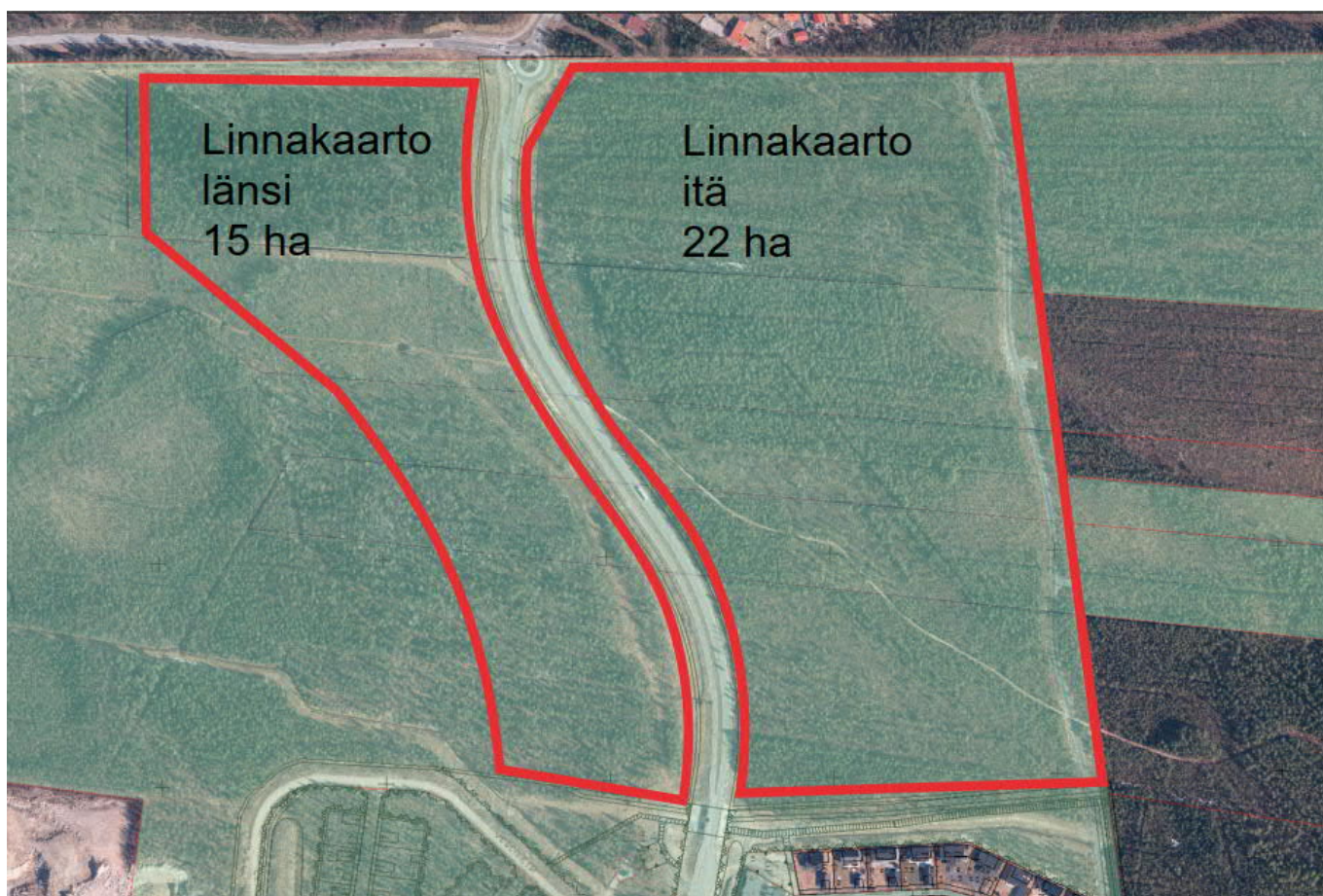


19.12.2019



KEMPELEEN KUNTA

Linnakaarto itä ja länsi
Linnakankaan alueen asemakaavalaajennus

101012919-001

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Sisältö	sivu
1 TOIMEKSIANTO	1
2 TEHDYT POHJATUTKIMUKSET	1
3 SULFAATTIMAASELVITYS	2
3.1 Yleistä	2
3.2 Tehdyt kenttätutkimukset	2
3.3 Tutkimustulokset	2
3.4 Johtopäätökset	4
4 MAASTO- JA YMPÄRISTÖOLOSUHTEET TUTKIMUSALUEELLA	4
4.1 Ympäristö	4
4.2 Pohjasuhteet	5
5 RAKENNETTAVUUS	5
5.1 Alueen rakennettavuus ja rakennettavuuteen vaikuttavat tekijät	5
5.2 Rakennettavuus	6
6 POHJARAKENTAMISEN YLEISOHJEET	6
6.1 Routasuojaus	6
6.2 Massanvaihto	7
6.3 Salaojitus	7
6.4 Radon	7
6.5 Piha- ja liikennealueet	7
6.6 Putkijohdot	8
6.7 Kuivatus	8
7 JATKOTOIMET	8
7.1 Rakennettavuus	8
7.2 Sulfaattimaaselvitys	8
8 LÄHTEET	9

Liitteet

Pohjatutkimusmerkinnät
Sulfaattimaaselvityksen analyysitulokset

Liite 1
Liite 2

Piirustukset

Pohjatutkimuskartta	1:2 000	101012919-001/GEO-1
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:1 000/1:100	101012919-001/GEO-2
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:1 000/1:100	101012919-001/GEO-3
Pohjatutkimusleikkaus C-C	1:1 000/1:100	101012919-001/GEO-4
Pohjatutkimusleikkaus D-D	1:1 000/1:100	101012919-001/GEO-5
Pohjatutkimusleikkaus E-E	1:1 000/1:100	101012919-001/GEO-6
Pohjatutkimusleikkaus F-F	1:1 000/1:100	101012919-001/GEO-7

1 TOIMEKSIANTO

Kempeleen kunnan toimeksiannosta Pöyry Finland Oy on tehnyt Kempeleessä Linnakankaan pohjoisosan asemakaavalaajennuksen laatimiseen liittyvän sulfaattimaa- ja rakennettavuusselvityksen. Selvitettävien alueiden, Linnakaarto itä ja länsi, laajuus on yhteensä noin 37 ha (15 + 22 ha).

Linnakankaan alue kuuluu Kempeleen kunnan maapoliittisessa ohjelmassa kunnan keskeisiin suunnittelu- ja toteuttamiskohteisiin vuosina 2017-2021.

Sulfaattimaa- ja rakennettavuusselvityksen tavoitteena on ollut selvittää alueen pohjaolosuhteet ja alueen soveltuvuus rakentamiseen, sekä antaa yleispiirteiset perustamista- ja paesitykset erityyppisille rakenteille ja rakennuksille.

2 TEHDYT POHJATUTKIMUKSET

Tutkimuskohteessa on tehty pohjatutkimuksia seuraavasti:

- painokairauksia 25 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 8 tutkimuspisteessä
- pohjavedenpinnan havaintoputkien asennus 6 pisteessä
- maanäytteiden peruskäsittely 31 kpl
- rakeisuusmääritykset 6 kpl ja vesipitoisuus 6 kpl

Tutkimuskartalla ja tutkimusleikkauksissa on esitetty myös Ouluntullintielle aikaisemmin tehtyjä pohjatutkimuksia.

Pohjatutkimuspisteet on sidottu koordinaattijärjestelmään ETRS-GK26. Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään N2000.

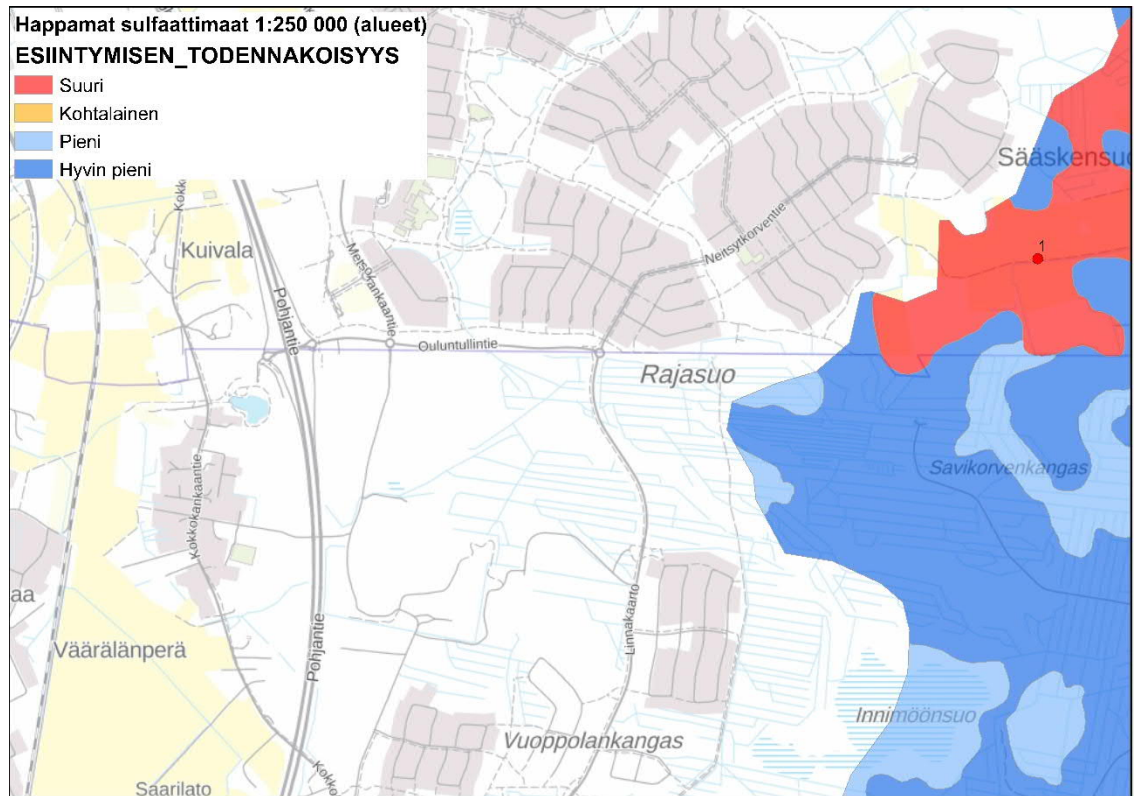
Maanäytteet on tulkittu silmämääräisesti. Edustaville maanäytteille on tehty rakeisuusmääritys ja vesipitoisuuden määrittäminen maalajien, maalajiominaisuuksien ja maakerrosten selvittämiseksi.

Tehtyjen tutkimusten sijainti on esitetty tutkimuskartassa 101012919-001/GEO-1 ja tutkimustulokset leikkauspiirustuksissa 101012919-001/GEO-2...GEO-7.

3 SULFAATTIMAASELVITYS

3.1 Yleistä

Kempeleen kunnan toimeksiannosta Pöry Finland Oy on määrittänyt sulfaattimaapotentiaalin Kempeleen Linnakankaan (Linnakaarto itä ja länsi) alueelta. Selvitysalue sijoittuu alueelle, jonka itäpuolelta GTK on löytänyt happamia sulfaattimaita (Kuva 1). Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksityiskohtaisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1. GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Kempeleen Rajasuon alueella. (Geologian tutkimuskeskus 2019).

3.2 Tehdyt kenttätutkimukset

Linnakankaan alueelta on otettu yhteensä yhdeksän näytettä, neljästä eri näytepisteestä; KP6, KP11, KP13 ja KP21.

Pisteet KP6 ja KP11 sijaitsevat rakennettavuusselvitysalueen länsipuolelle, ja pisteet KP13 ja KP21 alueen itäpuolella. Tehtyjen tutkimuspisteiden sijainti on esitetty tutkimuskartassa 101012919-001/GEO-1.

Maanäytteitä otettiin kuudelta näytesyvyydeltä; 0,8 m, 1,0 m, 1,6 m, 2,0 m, 3,0 m ja 3,5 m. Tutkimuspistetiedot, mm. havaitut maakerrokset ja maanäytteiden silmämääräiset arviot on esitetty tutkimusleikkauksissa 101012919-001/GEO-2... GEO-7.

Analyysitulokset on esitetty liitteessä 2.

3.3 Tutkimustulokset

Selvitysalueen pohjoisreunalla, näytepisteen KP13 syvimmissä (3,5 m) näytteessä havaittiin silmämääräisesti harmaassa hiekassa mustia laikkuja. Muut näytteet 2,0 m ja 3,0

m syvyydellä olivat väriltään harmaata hiekkaa, ja näytepisteiden KP6 ja KP21 pinta-
näytteet olivat väriltään vaaleaa hiekkaa. Lisäksi näytepisteiden KP11 ja KP13 pinta-
näytteet (1,0 m ja 1,6 m) olivat väriltään harmaata hiekkaa.

Maanäytteet lähetettiin laboratorioon, jossa kaikista näytteistä määritettiin kokonaisrik-
kipitoisuus ja kahdesta näytteestä (KP6 syvyydeltä 2,0 m ja KP13 syvyydeltä 3,5 m)
NAG-testi hapontuottoriskin määrittämiseksi. NAG ja NAG pH mitataan hapettamalla
näyte vetyperoksidilla niin kauan, että pH ei enää laske, josta saadaan NAG-pH. Tämän
jälkeen näyte titrataan emäksellä pisteeseen, jossa pH on 4,5 tai 7. Emäksen (NaOH) ku-
lutuksesta lasketaan nettohapontuotto. NAG-pH on taso, johon pH voi maaperässä las-
kea, mikäli kaikki sulfidinen rikki pääsee maaperässä hapettumaan.

Taulukossa 1 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentialiriski karkeasti NAG,
NAG-pH ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella arvioituna.

**Taulukko 1. Maan hapontuottoriski karkeasti arvioituna NAG ja kokonaisrikkipitoisuuden
perusteella.**

NAG pH*	NAG [kg H ₂ SO ₄ /t] 4,5pH*	Rikkipitoisuus mg/kg (%)**	
≥5	0-2	< 600	maa tuottaa vähän tai ei ollenkaan happoa
2,5-5	2-50	600-10 000	maa tuottaa kohtalaisesti happoa
≤2,5	≥50	> 10 000	maa tuottaa voimakkaasti happoa

* Liao ym.2007

** Pousette ym.2008

Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Näytepisteistä KP6, KP11 ja KP21 otettu-
jen näytteiden, 2,0 m ja 3,5 m, kokonaisrikkipitoisuudet olivat matalia, joten maa ei to-
dennäköisesti tuota happoa. Näytepisteestä KP13, 3,5 m, otetun näytteen kokonaisrikki-
pitoisuus oli koholla verrattuna muihin näytteisiin, johtuen todennäköisesti näytteessä
olevasta sulfidista. Mikäli näytepisteessä KP13 (3,5 m) oleva rikki on kokonaan sulfidi-
rikkiä, niin täysin hapettuessaan se laskennallisesti voisi tuottaa noin 2 700 mg/kg sul-
faattia (SO₄).

Näytteessä KP13, syvyydellä 3,5 m, oli kohonnut rikkipitoisuus sekä NAG-pH oli alle
viisi, joten näyte luokitellaan kohtalaisesti happoa tuottavaksi. Näytteet olivat karkeara-
keisia maalajeja, jolloin maaperällä on vähemmän puskurikykyä happamuutta vastaan.

Taulukko 2. NAG, NAG pH ja kokonaisrikkipitoisuus maanäytteissä.

Näyte	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H ₂ SO ₄ /t]	NAG (pH 7,0) [kg H ₂ SO ₄ /t]	Rikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähkön- johtavuus (mS/m)
KP6 (2 m)	6,2	6,3	0	1,54	300 (0,03)	900	4,38
KP11 (2 m)	6,2				300 (0,03)	900	
KP13 (3,5 m)	6,2	4,68	0	1,88	900 (0,09)	2700	7,75
KP21 (3 m)	6,5				300 (0,03)	900	

Otetuttujen näytteiden perusteella selvitysalueen pohjoisreunalla, pisteen 13 maakerrok-
sissa syvyydellä 3,5 m on hapettumatonta sulfidimaata, joka voi hapettuessaan aiheuttaa
happamia valuntoja ympäristöön. Happamien valuntojen lisäksi hapan sulfaattimaa si-

sältää todennäköisesti metalleja, jotka voivat kulkeutua happamien valuntojen mukana ympäristöön.

3.4 Johtopäätökset

Sulfidimaat eivät sinällään estä rakentamista alueelle, mutta alueella mahdollisesti esiintyvien sulfidimaiden käsittelyyn on kiinnitettävä huomiota. Paras keino hallita happamuuden syntymistä on estää sulfaattimaiden altistuminen ilmakehän hapelle. Hapan valunta voi syntyä, mikäli maaperää kuivatetaan sulfidikerrokseen asti eli noin 3,0 m syvyyteen maanpinnasta tai mikäli maaperä pääsee hapettumaan esimerkiksi putkikaivantojen yhteydessä. Tällöin happamien kuivatusvesien käsittelyyn ja johtamiseen ympäristöön on kiinnitettävä huomiota. Mikäli maaperää joudutaan kuivattamaan mahdolliseen sulfidikerrokseen asti, tulisi kuivatusvesien pH:ta seurata ja neutraloida mikäli kuivatusvesien pH laskee alhaiseksi.

Maaperä voi päästä myös hapettumaan, mikäli happamia sulfaattimaita joudutaan vaihtamaan rakennuspaikalla. Tällöin happamien sulfaattimaiden läjitykseen on kiinnitettävä huomiota, jotta happamia valuntoja ei pääsisi valumaan ympäristöön. Yksinkertaisimmillaan poiskaivettujen sulfidimassojen hapettuminen voidaan estää läjittämällä maamassat vedenpinnan alle, mikäli tällaiseen läjitykseen sopiva kohde on tiedossa. Läjitettäessä sulfidimaita kuivalle maalle tulee sulfidimaat peittää ja eristää, jotta ilmakehän happi ei pääse hapettamaan sulfidia. Tarvittaessa kaivumaat on käsiteltävä esimerkiksi kalkilla. Läjitettäessä kuivalle maalle valumavesien pH:n seuranta on suositeltavaa, jotta tiedetään toimiiko peittorakenteet vai kulkeutuuko läjityksen seurauksena happamia vesiä ympäristöön.

Tämän lausunnon tulokset perustuvat otettuihin näytteisiin ja tehtyihin testeihin. On huomioitavaa, että happamat sulfaattimaat voivat esiintyä usein laikuittaisina / linssimäisinä alueina. Viimeistään rakentamistöiden yhteydessä olisi havainnoitava ja hyvä tehdä tarpeellisia lisämäärittäyksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta pystytään paremmin arvioimaan mahdollisten sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella. Alueelta olisi suositeltavaa selvittää lisäkairauksilla, kuinka laajalla alueella ja missä kerroksissa mahdollinen sulfaattimaa sijaitsee.

4 MAASTO- JA YMPÄRISTÖOLOSUHTEET TUTKIMUSALUEELLA

4.1 Ympäristö

Selvitettävä Linnakankaan asemakaavan laajennusalue sijoittuu rakentamattomalle metsä- ja suoalueelle. Alueen halkaisee pohjois-eteläsuunnassa kulkeva Linnakaarto. Länsipuoli on pääosin kangasmaastoa ja Linnakaarron itäpuolinen alue on soisempaa aluetta. Alueen koillisosassa on Rajasuo-niminen ojitettu suoalue. Alueen pohjoisreunalla kulkee Kempeleen ja Oulun välinen kuntaraja ja kuntarajan takana kulkee Ouluntullintie. Alueen eteläpuolella on nykyinen Linnakankaan asemakaava-alue.

Maanpinta laskee alueella kaakkoiskulmalta tasolta noin +30,5 pohjoiseen ja länteen olleen luoteiskulmassa alimmillaan noin tasolla +26. Linnakaarron ja Ouluntullintien tasauksen korko on teiden risteyksessä noin tasolla +29,05 (N2000). Alueen kuivatus tapahtuu maanpinnan vieton mukaan pääosin Linnakaarron itäpuolella pohjoiseen / itään ja länsipuolella länteen.

Selvitysalue, ks. pohjatutkimuskartta 101012919-001/GEO-1.

4.2 Pohjasuhteet

Selvitettävällä alueella maakerrosjako on maanpinnasta alkaen yleispiirteissään seuraava:

- pintamaakerrokset, humus 0,2...0,3 m, alueen koillisosassa soisemmalla alueella turvekerroksen paksuus 0,8...1,0 m
- löyhä ja keskitiivis, routiva hieno hiekka, silttinen hiekka ja silttinen hiekkamoreeni 0,5...3 m paksuna kerroksena
- tiivis, routiva hiekkamoreeni ja silttinen hiekkamoreeni, joka sisältää paikoin noin 1 m paksuja löyhiä hienojakoisia hiekkakerroksia 1,5...4 m syvyydellä maanpinnasta

Alueella on pinnassa humusmaita, joiden paksuus on pääosin 0,2...0,3 m, mutta paikoin turvekerrosten paksuus voi olla lähes metrin.

Tutkimusten mukaan luonnonmaakerrokset alueella ovat pääosin routivia. Pinnassa humuskerroksen alla voi paikoin olla ohut kerrostuma lievästi routivaa hienoa hiekkaa.

Pinnan humusmaiden alla on 0,5...3 m paksu ja tiiviydeltään löyhä ja keskitiivis, hienosta hiekasta, silttisestä hiekasta ja silttisestä hiekkamoreenista koostuva maakerrostuma. Kerroksen hienoaainespitoisuus ($\# < 0,06$ mm) on 20...40 paino-%, ja vesipitoisuus noin 14 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Löyhän silttisen hiekkakerroksen alapuolella oleva moreeni on pääosin tiivistä, mutta sisältää paikoin noin 1 m paksun, tiiviydeltään löyhän hienojakoisesta hiekasta koostuvan välikerroksen. Välikerroksen yläpinta on 1,5...4 m syvyydellä maanpinnasta.

Tutkimusten yhteydessä ei määritetty mahdollista kallion pintaa. Kallion on kairausten perusteella yleisesti vähintään 2,5 m syvyydellä maanpinnasta. GTK:n kallioperäkartan mukaan maapeitteen paksuus on alueella noin 10 m. Kallionpinta voi kuitenkin vaihdella paikallisesti. Linnakankaan alueella kallioperä on yleisesti graniittia.

Painokairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen, kiveen tai kallioon 1,7...7,3 m syvyydessä maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut syvimillään 6 m määräsyvyyteen maanpinnasta

Tutkimusaikana (1.11.2019) pohjavesi oli selvitysalueella 0,3...1,7 m syvyydellä maanpinnasta, tasovälillä +24,9...+29,1.

Pohjaveden päävirtaussuunta on tutkimusten ja karttatarkastelun perusteella selvitysalueella länteen. Alue ei sijoitu pohjavesialueelle, eikä alueella hyödynnetä pohjavettä talousvesikäytössä.

5 RAKENNETTAVUUS

5.1 Alueen rakennettavuus ja rakennettavuuteen vaikuttavat tekijät

Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella Linnakankaan asemakaavan laajennusalueella ei ole merkittäviä rajoituksia rakennettavuuden suhteen. Alue on pääosin rakentamiseen hyvin soveltuvaa hiekka-moreeni-aluetta. Yläosan hiekka on yleisesti rakeisuudeltaan hienoa hiekkaa ja silttistä hiekkaa, joka on tiiveydeltään pääosin löyhässä tilassa. Hiekan alla pohjamaa, hiekkamoreeni ja silttinen hiekkamoreeni, on yleisesti tiivistä, kantavaa ja routivaa. Tiiviissä moreenissa esiintyy paikoitellen löyhiä välikerroksia.

Alueen koillisosassa, Rajasuon alueella, maanpinnassa on paksumpi turvekerrostuma. Turpeen alla on noin metrin paksuinen löyhä silttinen hiekkakerros ennen tiivistä moreenia. Turvealueella rakentaminen vaatii eloperäisen maa-aineksen poiston rakennusten ja rakenteiden alta.

Rakennukset ja rakenteet voidaan perustaa yleisesti maanvaraisesti anturaperustuksin. Kenttä-, katu-, yms. rakenteille tulee tehdä kantavuus ja routanousumitoitus.

Pohjavesiolosuhteiden puolesta maanalaisten tilojen rakentaminen edellyttää pysyvää pohjaveden alentamista. Moreeni on huonosti vettäläpäisevää, joten pohjaveden alentamisessa pumpattavat vesimäärät jäävät kohtuullisen pieniksi ja alentamisen vaikutus ei ulotu kovin laajalle.

Mikäli alueen pohjoisosassa pohjaveden pintaa alennetaan yli 3 m nykyisestä maanpinnasta, voi syntyä hapanta valuntaa, ks. kohta 3.4.

5.2 Rakennettavuus

Alue soveltuu hyvin tai kohtalaisesti rakentamiseen. Matalat rakennukset ja rakenteet voidaan perustaa maanvaraisesti anturaperustuksilla tiiviin moreenin varaan. Alueen koillisosassa Rajasuon alueella turvekerrokset kaivetaan pois ja rakennukset perustetaan joko tiiviin moreenin tai moreenin päälle tehdyn tiivistetyn massanvaihtotäytön varaan.

Korkeammilla rakennuksilla tulee tutkia massanvaihdon tarve, mikäli pinnassa on löyhiä maakerroksia paksummin tai moreenissa on rakennusten kohdalla löyhiä välikerroksia.

Pintamaakerrokset ja kaikki orgaaninen maa-aines on poistettava rakennuskäyttöön osoitettavilta alueilta. Leikkauspohjilla esiintyviä maakerroksia voidaan yleisesti pitää routivina, joten perustukset on routaeristettävä matalaperustamista käytettäessä.

Rakennusten salaojitustarve riippuu perustamistasosta. Kaikkien maanalaisten tilojen kuivanapysyminen varmistetaan salaojituksella.

Kenttä- ja katurakenteiden, sekä kunnallistekniikan rakentaminen on yleensä mahdollista ilman erityisiä pohjanvahvistustoimenpiteitä. Rajasuon alueella katurakenteiden kohdalla poistetaan turvemaat.

6 POHJARAKENTAMISEN YLEISOHJEET

6.1 Routasuojaus

Routasuojaus ja routasuojauksen mitoitus, katso Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013. Mitoittavana pakkasmääränä käytetään kerran 50 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää, joka on alueella $F_{50}=55\ 000\ \text{Kh}$.

Selvitysalueella pohjamaa on mahdollisia pintahiekkoja lukuun ottamatta routasyvyyteen asti routivaa. Mikäli rakennusten ja rakenteiden perustukset jäävät roudattoman perustussyvyyden yläpuolelle, tulee perustuksen routaeristää, tai tehdä perustusten alle routimaton massanvaihto roudattomaan syvyyteen kohdan 6.2 mukaisesti.

Piha- ja liikennealueet tulee mitoittaa routanousulle, sallittu routanousu ja laatuluokat ”RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet Suunnittelu- ja rakentamisohjeet” mukaan. Kenttä- ja katurakenteet mitoitetaan routanousulle InfraRYL 2010 ja Liikenneviraston ohjeiden mukaan.

6.2 Massanvaihto

Massanvaihto ulotetaan kaivutasossa rakennuksen tai rakenteen perustuksen ulkopuolelle vähintään anturan reunasta kaltevuudella 1:1 mitattavan alueen reunaan. Katualueilla massanvaihtoalueen rajaukset tehdään InfraRYL 2010 ja Liikenneviraston ohjeiden mukaan. Kaivannon reunat luiskataan kaltevuudella 1:1,5...1:2. Massanvaihtotäytöt tehdään routimattomasta hiekasta, murskeesta tai louheesta kerroksittain tiivistäen.

Syvemmmälle ulottuvan massanvaihdon osalla tulee huomioida mahdolliset sulfaattipitoiset maat ja niiden käsittely, ks. kappale 3.

6.3 Salaojitus

Salaojitus, katso Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2009.

Rakennukset ja rakenteet suositetaan salaojitettavan, mikäli pohjavedenpinnan etäisyys lattiatasosta on alle 2 m. Kaikki maanalaiset tilat salaojitetaan. Pohja- ja orsivesien kappilaarinen nousu rakenteisiin on estettävä riittävän karkeilla täytöillä.

Pohjavedestä on suositeltavaa selvittää happipitoisuus ja liukoisen raudan pitoisuus, sekä maaperän pH, ja varmistaa, että salaojitukseen ei muodostu pohjaveden hapettumisen yhteydessä sakkautumista.

Salaojitustason tulee sijaita vähintään 0,4 m alapohjan lämmöneristeiden alapuolelle ja matalaan perustettaessa vähintään 0,2 m perustustason alapuolella. Salaojien ympärille asennetaan salaojitusmateriaalia vähintään 0,2 m.

6.4 Radon

Radonia syntyy, kun uraani hajoaa radioaktiivisesti. Radon on yleensä peräisin kalliopörrästä tai kalliosta rapautuneesta maasta. Riskialueita ovat ilmaa hyvin läpäisevät, pohjaveden yläpuolella olevat karkearakeiset maakerrostumat ja rikkonaiset kalliot syväkivi-alueilla ja niiden reunoilla Hämeestä Kaakkois-Suomeen ulottuvalla vyöhykkeellä. Rakennuspohjan radonriskiin vaikuttavat myös paikalle tuotavat karkearakeiset täyttömaat, joiden huokostilaan voi kerääntyä pohjamaasta ja itse kiviaineksesta radonia.

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Oulun ja Kempeleen alueella radonpitoisuus alittaa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta asunnoissa enimmäispitoisuuden (200 Bq/m^3). Suunnittelussa ja rakentamisessa on kuitenkin suositeltavaa tehdä ainakin paksujen karkeiden alustäyttöjen yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpiviennit) ilmatiiviiksi (RT 81-10791, Rakennustieto Oy).

6.5 Piha- ja liikennealueet

Pohjamaa on alueella maanpinnasta pääosin routivaa silttistä hiekkaa ja moreenia. Ohjeen ”Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013” routivan hiekkamoreenin ja silttisen hiekkamoreenin kelpoisuusluokka on H4, jolloin routaturpoama $t=12\%$ (märkä) ja E-moduuli $20\ldots35 \text{ MN/m}^2$.

Kadut, kenttäalueet ja piha-alueet voidaan perustaa maanvaraisena täyttökerrosten varaan ilman pohjanvahvistustoimia koillisosan Rajasuon aluetta lukuun ottamatta, missä turvekerrokset tulee poistaa. Pinnan kaltevuuksia suunniteltaessa on otettava huomioon laadultaan vaihtelevien maakerrosten erilainen routiminen.

Katualueilla, kenttäalueilla, sekä piha- ja liikennealueilla on suositeltavaa tehdä kaivutason muuttuessa 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta tasaamaan painumia ja routanousuja.

6.6 Putkijohdot

Putkijohdot perustetaan roudattomaan syvyyteen, tai ne eristetään.

Putkijohtojen vierelle on suositeltavaa tehdä 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta siirtymäkiilasyvyydestä 1,9 m alkaen tasaamaan painumia ja routanousuja.

6.7 Kuivatus

Yleisperiaatteena on, että lämpimien rakennusten 1. kerroksen lattiatason tulee sijaita vähintään 0,3 m lopullisen ympäröivän maanpinnan ja vähintään 0,7 m viereisen kadun pinnan yläpuolella, sekä vähintään 1 m pohjavesipinnan yläpuolella siten, että perustamistaso on pohjavesipinnan yläpuolella. Mikäli lattiataso jää alemmaksi, kuin 0,3 m maanpinnasta, on suunnittelussa kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen kosteustekniseen toimivuuteen (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017).

Rakennusten kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä pintavesiviemäriin.

Piha- ja liikennealueella maanpinta kallistetaan rakennuksista pois päin viettäväksi rakennuksen vieressä 3 m matkalla vähintään kaltevuudella 1:20 ja kauempana kaltevuudella 1:50.

Katu- ja kenttäalueilla, sekä rakennusalueilla alueellinen kuivatus ja tasaus suunnitellaan erikseen.

7 JATKOTOIMET

7.1 Rakennettavuus

Lopullisen perustamistavan, sallitun pohjarasituksen, yms. määritetään jokaisessa hankkeessa hankekohtaisesti tehtävien täydentävien pohjatutkimustulosten perusteella ja valinnan tekee aina ao. hankkeen pohjarakennussuunnittelija.

Katualueilla, kenttäalueilla ja piha-alueilla perustaminen ja päällysrakenteet, sekä putki-kaivannoissa kaivuluiskat ja tarvittava tukeminen varmistetaan lisätutkimuksilla ja mitoituslaskelmilla rakennussuunnittelun yhteydessä.

7.2 Sulfaattimaaselvitys

Viimeistään rakentamistöiden yhteydessä on suositeltavaa tehdä lisämääryityksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta pystytään paremmin arvioimaan mahdollisten sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella. Alueelta olisi suositeltavaa selvittää lisäkairauksilla, kuinka laajalla alueella ja missä kerroksissa mahdollinen sulfaattimaa sijaitsee.

8

LÄHTEET

AMIRA international. (2002). ARD TEST HANDBOOK, Melbourne

GTK (2015) Mine Closure WIKI: net acid generation

Liao, B., Huang, L.N., Ye, Z., Lan, C.Y. & Shu, W.S. (2007). Cut-off Net Acid Generation pH in Predicting Acid-Forming Potential in Mine Spoils. Journal of Environmental Quality vol. 36/2007: 887-891, Madison WI: ASA.

Pousette, K., Eriksson, L., Knutsson, S. (2008). Acidification properties of sulphide soil – a classification system based on leaching tests. Julkaisusta: Flate K, Frydenlund T-E, Prestegarden J & Senneset K (toim.) Nordisk Geoteknikermøte i Sandefjord 4.-6. september 2008. Norsk Geoteknisk Forening: 415–422.

Oulussa 19.pnä joulukuuta 2019.

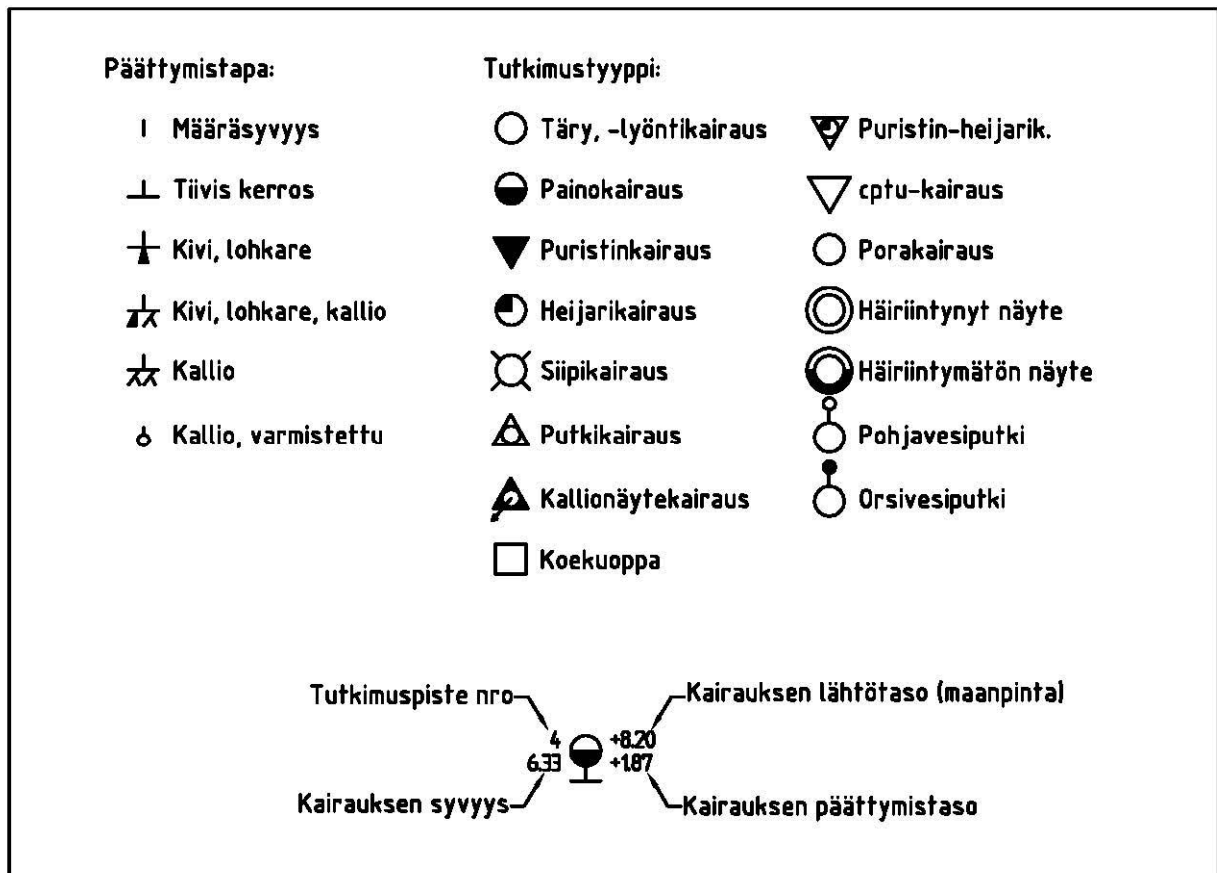


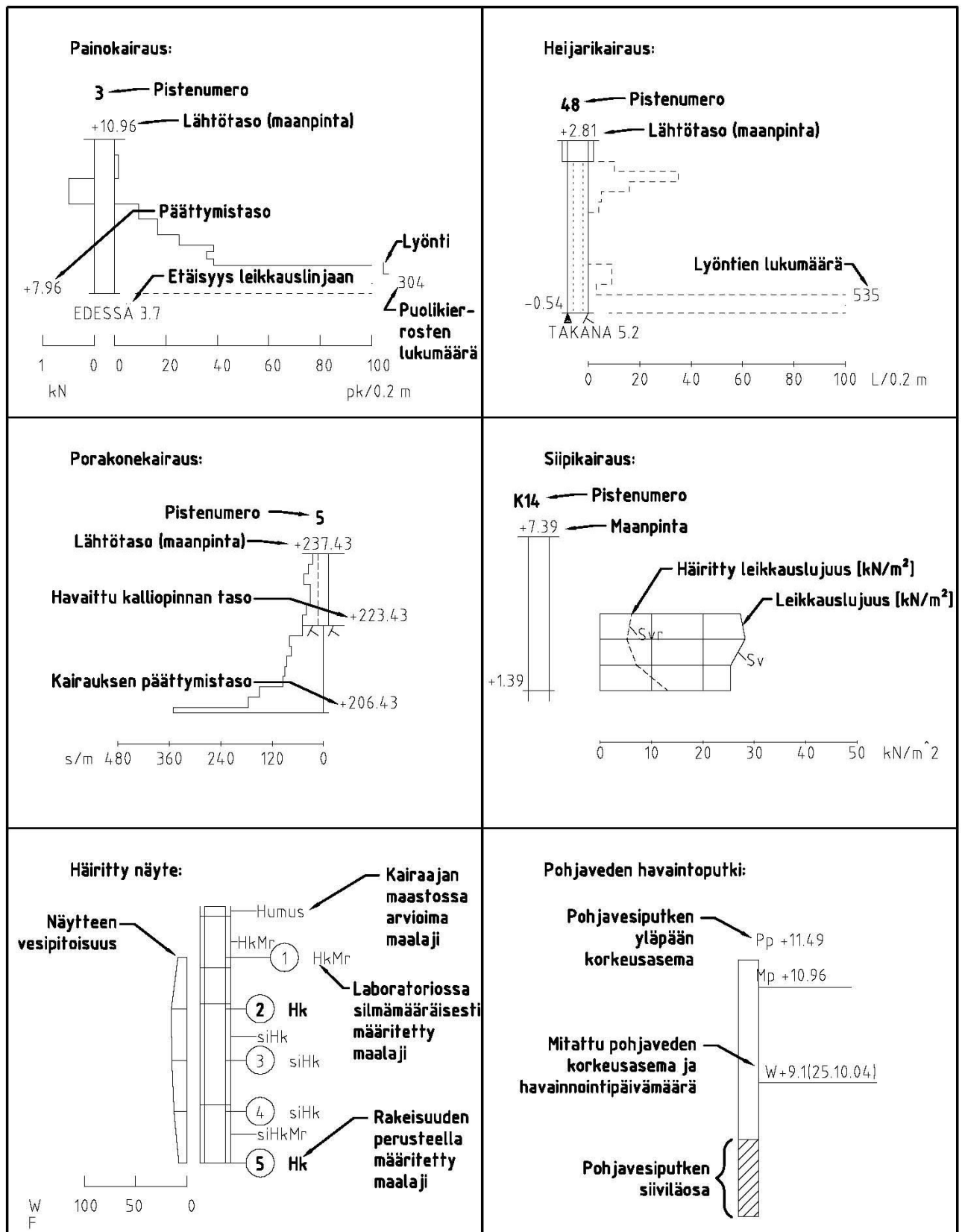
Heikki Hekkala
DI, osastopäällikkö

Simo Luukkonen
DI, projektipäällikkö

Mikko Tolkkinen
FT, ympäristöasiantuntija

Pöyry Finland Oy
Infrapalvelut, Oulu
Elektroniikkatie 13
FI-90590 Oulu
Tel. +358 10 3311
E-mail: etunimi.sukunimi@poyry.com
www.poyry.fi

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT
POHJATUTKIMUSKARTTA


POHJATUTKIMUSLEIKKAUS


Raporttinumero: 064007

13.11.2019

Pöyry Finland Oy
Mikko Tolkkinen
Jaakonkatu 3
01621 Vantaa

Tilaus: S19-19070
Asiakkaan viite:
Tilausnumero: S19-19070
Vastaanottopvm: 7.11.2019

Esikäsittelysuoritteet

Suorite	Suoritteen kuvaus	Näytteiden lkm
11 *	Näytteen kuivaus <40°C:ssa	4 kpl
31	Hienomurskaus leukamurskaimella (>70%<2mm), leuat Mn-	4 kpl
35	Näytteen ositus rännijakolaitteella	4 kpl
40	Jauhatus karkaistussa hiiliteräsjauhinpannussa	4 kpl

* Akkreditoitu

Testaustulokset

Suorite: 810L
Suoritteen kuvaus: Rikin määrittäminen rikkianalysaattorilla
Analysointipaikka: Kuopio

Analyysikoodi	810L *
Parametri	S *
Yksikkö	%
Määrittäysraja	0.01
Näytetunnus	
KP13 (3,5 m)	0.09
KP13 (3,5 m) (2)	0.09
KP11 (2 m)	0.03
KP6 (2 m)	0.03
KP21 (3 m)	0.03

* Akkreditoitu

Suorite: 826T1
Suoritteen kuvaus: Yksivaiheinen NAG-testi, ARD Test Handbook, 2002
Analysointipaikka: Kuopio

Analyysikoodi	826T1	826T1	826T1	826T1
Parametri	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Yksikkö	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Määrittäysraja				
Näytetunnus				
KP13 (3,5 m)	4.66	7.85	0	1.97
KP13 (3,5 m) (2)	4.70	7.65	0	1.78
KP6 (2 m)	6.30	4.38	0	1.54

Raporttinumero: 064007

13.11.2019

13.11.2019 Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

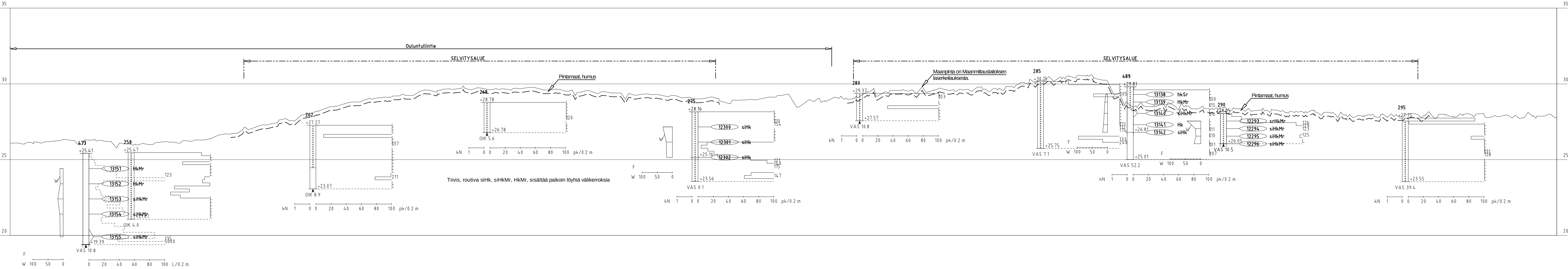
Jakelu Tolkkinen, Mikko / Pöyry Finland Oy

Analyysitulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen on kielletty. Mittausepävarmuudet ovat saatavissa pyydettäessä.

Eurofins Labtium Oy
Neulaniementie 5
70210 Kuopio

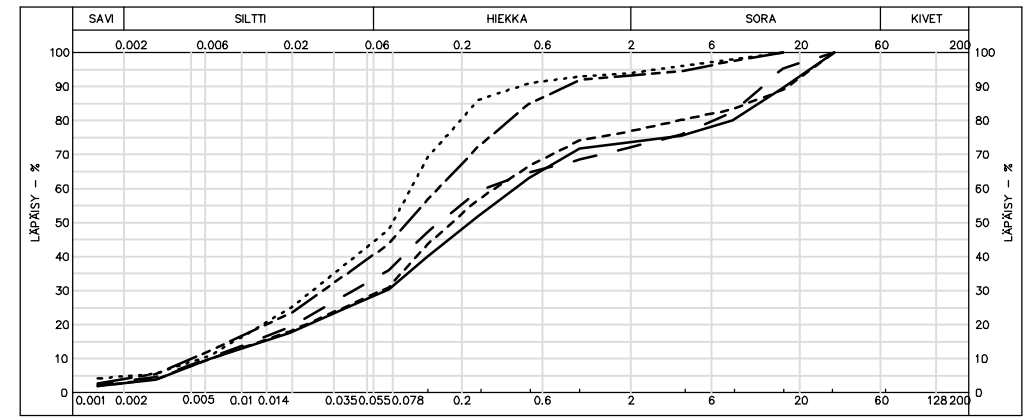


osa / kyla Linnakaarto		Kortti / Tila		Tontti / Rno.		Viranomaisten merkintöjä		Rakennustunnus			
Rakennuksen numero / rakennus											
Rakennustoimenpide Rakennettavuusselvitys					Pirustuslaji Pohjatutkimus			Juoks. no.			
Kohde KEMPELEEN KUNTA LINNAKANGAS, KEMPELE LINNAKAARTO ITÄ JA LÄNSI RAKENNETTAVUUSSELVITYS					Pirustuksen sisältö Pohjatutkimuskartta			Mittakaavat 1:2000			
Suunnittelija L. Ung		Tarkastaja A. Ansala		Päiväys 19.12.2019		Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000					
Hyväksyvä / vastuullinen suunnittelija Heikki Hekkala						Työnnumero 101012919-001			Lehti		
		Pöyry Finland Oy Elektronikkatie 13 00500 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com				Suunn.ala		Pirustusnumero		Muutos	
GEO						1					

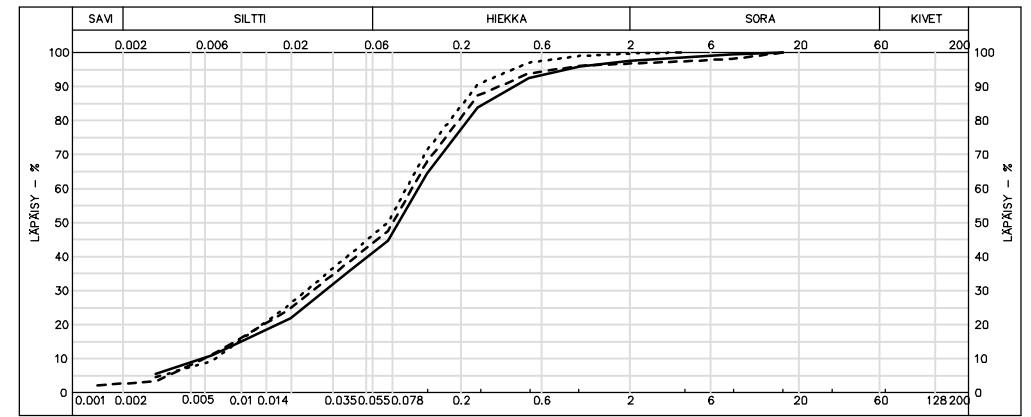


Tiivis, routiva siHk, siHkMr, HkMr, sisältää paikoin löyhiä välikerroksia

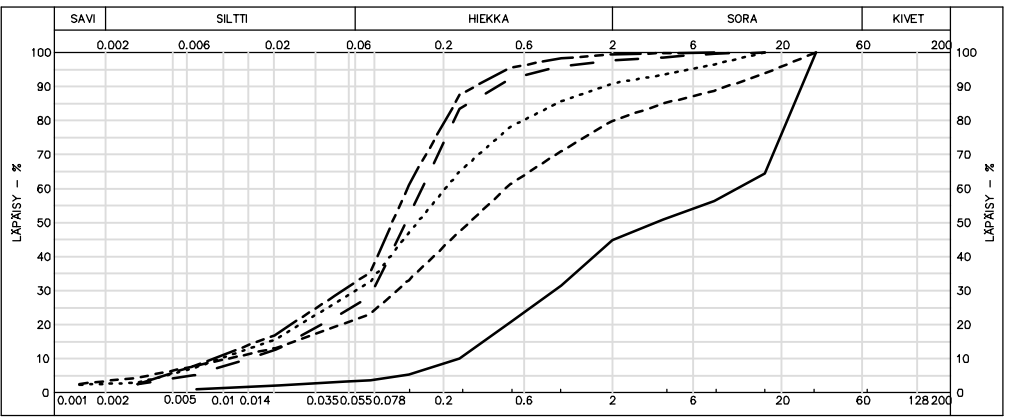
473
Näyte 13151 13152 13153 13154 13155



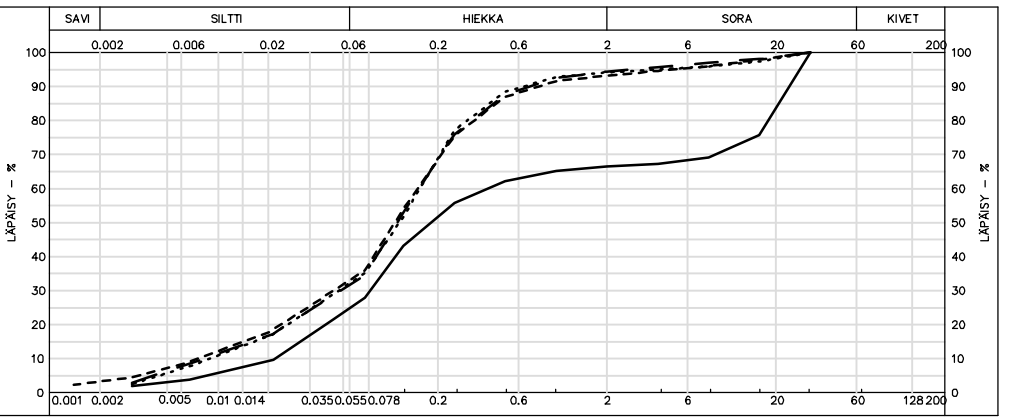
275
Näyte 12300 12301 12302



489
Näyte 13138 13139 13140 13141 13142

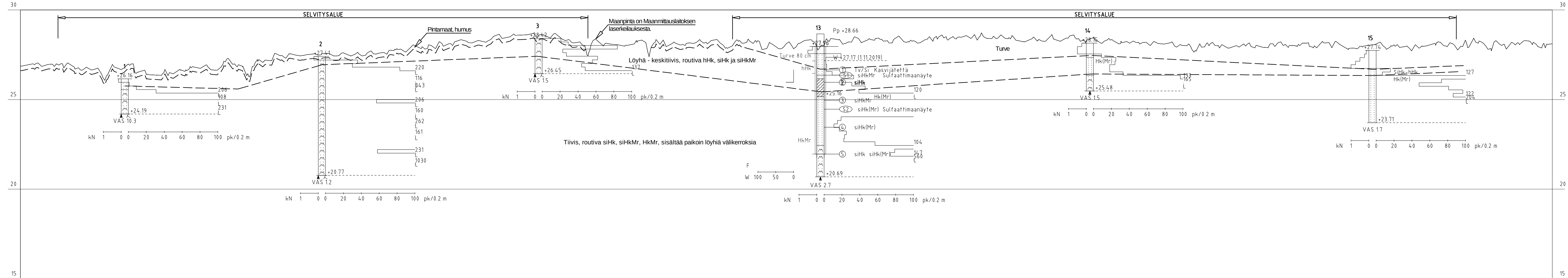


290
Näyte 12293 12294 12295 12296

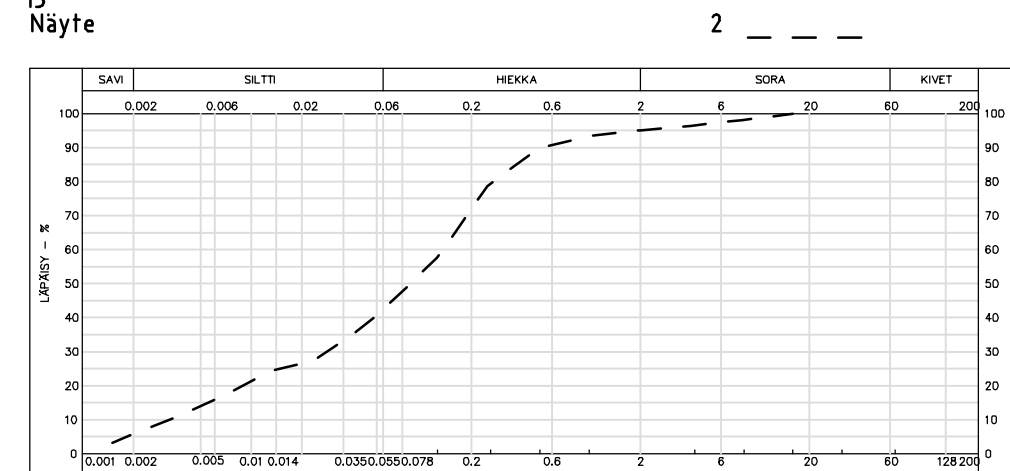


K.osa / Kyla Linnakaarto	Kortteli / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Rakennettavuusselvitys		Pirustuslaji Pohjatutkimus		Juoks. no.
Kohde KEMPELEEN KUNTA LINNAKANGAS, KEMPELE LINNAKAARTO ITÄ JA LÄNSI RAKENNETTAVUUSSELVITYS		Pohjatutkimuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus A-A		Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija L. Ung	Tarkastaja A. Ansala	Päiväys 19.12.2019	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Heikki Hekkala		Työnumero 101012919-001		Lehti
Suunn.ala Pöyry Finland Oy Elektronikkatie 13 00590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala Pirustusnumero GEO 2		Muutos

PITUUSLEIKKAUS B
1:1000/1:100

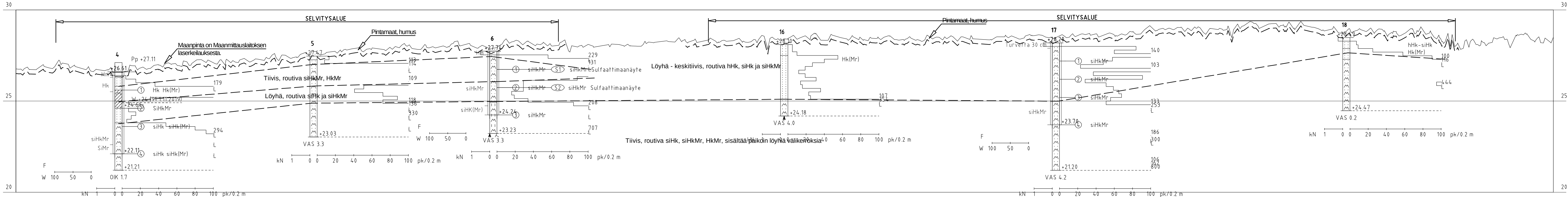


13
Näyte

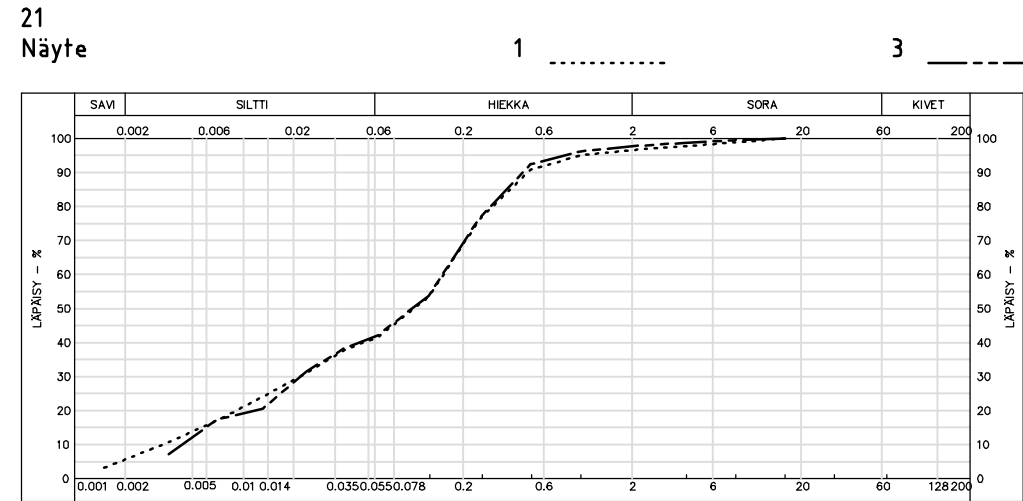


K.osa / Kylä Linnakaarto	Kortti / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Rakennettavuusselvitys			Piirustuslaji Pohjatutkimus	Juoks. no.
Kohde KEMPELEEN KUNTA LINNAKANGAS, KEMPELE LINNAKAARTO ITÄ JA LÄNSI RAKENNETTAVUUSSELVITYS			Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus B-B	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija L. Ung	Tarkastaja A. Ansala	Päiväys 19.12.2019	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Heikki Hekkälä			Työnnumero 101012919-001	Lehti
 PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 3
				Muutos

PITUUSLEIKKAUS
1:1000/1:100

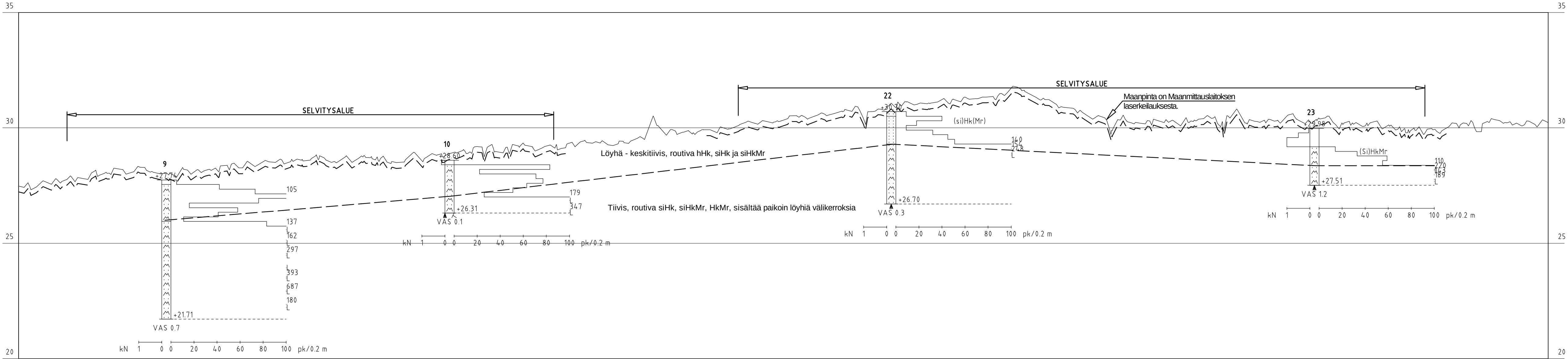


Kosa / Kylä Linnakaarto		Kortteli / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus					
Rakennustoimenpide Rakennettavuusselvitys				Piirustuslaji Pohjatutkimus	Juoks. no.
Kohde KEMPELEEN KUNTA LINNAKANGAS, KEMPELE LINNAKAARTO ITÄ JA LÄNSI RAKENNETTAVUUSSELVITYS				Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkauks C-C	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija L. Ung		Tarkastaja A. Ansala	Päiväys 19.12.2019	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Heikki Hekkala				Työnumero 101012919-001	Lehti
 Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@povrv.com				Suunn.ala	Muutos
				Piirustusnumero GEO 4	



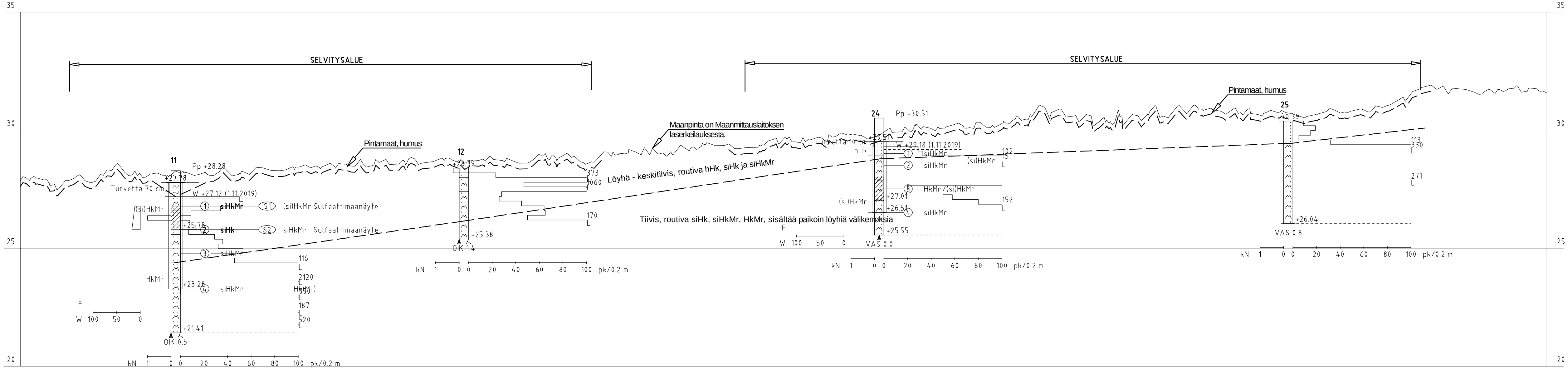
K.osa / Kylä Linnakaarto	Kortti / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Rakennettavuusselvitys			Piirustuslaji Pohjatutkimus	Juoks. no.
Kohde KEMPELEEN KUNTA LINNAKANGAS, KEMPELE LINNAKAARTO ITÄ JA LÄNSI RAKENNETTAVUUSSELVITYS			Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus D-D	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija L. Ung	Tarkastaja A. Ansala	Päiväys 19.12.2019	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Heikki Hekkala			Työnnumero 101012919-001	Lehti
 Pöyry Finland Oy Elektronikkatie 13 00590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 5
				Muutos

PITUUSLEIKKAUS E:
1:1000/1:100

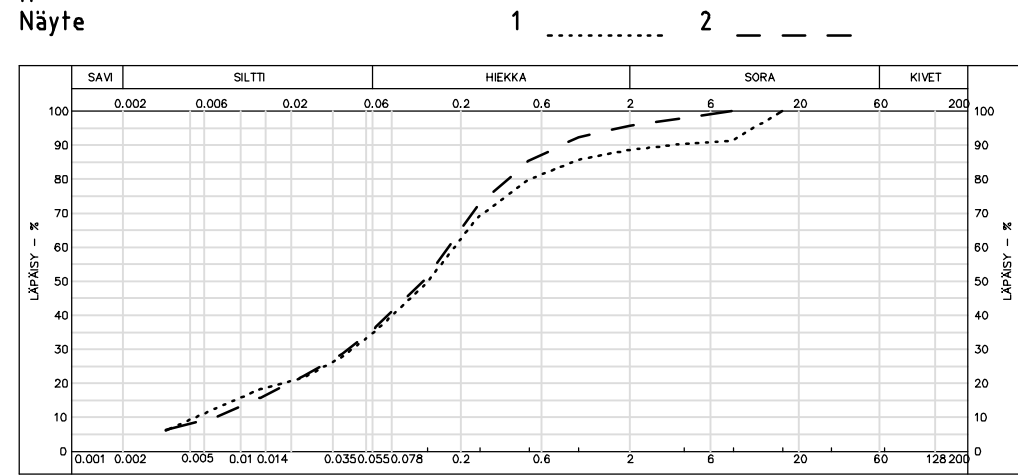


K.osa / Kylä Linnakaarto	Kortteli / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Rakennettavuusselvitys			Piirustustyyppi Pohjatutkimus	Juoks. no.
Kohde KEMPELEEN KUNTA LINNAKANGAS, KEMPELE LINNAKAARTO ITÄ JA LÄNSI RAKENNETTAVUUSSELVITYS			Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus E-E	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija L. Ung	Tarkastaja A. Ansala	Päiväys 19.12.2019	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Heikki Hekkala			Työnumero 101012919-001	Lehti
Pöyry Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO 6	Piirustusnumero Muutos

PITUUSLEIKKAUS F:
1:1000/1:100



11
Näyte



K.osa / Kylä Linnakaarto	Kortteli / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Rakennettavuusselvitys			Piirustustyyppi Pohjatutkimus	Juoks. no.
Kohde KEMPELEEN KUNTA LINNAKANGAS, KEMPELE LINNAKAARTO ITÄ JA LÄNSI RAKENNETTAVUUSSELVITYS			Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus F-F	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija L. Ung	Tarkastaja A. Ansala	Päiväys 19.12.2019	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Heikki Hekkala			Työnumero 101012919-001	Lehti
Pöyry Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO 7	Piirustusnumero Muutos