoimet aineistot
Asemakaava: Kempeleen kunta

SISÄLLYSLUETTELO

1 TOIMEKSIANTO JA TUTKIMUSKOHDDE.....	3
1.1 Tehdyt tutkimukset.....	3
1.2 Tutkimusalueen maasto- ja ympäristöolosuhteet	3
1.3 Pohjasuhteet.....	4
1.3 Maaperän pilaantuneisuus	4
2 SULFAATTIMAAT JA POTENTIAALISET SULFAATTIMAAT.....	5
2.1 In situ tutkimukset	5
2.2 Laboratoriokokeet	5
3 SULFAATTIMAIDEN AIHEUTTAMAT RISKIT	6
3.1 Suomalainen riskiluokittelu.....	6
3.2 Liukoisuuskokeisiin perustuva menetelmä.....	7
3.3 Rakenteiden riskiluokittelu.....	7
4 ZATELLIITIN ALUEEN SULFAATTIMAATUTKIMUKSET.....	8
4.1 Tutkimusohjelma.....	8
4.2 In situ tutkimukset	8
4.3 Laboratoriotutkimukset	8
4.4 Suomalainen riskiluokittelu.....	8
5 TULOSTEN TULKINTA JA SUOSITUKSET	9
5.1 Maaperän luokittelu.....	9
5.2 Ehdotukset jatkotoimista	10

Liitteet:

- pohjatutkimuskartta
- Koekuoppakortit KO1...KO7
- Laboratoriotutkimuslomakkeet

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi

SULFAATTIMAASELVITYS

1 TOIMEKSIANTO JA TUTKIMUSKOHDDE

Kempeleen kunnan toimeksiannosta on Maveplan Oy tehnyt pohjatutkimukset ja sulfaattimaaselvityksen Kempeleen Zatelliitin alueelle. Alueen koko on noin 52 ha. Pohjatutkimukset tehtiin kesäkuussa 2020.

Tutkimusten tavoitteena oli selvittää alueen maaperäolosuhteet rakennussuunnittelua ja kehittämistä varten.

Noudatetaan KSE2013 konsulttisopimusehtoja.

1.1 Tehdyt tutkimukset

Maastotutkimukset teki Antti Väärni. Kaivinkoneurakoitsijana toimi Maarakennus Ohtamaa Oy.

Alueelle tehtiin yhteensä 7 kpl koekuoppia. Koekuoppien sijainnit on esitetty tutkimuskartalla (liite 1) ja tutkimuspistetulkinnat koekuoppakorteissa (liite 2). Koekuopat kaivettiin määräsyvyyteen 2...3 m riippuen maaperän homogeenisuudesta.

Tutkimuksina kohteessa on tehty:

- Koekuoppa kaivinkoneella 5 pisteessä
- Koekuoppa Auger näytteenottimella 2 pisteessä
- Maakerrosten in situ pH:n tutkiminen
- Maalajien silmämääräinen tunnistus
- Happamoitusominaisuuksien laboratoriotutkimukset
- Pohjavesipinnan silmämääräinen arvio

1.2 Tutkimusalueen maasto- ja ympäristöolosuhteet

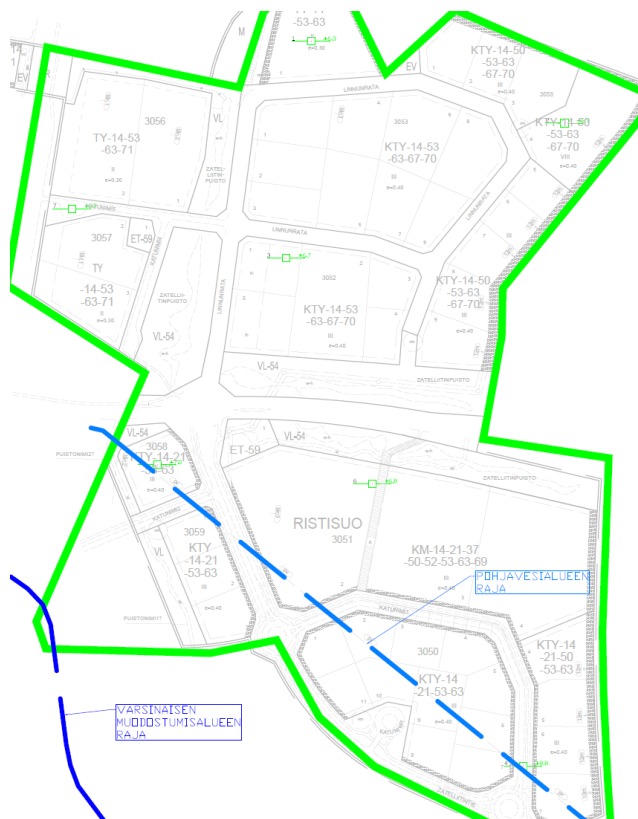
Tutkimuskohde on Zatelliitin alue Kempeleessä, alueelle on valmistunut asemakaavaluonnos ja aluetta on osin alettu rakentamaan. Pääasiallisesti ympäristö on edelleen peltoa sekä vaihtelevan ikäistä metsää. Luoteislaidalla on osittain purettu leirintäalue. Peltoalueet ovat ojitettuja ja alueelle on rakennettu kosteikkoja, jotka alentavat pohjaveden pintaa.

Alueen etelälaidassa alkaa Kempeleenharjun pohjavesialue (Kuva 1)

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi



Kuva 1. Pohjavesialueiden rajat Zatelliitin alueella

1.3 Pohjasuhteet

Alue on päälajiltaan hienoa silttistä hiekkaa ja silttiä. Eteläisimmän koekuopan 4 alue erottuu maalajiltaan muista alueista; pohjamaa on karkeaa hiekkaa, jossa esiintyy silttilinssejä.

Pohjavesi oli rakennetulla alueella eli koekuoppien 1...3 alueella noin 0,75...1 m maanpinnasta. Rakentamattomilla alueilla, itä-länsisuunnassa leikkaavan Komeetantien eteläpuolella (koekuopat 5...6), sekä luoteislaidassa (koekuoppa 7) alueella pohjavesi oli ylempänä, noin 0,5...0,75 m maanpinnasta. Koekuopan 4 alueella, hiekkaisessa pohjamaassa, pohjavesi oli hyvin vettäläpäisevän maakerroksen johdosta syvemmällä, noin 1,25 m maanpinnasta.

Pöyry Finland Oy on tehnyt alueelle rakennettavuusselvityksen vuonna 2016. Sen yhteydessä tehtyjen painokairausten perusteella alueen vallitseva maatyyppi on silttiä sekä hiekkaa, tutkimuskairaukset ovat alueella päättäneet karkeasti ottaen päättäneet syvyyteen 20...30 m. Pohjaveden pinta on vuonna 2016 on ollut karkeasti ottaen tasolla MP -0,2...0.5 m.

1.3 Maaperän pilaantuneisuus

Tutkitulla alueella ei tietojemme mukaan ole tehty pilaantuneisuusselvitystä. Pilaantumistutkimuksia ei tehty mutta silmämääräisten havaintojen perusteella alueella ei havaittu mitään pilaantumiseen viittaavaa.

Vanhan leirintäalueen alueella esiintyi jonkin verran rakennusiätettä.

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi

2 SULFAATTIMAAT JA POTENTIAALISET SULFAATTIMAAT

Tässä selvityksessä kirjallisuuslähteenä on käytetty Liikenneviraston ohjeita ja selvityksiä, ”Happamat sulfaattimaat rannikon vesistöjen valuma-alueilla” ja ”Acidification properties of sulphide soil - a classification system based on leaching tests” – artikkeleita sekä Tunnistus -hankkeen aineistoa.

Sulfaattimaat voidaan jaotella todellisiin tai potentiaalsiin sulfaattimaihin. Todellisia sulfaattimaita esiintyy pohjavesipinnan yläpuolella, jossa ne ovat olleet hapen kanssa tekemisissä. Näissä rikki esiintyy hapettuneessa muodossa (SO_4^{2-}) ja maan pH on hapan (yleensä $\text{pH} < 4$). (Kerko, E&al, 2014) Sulfaattimaa voi olla myös niin sanottu pseudosulfaattimaa, joka ei täytä sulfaattimaan happamuusvaatimuksia, mutta voi olla silti ympäristölle haitallista liuottaen muita metalleja (Becher. M&Al 2018).

Potentiaaliset sulfaattimaat esiintyvät hapettomissa olosuhteissa (eli pohjavesipinnan alapuolella). Täällä rikki ei ole vielä hapettunut vaan esiintyy S^- muodossa, jolloin maan pH on neutraali. Potentiaaliset sulfaattimaat tunnistetaan usein tummasta väristä sekä rikin hajusta. (Kerko, E & al 2014) Toisaalta tumma väri ei kuitenkaan aina tarkoita korkeaa rikkipitoisuutta. Rikki voi esiintyä maassa myös mineraaleina, joissa ei ole tunnistettavaa tummaa väriä tai rikin hajua. (Becher. M&Al 2018). Sulfidimaan varmentaminen onnistuu vain laboratoriomäärityksin.

2.1 In situ tutkimukset

Sulfaattimaata voidaan arvioida silmämääräisesti kenttätutkimuksien avulla. Happamasta maasta indikoi tumma väri sekä rikin haju. Sulfaattimaan todennäköisyyttä voidaan arvioida aistinvaraisesti lisäämällä maanäytteeseen suolahappoa, jolloin rikin haju erottuu selvemmin. Kenttäolosuhteissa suoritettavia mittauksia ovat maan suora pH-mittaus, jolla voidaan arvioida alustavasti todellisia ja potentiaalisia sulfaattimaita. Maaperän vedestä voidaan mitata redox- eli pelkistymispotentiaalia, jolla voi arvioida mikrobiologisen toiminnan todennäköisyyttä. Myös vetyperoksidilla tehtyjä pikahapetuksia on käytetty maasto-olosuhteissa, testi ei anna yksinään luotettavaa arvioita hapontuottopotentiaalista ja ei ole toistaiseksi yleistynyt Suomessa. (Vertanen, 2016; Liikennevirasto, 2017)

2.2 Laboratoriokokeet

Laboratoriossa sulfaattimaista voidaan arvioida rikkipitoisuutta, hapontuottokykyä sekä puskuroimispotentiaalia. Käytettyjä menetelmiä on useita ja ne vaihtelevat eri maissa. Alla on esitetty Suomessa yleisesti käytettyjä kokeita.

Maan rakeisuus kertoo sulfaattimaan mahdollisuudesta. Sulfaattimaa on useimmiten hienorakeista, silttiä tai savea. Myös hiekka voi kuitenkin olla sulfaattimaata. Hehikutushäviön määrittelyllä saadaan laskettua orgaanisen aineen määrä maassa. Orgaanisella aineella on happamoimista puskuroiva vaikutus. Ruotsalaisessa riskiluokittelussa hehikutushäviö on yksi arvioitava parametri (Pousette, K&al, 2008).

Inkubaatiotestiä voidaan käyttää sulfaattimaiden tunnistamiseen. Tässä testissä potentiaalista sulfaattimaata hapetetaan sykleissä ja pH:n muutosta seurataan. Inkubaatiotesti on kuitenkin hidas ja sillä ei voida arvioida haponmuodostumispotentiaalia. NAG-pH testi on nopeampi tapa arvioida kuinka paljon maa voi tuottaa rikkihappoa äärimmäisen hapettavissa olosuhteissa. Näyte hapetetaan vetyperoksidilla ja titrataan emäksellä takaisin pH-arvoon 4,5 ja 7. Titraustulokset lasketaan muodostuvan rikkihapon määrä. Testi ei huomioi maan omaa puskurointipotentiaalia. (Vertanen, 2016)

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi

Sulfaatti kertoo hapettuneen rikin määrän maassa. Sulfaattipitoisuus on yksi parametri maan korroosio-ominaisuuksien sekä ympäristöarastusluokkien arvioinnissa. Kokonaisrikki ottaa huomioon maassa kaikissa muodoissa esiintyvän rikin. Se on yksi mitattava arvo suomalaisessa riskiluokittelussa.

3 SULFAATTIMAI DEN AIHEUTTAMAT RISKIT

Sulfaattimaat voivat hapettuessaan aiheuttaa happamia valumia. Riski kasvaa esimerkiksi rakennushankkeiden aikana, jolloin pohjavesipintaa lasketaan. Myös peltojen ojitus ja peruskuivatus voivat aiheuttaa happamia valumia. Valumat kuormittavat ympäristöä ja aiheuttavat uhkaa eliöille. (Becher, M&A1 2018).

Sulfaattimaiden tuottamat happamat olosuhteet kuormittavat myös maahan tulevia rakenteita. Sulfaattimaat lisäävät maan korroosio-ominaisuuksia ja näin vähentävät rakenteiden käyttöikää. (Liikennevirasto, 2017)

3.1 Suomalainen riskiluokittelu

Suomessa sulfaattimaiden aiheuttamaa riskiä voidaan arvioida sulfidikerroksen alkamissyvyyden, in-situ pH:n ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella. Näiden avulla maat jaetaan riskiluokkiin. Riskiluokille ei ole olemassa suoria toimenpidesuosituksia. (Kerko,E &al 2014) Kriteerit on esitetty taulukoissa 1...3.

Taulukko 1. Suomalainen riskiluokittelu, sulfidin esiintyminen (Kerko,E &al 2014)

Luokka	Sulfidin alkamissyvyys (m)
1	0-1,0
2	1,0-1,5
3	1,5-2,0
4	2,0-3,0
5	sulfidi kokonaan hapettunut
6	ei sulfidia 0-3 m syvyydellä

Taulukko 2. Suomalainen riskiluokittelu, in situ pH:n minimi (Kerko,E &al 2014)

Lisämääre	Minimi pH (syvyydellä 0-3 m)
A	< 3,5
B	3,5- 3,9
C	4,0- 4,4
D	≥ 4,5

Taulukko 3. Suomalainen riskiluokittelu, rikkipitoisuus (Kerko,E &al 2014)

Lisämääre	Kokonaisrikkipitoisuus (%)
I	$S (tot) \geq 1$
II	$0,6 \leq S (tot) < 1$
III	$0,2 \leq S (tot) < 0,6$
IV	$S (tot) < 0,2$

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi

3.2 Liukoisuuskokeisiin perustuva menetelmä

Ruotsissa sulfaattimaiden luokitteluun on kehitetty useammista parametreistä muodostuva menetelmä. Luokittelussa arvioidaan rikkipitoisuutta, maamäärää (happamoitumispotentialiaali), hehikutushäviötä (puskurivaikutus), rauta/rikki suhdetta ja minimi pH:ta (happamoittamisvaikutus), maan vedenläpäisevyyttä sekä liukenemisnopeutta (happamoitumisnopeus). (Pousette, K&al, 2008) Luokat on esitetty alkuperäistä artikkelia mukaillen taulukossa 4.

Taulukko 4. Liukoisuuskokeisiin perustuvan menetelmän riskiluokittelun periaate (Pousette, K&al, 2008)

Happamoitumispotentialiaali					
S mg/kg KA	Hyvin suuri	Suuri	Kohtalainen	Alhainen	
		5 000...10 000			
	>10 000		600...5000	<600	
Tilavuus m ³	Hyvin suuri	Suuri	Kohtalainen	Alhainen	
	>5000	500...5000	50...500	<50	
Puskurointipotentiaali					
% KA	Suuri	Mahdollinen		Ei ole	
	> 8	5...8		< 5	
Happamoitumisteho					
Fe/S	Hyvin suuri	Ei voi arvioida		Alhainen	
	<3	3...60		> 60	
pH min	Hyvin suuri	Suuri	Kohtalainen	Alhainen	
	<3	3...4	4...5	<5	
Happamoitumisnopeus					
Liutuskerrat kpl	Nopea			Hidas	
	<5			<15	
Vedenläpäisevyys	Nopea			Hidas	
m/s	>10 ⁻⁷	10 ⁻⁸ ...10 ⁻⁷	10 ⁻⁹ ...10 ⁻⁸	<10 ⁻⁹	

3.3 Rakenteiden riskiluokittelu

Sulfidipitoisissa maissa on mikrobiologisen korroosion mahdollisuus. Lisäksi rakenteissa sulfaatti on otettava huomioon betonin kemiallisen rasituksen ympäristöluokkien raja-arvoissa. (Liikennevirasto, 2017)

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi

4 ZATELLIITIN ALUEEN SULFAATTIMAATUTKIMUKSET

4.1 Tutkimusohjelma

Zatelliitin alueen pohjatutkimuspisteet on esitetty tutkimuskartassa (liite 1). Kahdessa tutkimuspisteessä pohjamaa oli huonosti kantavaa, täällä kaivinkoneen sijasta käytettiin kevyttä kairakonetta sekä Auger-näytteenotinta.

4.2 In situ tutkimukset

Jokaisesta tutkimuspisteestä määritettiin silmämääräisesti pohjavesipinnan korkeus, maalajit sekä in situ pH. In situ kokeiden perusteella valittiin 4 näytettä laboratoriotutkimuksiin. Näytekohtaiset in-situ pH:t on esitetty liitteessä 2.

4.3 Laboratoriotutkimukset

Kokonaisrikkipitoisuuden lisäksi laboratoriossa määritettiin vesipitoisuus, maalaji, hehkutushäviö, NAG-pH sekä liukoinen sulfaatti. Tulokset on esitetty taulukossa 5. Laboratoriotutkimuselosteet on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 5. Laboratoriotutkimustulokset Zatelliitin alueen maanäytteille

Näyte	Syvyys	In situ-pH	Vesipitoisuus	Maalaji	Hehkutushäviö
	<i>m</i>		<i>%</i>		<i>% KA</i>
KO 2	-2	7,4	32,8	Si (-1,5 m)	7,2
KO 3	-2	7,7	23,0	siHk (-1,5 m)	0,6
KO 5	-1	6,5	20,4	Hk (-1,5 m)	2,8
KO 7	-2,5	7,1	24,0	Si	0,7

Näyte	NAG-pH	NAG pH 7.0	NAG pH 4.5	Sulfaatti, happiliukoinen	Rikki (S)
		<i>kg H₂SO₄/tn</i>	<i>kg H₂SO₄/tn</i>	<i>mg/kg KA</i>	<i>mg/kg KA</i>
KO 2	2,5	32	24,0	540	14000
KO 3	4,6	1,6	0,0	< 200	800
KO 5	3,9	2,2	0,5	< 200	550
KO 7	5,3	1,1	0,0	< 200	530

4.4 Suomalainen riskiluokittelu

Taulukossa 4 on esitetty koekuoppänäytteiden riskiluokat koekuoppakohtaisesti, kokonaisrikkipitoisuus on mitattu 4 näytteestä/koekuopasta. Näiden avulla on voitu määrittää lisäriskimääre (I-IV). Koekuoppakortit yksityiskohtaisien mittaustulosten kanssa on esitetty liitteessä 2.

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi

Taulukko 6. Zatelliitin alueen maanäytteiden riskiluokittelu, suomalaisen riskiluokittelun perusteella

Koekuoppa	Luokka	Lisämääre	Lisämääre
1	2	D	
2	2	C	I
3	2	D	IV
4	3	D	
5	3	D	IV
6	3	D	
7	3	D	IV

5 TULOSTEN TULKINTA JA SUOSITUKSET

Alueella suoritettujen tutkimusten perusteella pohjamaassa esiintyy rikkiä koko alueella. Tulevissa maanmuokkaustoimissa on seurattava maan rikkipitoisuutta ja tarvittaessa tehtävä lisämittauksia rikkipitoisuuden selvittämiseksi.

5.1 Maaperän luokittelu

Alueen länsilaidalla tutkimuspisteestä 7 tehdyissä mittauksissa rikkipitoisuudeltaan luokkaa IV ja näytteistä rikkipitoisuus on alle 600 mg/kg kuiva-ainetta, joka vastaa liukoisuuskokeisiin perustuvan menetelmän luokitusta alhaisesta rikkipitoisuudesta. NAG-pH:n perusteella alueella oleva maa tuottaa vähän tai ei ollenkaan happoa. Suomalainen riskiluokitus on koekuopalle 7: 3/D/IV.

Alueen etelä ja keskiosassa rikin määrä maaperässä tai maaperän happamuus pH ei ole matala edes pohjavesipinnan yläpuolella. Tehdyissä mittauksissa näytteet vastaavat rikkipitoisuudeltaan luokkaa IV ja näytteistä ja vastaavat liukoisuuskokeisiin perustuvan menetelmän luokitusta alhaisesta-kohtalaisesta rikkipitoisuudesta. NAG-pH:n perusteella maa tuottaa kohtalaisesti happoa. Suomalainen riskiluokitus on koekuopalle 1: 2/D; koekuopalle 3: 2/D/IV; koekuopalle 4: 3/D; koekuopalle 5: 3/D/IV; koekuopalle 6: 3/D.

Alueen koillislaidalla (koekuoppa 2) voidaan havaita selvästi korkeammat rikkipitoisuudet, maaperä on myös huomattavasti happamampaa pohjavesipinnan yläosassa. Happamin kerros sijaitsee juuri pohjaveden yläpuolella (noin -0,75 m), tässä kerroksessa maassa näkyi myös vaalea saostuma, joka voi olla esimerkiksi kipsiä. Tehdyissä mittauksissa maa sai suomalaisen riskiluokittelun lisämääreen 1, näytteistä rikkipitoisuus on yli 10 000 mg/kg kuiva-ainetta, joka vastaa liukoisuuskokeisiin perustuvan menetelmän luokitusta hyvin korkeasta rikkipitoisuudesta. NAG- pH:n perusteella alueella oleva maa tuottaa kohtalaisesti happoa. Maapohja jolta näyte on otettu, on alueella peltoa ja näytteen eloperäisen materiaalin on 7,2 %. Liukoisuuskokeisiin perustuvan menetelmän perusteella maalla voi olla kohtalainen puskurointipotentiaali. Suomalainen riskiluokitus on koekuopalle 2: 2/C/I

SO⁴⁻ pitoisuus ei tutkimuspisteissä ylitä korroosiotutkimuksien ja betonin kemiallisen rasituksen ympäristöluokkien raja-arvoja.

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi

5.2 Ehdotukset jatkotoimista

Happamien valuminen estämiseksi uusien maakerrosten paljastamista hapettumiselle on syytä välttää alueilla, jossa maan riskiluokka on korkea. Alueilla on syytä välttää pohjaveden laskemista. Zatelliitin alueella pohjaveden taso on todettu olevan lähellä maanpintaa, jolloin pohjaveden alentamiselta ei rakennustoimien yhteydessä voida välttyä. Tällöin alueille suositellaan massanvaihtoa. Massanvaihdon kohdalla on huolehdittava happamien läjitysmassojen peittämisestä ja hapettumisen estämisestä. Jos maamassojen rikkipitoisuus on kohtuullinen, voidaan maata myös neutraloida esimerkiksi kalkilla.

Sulfaattimaille tehtävät pohjanvahvistustoimet voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: pohjanvahvistukseen maapohjaa häiritsemättä, paikalla tapahtuvaan maan parantamiseen, eli stabilointiin sekä massanvaihtoon. (Vertanen, 2016) Alueilla, jossa pohjaveden pinnan voidaan olettaa pysyvän vakaana ovat paalutus, esikuormitus tai kevennysrakenteet vaihtoehtoinen pohjanvahvistuskeino. Alueilla, jossa pohjavesipinnan oletetaan muuttuvan, on hapen kanssa tekemisiin paljastuvan alueen massanvaihto suositeltava, myös niissä tapauksissa, jossa kantavuuden takia pohjaa joudutaan vahvistamaan paaluttamalla.

Pohjavesialueilla ja happamilla alueilla maankuivatuksessa on riski vesistön pilaantumiselle. Ojitukselta on tehtävä ilmoitus valvovalle viranomaiselle. Kuivatuksen laajuudesta riippuen, maankäsittely voi vaatia vesilain mukaisen luvan.

Tehty sulfaattimaaselvitys antaa yleiskuvan alueen pohjasuhteista ja on suositeltavaa tehdä rikkipitoisuutta tarkentavia tutkimuksia, kun tulevien rakenteiden ja pohjaveden korkotaso on tiedossa.

Oulussa 28.7.2020



Suunnittelija:
Paula Lempiäinen



Tarkastaja:
Topi Malinen

MAVEPLAN OY

Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi

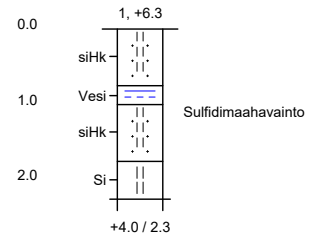
Lähteet:

- Becher, M&A1 (2018) Happamat sulfaattimaat rannikon vesistöjen valuma-alueilla, Loppuraportti Perämereen laskevia vesistöjä, Menetelmien kehittäminen ja ekologinen kunnostaminen Yhteen veto 6/2019, Luleå [pdf-dokumentti] Saatavissa: https://www.lansstyrelsen.se/download/18.2c68b08d16d25a1884e9ee5/1569394209818/Kustmyynnande%20vattendrag_Loppuraportti%20Per%C3%A4mereen%20laskevia%20vesist%C3%B6j%C3%A4_finsk%20version_2019_6.pdf
- Kerko, E., Rantanen, T., Patjas, E. & Huhtonen, S. (2014) Sulfaattimaat väylähankkeissa, esiselvitys, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 49/2014, Helsinki: Liikennevirasto. [pdf-dokumentti] Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2014-49_sulfaattimaat_vaylahankkeissa_web.pdf
- Liikennevirasto (2017). Eurokoodin soveltamisohje Geotekninen suunnittelu – NCCI 7 Siltojen ja pohjarakenteiden suunnitteluohjeet 21.4.2017, Liikenneviraston ohjeita 13/2017, Helsinki, Liikennevirasto. [pdf-dokumentti] Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-13_ncci7_web.pdf
- Pousette, K., Eriksson L. G., Knutsson S. (2008) Acidification properties of sulphide soil - a classification system based on leaching tests, Norsk Geoteknisk Forening , 2008. s. 415-422 [pdf-dokumentti] Saatavissa: <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1005635/FULLTEXT01.pdf>
- SYKE (2017..2020) Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille - TUNNISTUS hanke
- Vertanen E. (2016) Sulfaattimaiden tunnistaminen, riskienhallinta ja käsittely väylähankkeissa, opinnäytetyö 7/2016, Helsinki, Liikennevirasto [pdf-dokumentti] Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opin_2016-07_sulfaattimaiden_tunnistaminen_web.pdf

MAVEPLAN OY

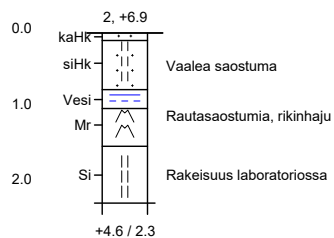
Oulun toimisto, Kiilakiventie 1, 90250 Oulu,
puh. (08) 534 9400, faksi (08) 373 307

Kuopion toimisto, PL 1096 (Minna Canthin katu 25),
70111 Kuopio, puh.(017) 288 8130, faksi (017) 288 8131
www.maveplan.fi



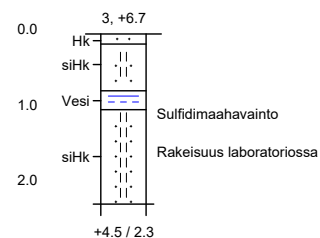
Syvyys (m)	pH	Lämpötila (°C)
-0,50	6,430	6,3
-0,75	7,164	4,2
-1,25	7,403	3,7
-1,50	7,500	4,6
-2,00	7,833	6,3

Kohde			
Numero 1		Kairaustapa Koekuoppa	
X 7200851.690	Maanpinta 6.286	Työ 05062020	Mittakaava 1:100
Y 430288.558	Päättymistaso +4.0	Päivä 5.6.2020	



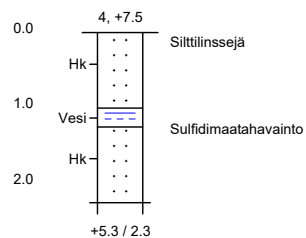
Syvyys (m)	pH	Lämpötila (°C)
-0,50	4,428	9,1
-0,75	4,074	8,6
-1,00	4,987	7,1
-1,50	6,735	5,1
-2,00	7,393	6,2

Kohde			
Numero 2		Kairaustapa Koekuoppa	
X 7200742.470	Maanpinta 6.858	Työ 05062020	Mittakaava 1:100
Y 430626.069	Päätymistaso +4.6	Päivä 5.6.2020	



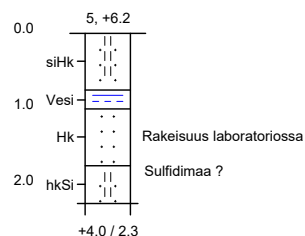
Syvyys (m)	pH	Lämpötila (°C)
-0,50	7,136	4,9
-0,75	6,651	5,1
-1,25	6,964	3,9
-1,50	7,261	4,7
-2,00	7,673	5,0

Kohde			
Numero 3		Kairaustapa Koekuoppa	
X 7200562.630	Maanpinta 6.711	Työ 05062020	Mittakaava 1:100
Y 430254.962	Päättymistaso +4.5	Päivä 5.6.2020	



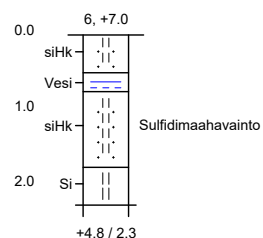
Syvyys (m)	pH	Lämpötila (°C)
-0,50	5,676	3,6
-0,75	5,595	3,7
-1,00	6,008	3,6
-1,50	6,779	3,5
-2,00	7,043	4,2

Kohde			
Numero 4		Kairaustapa Koekuoppa	
X 7200261.924	Maanpinta 7.529	Työ 05062020	Mittakaava 1:100
Y 430369.993	Päättymistaso +5.3	Päivä 5.6.2020	



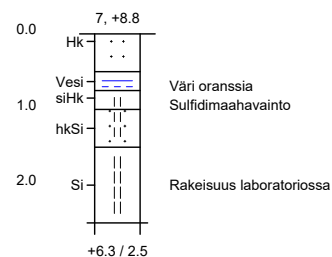
Syvyys (m)	pH	Lämpötila (°C)
-0,50	6,597	5,0
-1,00	6,461	4,9
-1,50	6,755	4,1
-2,00	7,099	3,7

Kohde			
Numero 5		Kairaustapa Koekuoppa	
X 7200628.573	Maanpinta 6.246	Työ 05062020	Mittakaava 1:100
Y 429969.728	Päättymistaso +4.0	Päivä 5.6.2020	



Syvyys (m)	pH	Lämpötila (°C)
-0,50	5,042	7,8
-1,00	5,868	7,6
-1,50	6,855	7,6
-2,00	6,925	7,5

Kohde			
Numero 6		Kairaustapa Koekuoppa	
X 7200287.103	Maanpinta 7.013	Työ 05062020	Mittakaava 1:100
Y 430083.685	Päättymistaso +4.8	Päivä 5.6.2020	



Syvyys (m)	pH	Lämpötila (°C)
-0,50	6,168	9,8
-1,00	6,036	7,1
-1,50	6,333	5,5
-2,00	7,359	4,5
-2,50	7,090	5,1

Kohde			
Numero 7		Kairaustapa Koekuoppa	
X 7199885.841	Maanpinta 8.777	Työ 05062020	Mittakaava 1:100
Y 430571.028	Päättymistaso +6.3	Päivä 5.6.2020	



Tutkimusno EUFI05-00003615
Asiakasno YB0000591
Zatelliitti

Maveplan Oy
Paula Lempiäinen
Kiilakiventie 1
90250 OULU
FINLAND
s-posti: paula.lempiainen@maveplan.fi

Tilauksen kuvaus

Zatelliitti, Kempele, Sulfaattimaanäytteiden analyysit

Näyttenumero	693-2020-00009928	693-2020-00009929	693-2020-00009930	693-2020-00009931
Näytteen nimi	KO 2 2m	KO 3 2m	KO 5 1m	KO 7 2,5m
Näytteen kuvaus	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Matriisi	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Näytteenottopäivä	05.06.2020	05.06.2020	05.06.2020	05.06.2020
Vastaanottopäivä	05.06.2020	05.06.2020	05.06.2020	05.06.2020
Analysointi aloitettu	05.06.2020	05.06.2020	05.06.2020	05.06.2020
Näytteenottaja	Asiakas / Paula Lempiäinen	Asiakas / Paula Lempiäinen	Asiakas / Paula Lempiäinen	Asiakas / Paula Lempiäinen

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Kosteuspitoisuus	YBC17	%	32,8	23,0	20,4	24,0
Hehkutushäviö (550 °C)	YBC11	% ka	7,2	0,6	2,8	0,7
NAG-pH	YBC29		2,5	4,6	3,9	5,3
NAG pH 7.0	YBC29	Kg H ₂ SO ₄ /ton ni	32,0	1,6	2,2	1,1
NAG pH 4.5	YBC29	Kg H ₂ SO ₄ /ton ni	24,0	0,0	0,5	0,0
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44	mg/kg ka	540	<200	<200	<200
Happouutto	YBC87		tehty	tehty	tehty	tehty
Alkuaineanalyysit						
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	14000	800	550	530
Mikroaaltohajotus	YBE30		tehty	tehty	tehty	tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

08.07.2020

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC17	Kosteuspitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBC11	Hehkutushäviö (550 °C)	<4:±0.2%yks.ka >4:±5%	0,2	Ei	SFS-EN 15169:2007	YB
YBC29	NAG-pH	± 0.2 pH yks.		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC29	NAG pH 7.0	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC29	NAG pH 4.5	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC44	Sulfaatti, happoliukoinen	<1000:±100mg/kgka >1000:±10%	200	Ei	SFS-EN 1744-1; ISO 11048:1995; SFS-EN ISO 10304:2009	YB
YBC87	Happouutto			Ei	SFS-EN 1744-1; ISO 11048:1995	YB
Alkuaineanalyysit						
YB0DS	Rikki (S)	<250:±35mg/kgka >250:±14%	50	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; EPA 3051A	YB
YBE30	Mikroaaltohajotus			Ei	EPA 3051A	YB

Laboratorio

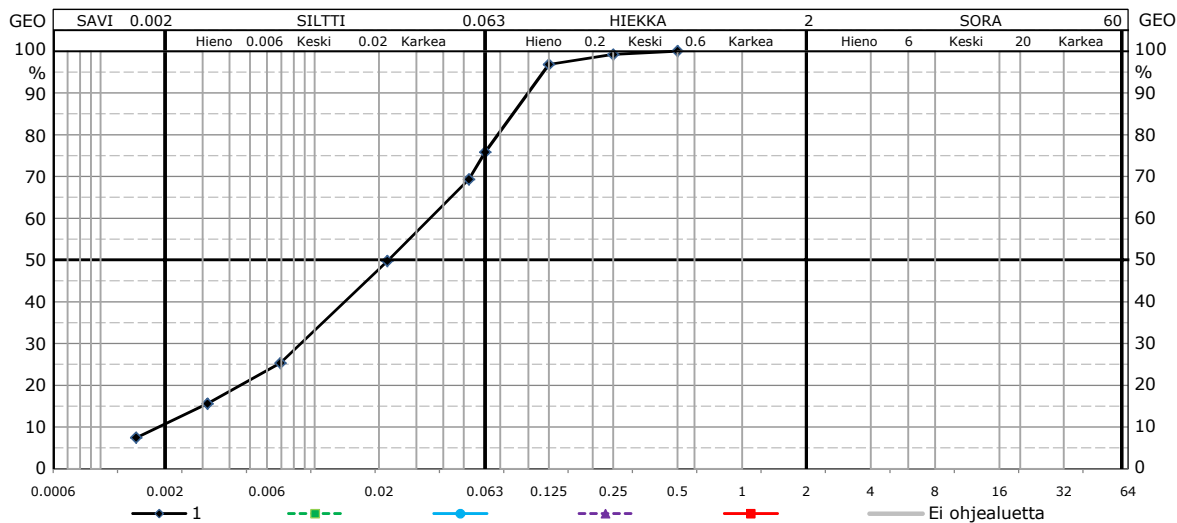
YB Eurofins Ahma - Oulu

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Mahdollinen lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

Eränumero EUAA56-00050351
Tilaaaja EUROFINS AHMA OY
Viite
Kohde Maanäytetutkimus
Tutkija PASP

LIITE
24.6.2020

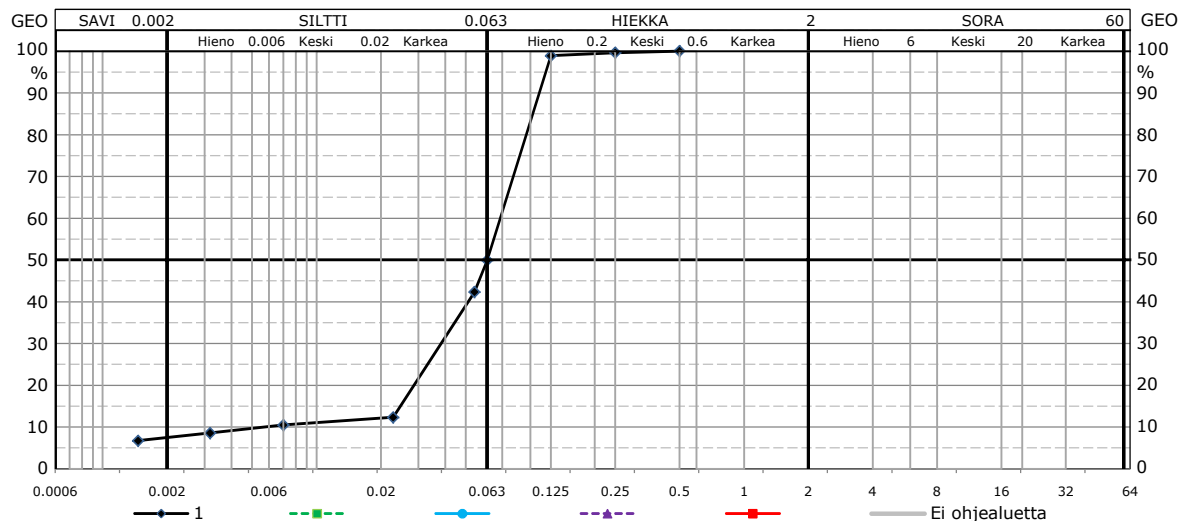


1

Näyte nro	750-2020-	33169			
piste		KO2			
syvyys		1.50			
ottamispäivä					
ottaja					
otin					
Vesipitoisuus	%				
Humuspitoisuus	%				
Hehkutushäviö 800°C	%				
Hienousluku					
Tehokas raekoko	D10	0.002			
Tasaisuusluku	D60/D10	19.046			
Routivuus		Routiva			
Hienoainespitoisuus	%	75.8			
Savipitoisuus	%	10.0			
Maalaji	ISO				
Silmävar.määrittäminen	GEO				
Maalaji	GEO	Si			
Huom.					
Seulontatapa		Pesu			
Paino kuiva	g	100.0			
areometri	g	100.0			
Lämpötila	°C	23			
Raekoko, läpäisy-%	63				
SFS-EN ISO 17892-4:2016	32				
	16				
	8				
	4				
	2				
	1				
	0.5	100.0			
	0.25	99.2			
	0.125	96.8			
	0.063	75.8			
Areometri	1min	0.0528	69		
GLO-85	6min	0.0220	50		
	1h	0.0069	25		
	5h	0.0032	16		
	1vrk	0.0015	7		
	4vrk				

Eränumero EUAA56-00050351
 Tilaaaja EUROFINS AHMA OY
 Viite
 Kohde Maanäytetutkimus
 Tutkija PASP

LIITE
 24.6.2020

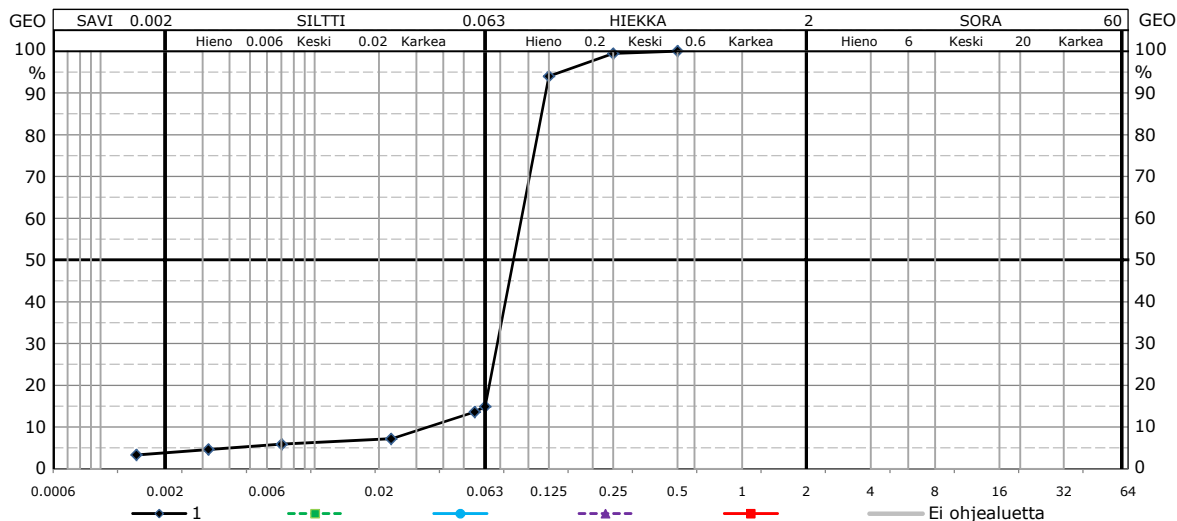


1

Näyte nro	750-2020-	33164				
piste		KO3				
syvyys		1.50				
ottamispäivä						
ottaja						
otin						
Vesipitoisuus	%					
Humuspitoisuus	%					
Hekutushäviö 800°C	%					
Hienousluku						
Tehokas raekoko	D10	0.006				
Tasaisuusluku	D60/D10	12.348				
Routivuus		Routiva				
Hienoainespitoisuus	%	49.9				
Savipitoisuus	%	7.3				
Maalaji	ISO					
Silmävar.määrittäminen	GEO					
Maalaji	GEO	siHk				
Huom.						
Seulontatapa		Pesu				
Paino kuiva	g	100.0				
areometri	g	100.0				
Lämpötila	°C	23				
Raekoko, läpäisy-%	63					
SFS-EN ISO 17892-4:2016	32					
	16					
	8					
	4					
	2					
	1					
	0.5	100.0				
	0.25	99.6				
	0.125	98.9				
	0.063	49.9				
Areometri	1min	0.0549	42			
GLO-85	6min	0.0229	12			
	1h	0.0070	10			
	5h	0.0032	9			
	1vrk	0.0015	7			
	4vrk					

Eränumero EUAA56-00050351
 Tilaaaja EUROFINS AHMA OY
 Viite
 Kohde Maanäytetutkimus
 Tutkija PASP

LIITE
 24.6.2020

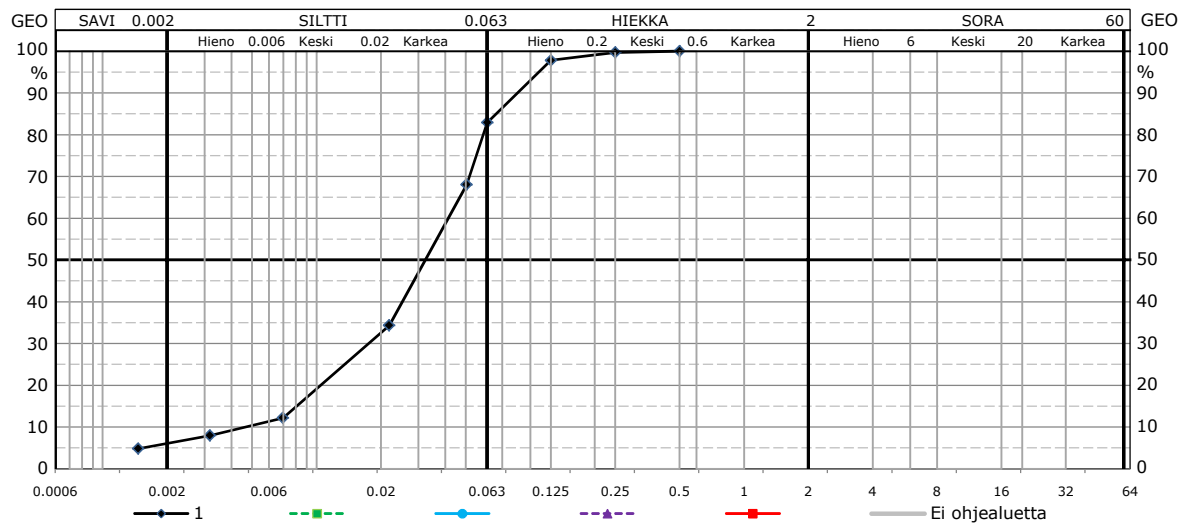


1

Näyte	nro	750-2020-	33166			
	piste		KP5			
	syvyys		1.50			
	ottamispäivä					
	ottaja					
	otin					
Vesipitoisuus	%					
Humuspitoisuus	%					
Hehkutushäviö 800°C	%					
Hienousluku						
Tehokas raekoko	D10		0.038			
Tasaisuusluku	D60/D10		2.614			
Routivuus			Routiva			
Hienoainespitoisuus	%		14.9			
Savipitoisuus	%		3.7			
Maalaji	ISO					
Silmävar.määrittäminen	GEO					
Maalaji	GEO		Hk			
Huom.						
Seulontatapa			Pesu			
Paino	kuiva	g	50.0			
	areometri	g	100.0			
Lämpötila		°C	23			
Raekoko, läpäisy-%	63					
SFS-EN ISO 17892-4:2016	32					
	16					
	8					
	4					
	2					
	1					
	0.5	100.0				
	0.25	99.4				
	0.125	94.0				
	0.063	14.9				
Areometri	1min	0.0562	14			
GLO-85	6min	0.0229	7			
	1h	0.0070	6			
	5h	0.0032	5			
	1vrk	0.0015	3			
	4vrk					

Eränumero EUAA56-00050351
 Tilaaaja EUROFINS AHMA OY
 Viite
 Kohde Maanäytetutkimus
 Tutkija PASP

LIITE
 24.6.2020



1

Näyte nro	750-2020-	33165			
piste		KP7			
syvyys		2.50			
ottamispäivä					
ottaja					
otin					
Vesipitoisuus	%				
Humuspitoisuus	%				
Hehkutushäviö 800°C	%				
Hienousluku					
Tehokas raekoko D10		0.005			
Tasaisuusluku D60/D10		8.729			
Routivuus		Routiva			
Hienoainespitoisuus	%	82.9			
Savipitoisuus	%	5.8			
Maalaji	ISO				
Silmävar.määrittäminen	GEO				
Maalaji	GEO	Si			
Huom.					
Seulontatapa		Pesu			
Paino kuiva	g	100.0			
areometri	g	100.0			
Lämpötila	°C	23			
Raekoko, läpäisy-%	63				
SFS-EN ISO 17892-4:2016	32				
	16				
	8				
	4				
	2				
	1				
	0.5	100.0			
	0.25	99.7			
	0.125	97.8			
	0.063	82.9			
Areometri	1min	0.0504	68		
GLO-85	6min	0.0219	34		
	1h	0.0070	12		
	5h	0.0032	8		
	1vrk	0.0015	5		
	4vrk				