

Päivämäärä
21.2.2025

FORTUM POWER AND HEAT OY
RAKENNETTAVUUSSELVITYS
PENNALAN DATAKESKUSHANKKEEN OYK

FORTUM POWER AND HEAT OY
PENNALAN DATAKESKUSHANKKEEN OYK

Päivämäärä 21.2.2025
Laatijat DI Marjo Karnaatti
Hyväksyjä DI Essi Auvinen

Viite 1510084977

SISÄLLYSLUETTELO

1.	YLEISTÄ	1
1.1	Tehdyt pohjatutkimukset	2
1.2	Pohjatutkimuksiin perustuva maaperätulkinta	3
1.3	Pintavedet ja pohjavesi	4
1.4	Painuma	4
2.	Alueen rakennettavuus ja perustamistavat	6
2.1	Yleistä alueen rakennettavuudesta	6
2.2	Rakennusten sekä katujen ja piha-alueiden perustamistavat	7
2.3	Kunnallistekniikka	8
2.4	Kaivannot	8
2.5	Rakennusten ja piha-alueiden kuivatus	8
3.	Yhteenveto	9

PIIRUSTUKSET

101	Yleiskartta	1:25 000
102	Tutkimuskartta	1:2500
103–110	Leikkauspiirustukset A-A...H-H	1:500/1:200

LIITTEET

Liite 1	Maanäytteiden laboratoriotutkimustulokset
Liite 2	Painumalaskennat

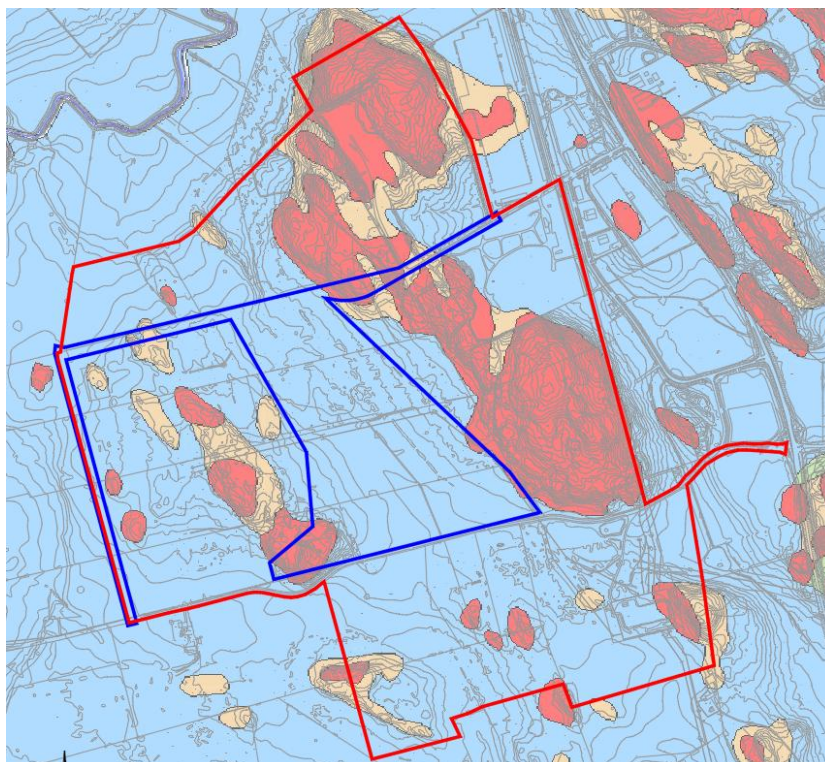
1. YLEISTÄ

Tämä rakennettavuusselvitys on laadittu Pennalan datakeskushankkeen osayleiskaavan laatimisen yhteydessä. Selvitysalue sijaitsee Orimattilan kunnan pohjoisosassa, Pennalan kylän länsipuolella. Alue sijaitsee lähellä Porvoonjokea, sijoittuen sen länsipuolelle, ks. yleiskartta, piirustus 101. Osayleiskaava-alue rajautuu lännessä Metsolantiehen ja idässä Kytöniityntiehen ja Jokimäentiehen. Osayleiskaava-alueella, Rautamäentien läheisyydessä kiinteistöllä 560-411-6-54 sijaitsee Mäyrämäen maanvastaanottoalue, jonka toiminnalla on voimassa oleva Orimattilan kaupungin Ympäristövaliokunnan antama ympäristölupa (10.3.2021). Maanvastaanottoalueen sijainti on esitetty tutkimuskartalla, piirustuksessa 102.

Osayleiskaava-alueen länsiosa on Pennala-Pasinan osayleiskaavassa (2000) kaavoitettu teollisuusalueeksi ja alueen keski- ja itäosa metsä- ja maatalousalueeksi. Alueen länsireunassa Metsolantiellä sijaitsee yksittäisiä rakennuksia. Suunnittelualueen länsipuolella sijaitsee postin logistiikkakeskus. Osayleiskaavan muutoksen tavoitteena on suunnitella alueelle Fortumin datakeskus. Osayleiskaavan alueeseen kuuluu ojitettua peltoaluetta ja kallioista metsää. Hankealueella on melko suuret korkeuserot. Alavat peltoalueet sijaitsevat noin tasolla +80 ja metsäiset kallioidet alueet sijaitsevat enimmillään noin +100 tasolla.

Tämä rakennettavuusselvitys koskee datakeskusalueelle rakennettavan kadun sekä Noringinojan ojan aluetta. Rakennettavuusselvityksen pinta-ala on noin 51,6 ha. Alueen sijaintikartta sekä osayleiskaavan ja rakennettavuusselvitysten rajaukset on esitetty kuvassa 1.

Maaperäolosuhteet yleisellä tasolla on havainnollistettu kuvan 1 maaperäkartassa. Maaperältään osayleiskaavan hankealue on suurelta osin savimaata mutta erityisesti alueen pohjois- ja itäreunalla on korkeammilla metsäalueilla kalliomaata ja hiekkamoreenia. Rakennettavuusselvitystä varten alueella tehtiin uusia puristinheijari- ja siipikairauksia, otettiin maanäytteitä sekä asennettiin pohjavesiputkia joulukuussa 2024.



Kuva 1. Alueen maaperäkartta. Punainen=kalliomaata (Ka), vaalean ruskea=hiekkamoreeni (Mr), sininen= savi (Sa). Kuvassa osayleiskaavan rajaus punaisella ja rakennettavuusselvitysalueen rajaus sinisellä. (Maanmittauslaitos (MML), Paikkatietoikkuna, Maaperäkartta- ja Maastokartta-aineisto 22.1.2025)

1.1 Tehdyt pohjatutkimukset

Vuoden 2024 joulukuussa tehtyjen pohjatutkimusten lisäksi saatavilla oli aiempia tutkimuksia alueen eteläosassa Rautamäentien läheisyydestä vuosilta 2015 (Ramboll) ja 2020 (Ramboll) sekä Noringinajan alueelta pohjois-eteläsuuntaisesti painokairauksia vuodelta 2023 (AFRY Finland Oy). Vuoden 2023 painokairauksiin ei ole merkitty maalajeja ja 6 näistä kairauksista on päätetty savisella alueella noin 9 m määräsyvyyteen. Tutkimuspisteiden sijainnit ja tutkimustyytit sekä mitatut pohjavesipinnat on esitetty pohjatutkimuskartalla, piirustus 102. Pohjatutkimusleikkaukset on esitetty piirustuksissa 103–110.

Vuoden 2024 tutkimuksissa tehtiin puristinheijarikairauksia 26 tutkimuspisteessä, joista 20 tehtiin suunnitellun katulinjauksen kohdalle (pisteet 1–20) ja 6 Noringinajan läheisyyteen (pisteet 21–26). Puristinheijarikairaukset ulotettiin tiiviiseen maakerrokseen, kiveen, lohkarokseen tai kallioon. Kalliovarmistuksia ei tehty, joten kalliopinnan tasosta ei ole tarkkaa tietoa. Siipikairauksia tehtiin kahdessa tutkimuspisteessä; kadun linjauksella pisteessä 13 ja Noringinajan alueella pisteessä 25.

Suunnitellulla kadun linjauksella puristinheijarikairaukset päättyivät kiviseen moreenikerrokseen tai kallioon noin 0,41–22,06 m (pisteet 16 ja 14) syvyydessä maanpinnasta, eli tasolla noin +88,73...+54,54. Siipileikkauskokeet pisteessä 13 tehtiin 11 m syvyyteen, tasolle +64,42 asti. Noringinajan ympäristössä puristinheijarikairaukset päättyivät kiviseen moreenikerrokseen tai kallioon noin 10,52–23,49 m (pisteet 26 ja 24) syvyydessä maanpinnasta, eli tasolla noin +68,94...+54,19. Siipileikkauskokeet pisteessä 25 tehtiin 9,96 m syvyyteen, tasolle +67,08 asti.

Häiriintyneitä maanäytteitä otettiin kadun linjauksella pisteistä 1, 6, 13 ja 18 ja Noringinajan alueella pisteestä 25, yhteensä 23 näytettä. Maanäytteitä otettiin siipileikkaustasoilta pisteessä 13 syvyysväliltä 2–11 m (7 kpl) ja pisteessä 25 syvyysväliltä 2–10 m (7 kpl). Kaikista häiriintyneistä maanäytteistä määritettiin vesipitoisuus ja maalaji silmämääräisesti. Rakeisuusmääritykset tehtiin näistä 8 näytteelle.

Pohjavesiputki asennettiin suunnitellulle katulinjalle pisteisiin 6, 14 ja 19. Pohjavesiputkien materiaalina on rauta, ja niissä on 0,3 m pitkä siivilä. Noringinajan rakennettavuusselvitysalueella sijaitsee AFRY:n aiemmin asentama pohjavesiputki PVP1008 ja Rautamäentien läheisyydessä aiemmin asennettu putki 8, josta on yksi vesihavainto vuodelta 2015.

Taulukko 1. Pohjavesiputkien koordinaatit ja mittaustulokset.

Pohjavesiputki	Koordinaatit		Asennuspäivä	Mittauspäivä ja -tulos maanpinnasta alaspäin (m)			
	X	Y		29.4.2015	26.9.2023	20.12.2024	20.1.2025
8 ^a	6752502,24	26482117,86	29.4.2015	-1,03	-	-	-
PVP1008 ^b	6752912,95	26481907,64	7.8.2023	-	-0,44	-	-
6 ^c	6752772,26	26480946,39	12.12.2024	-	-	kuiva	kuiva
14 ^c	6753237,32	26481582,67	17.12.2024	-	-	-10,1	-0,93
19 ^c	6753450,91	26482167,79	20.12.2024	-	-	-	-2,76

^a Ei tietoa asentajasta.; ^b Asentanut AFRY.; ^c Asentanut Ramboll.

1.2 Pohjatutkimuksiin perustuva maaperätulkinta

Alueen maaperä on pääosin pehmeää savea, jonka alla on löyhä moreeni-/hiekk-/silttikerros tai kallio. Pehmeimmillään maakerrokset ovat pääsääntöisesti Noringinojan läheisyydessä.

Savisilla alueilla päällimmäisenä maakerroksena on noin 0,5–2 m paksu kuivakuorikerros savea tai savista silttiä. Sen alapuolella on noin 2–23 m paksu pehmeämpi savikerros. Kairausvastuksen perusteella arvioituna savikerroksen alla voi olla paikoittain löyhä, noin 3,1–9,9 m paksu silttinen kerros. Savikerros on paksuimmillaan Noringinojan läheisyydessä (tutkimuspisteet 24 ja 25) ja suunnittelulla kadun linjauksella (tutkimuspiste 14). Ohuimmillaan savikerros on kallioisten alueiden läheisyydessä, ja kallioisilla alueilla savikerrosta ei juuri esiinny. Savikerros rajautuu alapinnastaan löyhään moreeni-/hiekk- tai silttiseen kerrokseen, tai tiiviiseen moreeniin tai kallioon.

Kallio tai tiivis pohjamoreeni on alle 2 m syvyydellä maanpinnasta suunnitellun katulinjauksen loppuosassa sekä Noringinojan alueen lounaisosassa. Karkearakeisen maakerroksen paksuus kallioisilla alueilla on suunnitellulla katulinjalla 0,0–0,9 m (vuoden 2023 tutkimuspisteet 8 ja 9). Noringinojan lounaisosassa karkearakeisen maakerroksen paksuus on noin 0–1,7 m (vuoden 2020 tutkimuspiste P1).

Maanäytteiden laboratoriotutkimusten tulokset ja rakeisuuskäyrät on esitetty liitteessä 1.

Suunniteltu katulinja, Jokimäentie ja Metsolantie

Maanpinnan korkeus vaihtelee tasolla +72,6...+89,0. Korkeimmillaan maanpinta on pohjoisessa kallioisella alueella, ja matalimmillaan katulinjan alkuosassa etelässä. Savikerroksen paksuus vaihtelee linjauksella hyvin paljon, ollen 0–21,6 m paksu.

Tutkimuspisteessä 13 pohjamaan siipikairalla mitattu suljettu redusoimaton leikkauslujuus oli 23–75 kN/m². Siipileikkausten tasoilta otettujen maanäytteiden vesipitoisuus oli 39,9–69,9 %. Muiden linjalta otettujen savisten maanäytteiden vesipitoisuus oli 34,0–61,3 %, savisen siltin vesipitoisuus 27,9 % ja 30,85 (pisteet 1 ja 6) ja pisteestä 18 otetun hiekkaisen silttimoreenin vesipitoisuus oli 25,9 %. Vuoden 2023 tehdyissä pohjatutkimuksissa (AFRY) silttisen hiekkamoreenin vesipitoisuus oli 28,4 % (tutkimuspiste 9).

Noringinojan ympäristö

Maanpinnan korkeus vaihtelee tasolla +76,5...+89,0 korkeimman kohdan ollessa alueen lounaisosassa kallioisella alueella ja matalimman ollessa alueen luoteiskulmassa (vuoden 2024 tutkimuspiste 21). Noringinojan ympäristössä hienorakeiset maakerrokset ovat paksuimmillaan ja pehmeimmillään ja ohenevat alueen reunoja kohti tarkasteltaessa. Alueen kaakkoiskulmassa tiivis pohjamoreeni tai kallio on noin 5 m syvyydellä maanpinnasta (vuosi 2015, tutkimuspiste 5), ja lounaisosassa kallion arvioidaan olevan hyvin lähellä maanpintaa.

Tutkimuspisteessä 25 pohjamaan siipikairalla mitattu suljettu redusoimaton leikkauslujuus oli 16–27,6 kN/m². Siipileikkausten tasoilta otettujen maanäytteiden vesipitoisuus oli 38,7–80,9 %. Vuoden 2023 tehdyissä pohjatutkimuksissa (AFRY) liHAVAN SAVEN vesipitoisuus oli 26,5–58,8 % (tutkimuspisteet 17, 21 ja 25).

1.3 Pintavedet ja pohjavesi

Selvitysalueen läpi kulkee etelä-pohjoissuuntainen Noringinoja. Lisäksi peltoalueella on lukuisia ojia, jotka pääosin yhtyvät Noringinojaan. Alue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin 1-luokan pohjavesialue Pyssymäki sijaitsee noin 2 km etäisyydellä koillisidässä ja lähin 2-luokan pohjavesialue Matikkala sijaitsee noin 2,5 km etäisyydellä kaakossa. Havaitut pohjaveden pinnankorkeudet on esitetty Taulukossa 1.

1.4 Painuma

Painumalaskelmissa alustavasti painumaa tarkasteltiin asettamalla maanpinnalle 1 m paksuinen pengeri, josta aiheutuu noin 20 kN/m² tasainen kuormitus. Painumalaskelmat tehtiin GeoCalc-ohjelmalla, versiolla 6.0. Painumat laskettiin tangenttimoduuli- ja vesipitoisuusmenetelmillä (Ohde-Janbu ja Helenelund). Laskentaparametrit määritettiin leikkausten lähimpien kairausten yhteydessä otettujen näytteiden laboratoriotulosten sekä kirjallisuuden perusteella (Eurokoodin soveltamisohje Geotekninen suunnittelu – NCCI 7, Väyläviraston ohjeita 14/2023).

Katulinjalla painumia tarkasteltiin pohjatutkimuksissa havaitun paksuimman savikerroksen kohdalla, joka havaittiin pisteessä 14. Laskelmissa käytettiin siipikairauspisteen 13 tutkimustuloksia. Pisteiden 13 ja 14 etäisyys toisistaan on noin 100 metriä. Piste 14 sijaitsee katulinjalla noin PL410 ja rakennettavuusalueella V.

Noringinojan alueella laskennallisia painumia tarkasteltiin pohjatutkimuksissa havaitun paksuimman savikerroksen kohdalla, joka havaittiin pisteessä 24. Laskelmissa käytettiin siipikairauspisteen 25 tutkimustuloksia. Pisteiden 24 ja 25 etäisyys toisistaan on noin 170 metriä.

Painumalaskelmissa käytetyt maaparametrit on esitetty alla, Taulukko 2.

Taulukko 2 Painumalaskelmissa käytetyt parametrit.

	Vesipitoisuus	Tilavuuspaino	Moduuliluvut normaali- ja ylikonsolidoituneille alueille		JännitysekspONENTTI normaali- ja ylikonsolidoituneille alueille	
	w [%]	γ [kN/m ³]	m_1	m_2	β_1	β_2
Katu						
kk-Sa	40	17.5	25,2	52,5 ^a	0,06	1
Sa2	44.8	17	1021,5	-	0,02	-
Sa3	63	16	13,3	-	-0,12	-
Mr	-	18	300	-	0,50	-
kk-Sa	40	17.5	25,2	120 ^b	0,06	1
Sa2	44.8	17	1021,5	-	0,02	-
Sa3	63	16	13,3	-	-0,12	-
Mr	-	18	300	-	0,50	-
Noringinoja						
kk-Sa	40	17,5	25,2	120	0,06	1
Sa2	70	15,8	12,4	-	-0,14	-
Mr	-	18	300	-	0,5	-

^a m_2 määritetty 1,5*leikkauslujuus 35 kPa.; ^b m_2 määritetty vesipitoisuuden perusteella.

Alustavien painumalaskelmien mukaan 1 m korkuinen pengertäyttö aiheuttaa paksuimmilla savialueilla noin 200–500 mm kokonaispainuman. Alustavien painumalaskelmien tulokset on koottu taulukkoon 3. Painumalaskennan laskentatulokset on esitetty raportin liitteessä 2. Painuman suuruuteen vaikuttavat pehmeiden maakerrosten paksuus ja maalajien ominaisuudet. Tangenttimoduulimenetelmällä painuma-arviot ovat suurempia kuin vesipitoisuusmenetelmällä saadut.

Taulukko 3 Pohjamaan arvioidut painumat tangenttimoduuli- ja vesipitoisuusmenetelmillä

Kohde	Laskentamenetelmä	Laskennallinen kokonaispainuma (mm)	Laskenta
Katu	Tangenttimoduuli, kuivakuorisaven $m_2 = 52,5$	230	1
	Tangenttimoduuli, kuivakuorisaven $m_2 = 120$	226	2
	Vesipitoisuus	221	3
Noringinoja	Tangenttimoduuli	409	4
	Vesipitoisuus	379	5

Esitetyt painumalaskelmat ovat alustavia ja edustavat 1 m täyttöä paksun savikon alueella. Painumien suuruuteen vaikuttaa pohjamaan kuormituksen suuruus (pengertäytön korkeus, kaivantojen täytöt) sekä painuvien maakerrosten paksuus ja niiden painumaominaisuudet. Myöhemmissä suunnitteluvaiheissa suositellaan tarkempien painumaparametrien määrittämiseksi ödometrikokeiden tekemistä häiriintymättömistä maanäytteistä.

2. ALUEEN RAKENNETTAVUUS JA PERUSTAMI STAVAT

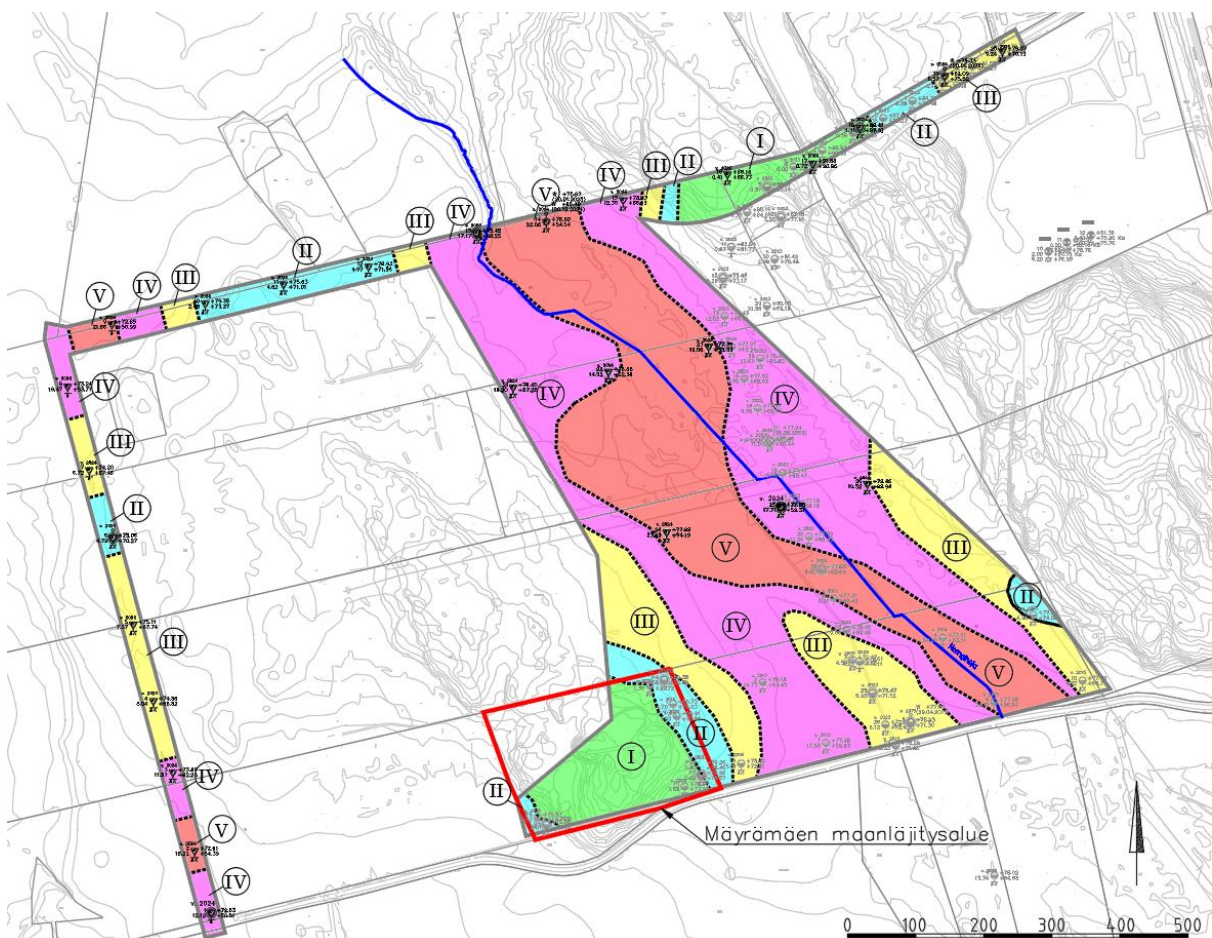
2.1 Yleistä alueen rakennettavuudesta

Rakennettavuusselvitysalue on jaettu tehtyjen pohjatutkimusten ja karttatarkastelujen perusteella alueisiin I–V, ks. Kuva 2 ja tutkimuskartta, piirustus 102. Alueiden rajaukset ovat ohjeellisia perustuen käytettävissä oleviin pohjatutkimustietoihin. Ennen rakentamiseen ryhtymistä tulee pohjasuhteet varmistaa täydentävillä pohjatutkimuksilla rakennusten ja katujen sekä kunnallistekniikkalinjojen kohdilla.

Pohjamaa on pääosin savea ja/tai silttistä savea. Lisäkuormituksen johdosta savikerrokset painuvat. Painuman suuruus riippuu saven ominaisuuksista, lisäkuormituksen suuruudesta ja saven paksuudesta (ks. kappale 1.4).

Pohjamaa on routivaa tai paikoin erittäin routivaa, mikä tulee huomioida kaikessa rakentamisessa. Siirtymäkiilojen käyttö tulee selvittää erikseen ja haitalliset epätasaiset routanousut tulee estää.

Kellareiden rakentamista ei suositella, johtuen korkealla olevasta pohjavedestä. Kellarit edellyttäisivät vesitiiviitä rakenteita tai syvälle tehtävää tehokasta salaojitusta, kellareiden mahdollinen rakentaminen tulee selvittää aina tapauskohtaisesti. Salaojitus alentaa aina myös ympäristön pohjavedenpintaa, mikä saattaa aiheuttaa painumia.



Kuva 2. Rakennettavuusalueet I...V kartalla.

2.2 Rakennusten sekä katujen ja piha-alueiden perustamistavat

Alue on jaettu viiteen rakennettavuusalueeseen, ks. Kuva 2.

Piha- ja liikennöintialueilla tulee huomioida maaperän painuminen ja painumien vaikutus kuivanapitoon ja alueen toimivuuteen. Painuman suuruuteen vaikuttaa pengerryskorkeus ja pehmeän maakerroksen paksuus (ts. mitä suurempi täyttöpaksuus ja/tai pehmeän kerroksen paksuus sitä suurempi painuma). Rakennekerrokset mitoitetaan kantavuuden perusteella ja mitoituksessa huomioidaan maaperän routivuus. Rakennekerroksissa tulee käyttää karkeita materiaaleja, joiden kapillaarinen nousukorkeus on pieni. Rakennekerrosten salaojitustarve tulee tarkastella tapauskohtaisesti.

Alue I

Tiiviin moreenin tai kallion pinta on alueella 0,0–1,7 m syvyydellä maanpinnasta, ja tämän yllä olevat maakerrokset koostuvat löyhästä hiekkamoreenista tai silttimoreenista.

Alueella I on hyvä rakennettavuus. Alueella ei arvioida olevan pohjanvahvistustarpeita, eikä rakennuksille paalutustarvetta. Rakennukset voidaan alustavasti perustaa kallion tai maan varaan. Tarpeen vaatiessa tehdään ohut massanvaihto.

Kadut ja piha-alueet rakennetaan maanvaraisesti.

Alueella tulee varautua louhintoihin.

Rautamäentien vieressä sijaitsee käytössä oleva Mäyrämäen maanvastaanottoaika. Läjitettyjen massojen varaan ei voida rakentaa.

Alue II

Alueella II rakennettavuus on kohtuullinen. Hienorakeisen savi-/silttikerroksen paksuus on noin 2–5 m.

Raskaat rakennukset voidaan perustaa kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan (3–5 m syvyydellä) tai massanvaihdon varaan (2–5 m syvyydellä).

Kadut ja piha-alueet voidaan alustavan arvion mukaan perustaa maanvaraisesti. Paikallisesti voi olla tarve pohjanvahvistuksille, kuten esimerkiksi kevennys tai massanvaihto. Massastabilointia voidaan tarvittaessa hyödyntää alueilla, joilla pehmeiden maakerrosten alapinta on enintään 5 m syvyydellä maanpinnasta. Myös pohjamaan esikuormituksella voidaan lisätä pehmeän pohjamaan kantavuutta ja pienentää kokonaispainumia. Esikuormituksessa on huomioitava esirakentamiseen käytettävissä oleva aika. Vaadittavaan esikuormitusaikaan vaikuttavat pohjamaan painumaominaisuudet, ja haluttujen tulosten saavuttaminen voi vaatia kuukausia tai vuosia.

Alue III

Alueella III rakennettavuus on kohtuullinen. Savi-/hienorakeisen maakerroksen paksuus on noin 5–10 metriä.

Raskaammat rakennukset on perustettava kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan.

Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia, mikäli pengerrystä tehdään paljon tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita kuten viettoviemäreitä. Kuormitusta ja siten painumaa voidaan pienentää käyttämällä maarakenteissa kevennysmateriaaleja kuten vaahtolasi tai kevytsora. Myös pohjamaan esikuormituksella voidaan lisätä pehmeän pohjamaan kantavuutta ja pienentää kokonaispainumia.

Alue IV

Alueella IV rakennettavuus on kohtuullinen. Savi-/hienorakeisen maakerroksen paksuus on noin 10–17 m.

Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Raskaammat rakennukset on perustettava kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 10–17 m (pohjamoreeniin saakka).

Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia maltillisillakin pengerkorkeuksilla tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita, kuten viettoviemäreitä. Kuormitusta ja siten painumaa voidaan pienentää käyttämällä maarakenteissa kevennysmateriaaleja kuten vahtolasi tai kevytsora. Myös pohjamaan esikuormituksella voidaan lisätä pehmeän pohjamaan kantavuutta ja pienentää kokonaispainumia.

Alue V

Alueella V pohjamaaolosuhteet ovat haastavat rakentaa, ja alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Savi-/hienorakeisen maakerroksen paksuus on noin 17–23 m.

Alueella sekä kevyet että raskaat rakennukset vaativat paalutuksia. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 17–23 m (pohjamoreeniin saakka).

Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia maltillisillakin pengerkorkeuksilla tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita kuten viettoviemäreitä. Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa pilaristabilointia tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä. Stabiloinnilla voidaan kasvattaa maapohjan lujuuutta. Se vähentää myös rakenteiden painumia, mutta ei estä niitä kokonaan. Syvästabiloinnissa käytettävät pilarikoot, pilareiden etäisyydet (k/k-välit) sekä stabilointikaaviot tulee suunnitella erikseen. Vaihtoehtoisia pohjanvahvistustapoja ovat kevennys ja esikuormitus kuten muilla rakennettavuusalueilla on esitetty.

Mikäli pengerkorkeus on suuri alueilla III-V, on myös paalulaatta mahdollinen pohjanvahvistustapa kaduille, putkijohdoille ja piha-alueille.

2.3 Kunnallistekniikka

Putkijohdojen rakentamisessa huomioidaan tapahtuvat pitkäaikaiset painumat ja niiden vaikutus putkien toimintaan. Putkien ja johtojen kohdalla tehdään tarpeen mukaan pohjanvahvistus siten, että painumat pysyvät sallituissa rajoissa. Pohjanvahvistustarve riippuu täyttöpaksuudesta (alkuperäisen maanpinnan korotuksesta) putkien kohdalla.

Putkilinjoille rakennetaan määrävällein virtaussulkuja, joilla estetään pohjaveden kulkeutuminen linjoja pitkin. Putkikaivantojen yhteyteen on suositeltavaa rakentaa routakiilat, joilla tasataan routanousujen eroja putkijohdojen kohtien ja muun piha-alueen tai katualueen välillä.

2.4 Kaivannot

Kaivannot toteutetaan RIL263-2014 Kaivanto-ohjeen ja InfraRYLin uusimpien ohjeiden mukaan. Yli 2 m syvät kaivannot on aina tarkasteltava erikseen ja niissä on kiinnitettävä erityistä huomioita työturvallisuuteen. Kaivantoluiskien vierellä ei tule liikkua raskailla työkoneilla eikä kaivantojen reunoja saa käyttää varastokenttinä. Kaivantojen reunat on suojattava aidoin putoamisvaaran vuoksi.

2.5 Rakennusten ja piha-alueiden kuivatus

Rakennukset varustetaan salaojituksella ja vedet johdetaan yleiseen viemäriin tai maastoon kunnan ohjeiden mukaan. Salaojaputkien ympärillä ja lattian alla käytetään salaojasoraa tai sepeliä. Tarvittaessa salaojasoran sekoittuminen hienoainekseen estetään suodatinkankaalla.

3. YHTEENVETO

Selvityksen kohteena oleva alue on lähes kauttaaltaan savialuetta. Pehmeän savi-/hienorakeisen maakerroksen paksuus vaihtelee katulinjauksella hyvin paljon, ollen 0–21,6 m paksu. Tutkimuspisteessä 13 pohjamaan siipikairalla mitattu suljettu redusoimaton leikkauslujuus oli 23–75 kN/m². Noringinojan ympäristössä hienorakeiset maakerrokset ovat paksuimmillaan ja pehmeimmillään ja ohenevat alueen reunoja kohti tarkasteltaessa. Tutkimuspisteessä 25 pohjamaan siipikairalla mitattu suljettu redusoimaton leikkauslujuus oli 16–27,6 kN/m².

Painumalaskelmissa painumaa tarkasteltiin asettamalla maanpinnalle 1 m paksuinen pengeri, josta aiheutuu noin 20 kN/m² tasainen kuormitus. Suunnitellulla katulinjauksella laskennallinen arvioitu kokonaispainuma on noin 200 mm ja Noringinojan alueella noin 400 mm.

Alueella I on hyvä rakennettavuus. Alueella ei arvioida olevan pohjanvahvistustarpeita, eikä rakennuksille paalutustarvetta. Rakennukset voidaan alustavasti perustaa kallion tai maan varaan. Tarpeen vaatiessa tehdään ohut massanvaihto. Kadut ja piha-alueet rakennetaan maanvaraisesti. Alueella tulee varautua louhintoihin.

Alueella II rakennettavuus on kohtuullinen. Raskaat rakennukset voidaan perustaa kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan (3–5 m syvyydellä) tai massanvaihdon varaan (2–5 m syvyydellä). Kadut ja piha-alueet voidaan alustavan arvion mukaan perustaa maanvaraisesti. Paikallisesti voi olla tarve pohjanvahvistuksille, kuten esimerkiksi kevennys, massanvaihto tai esikuormitus tai massastabilointi.

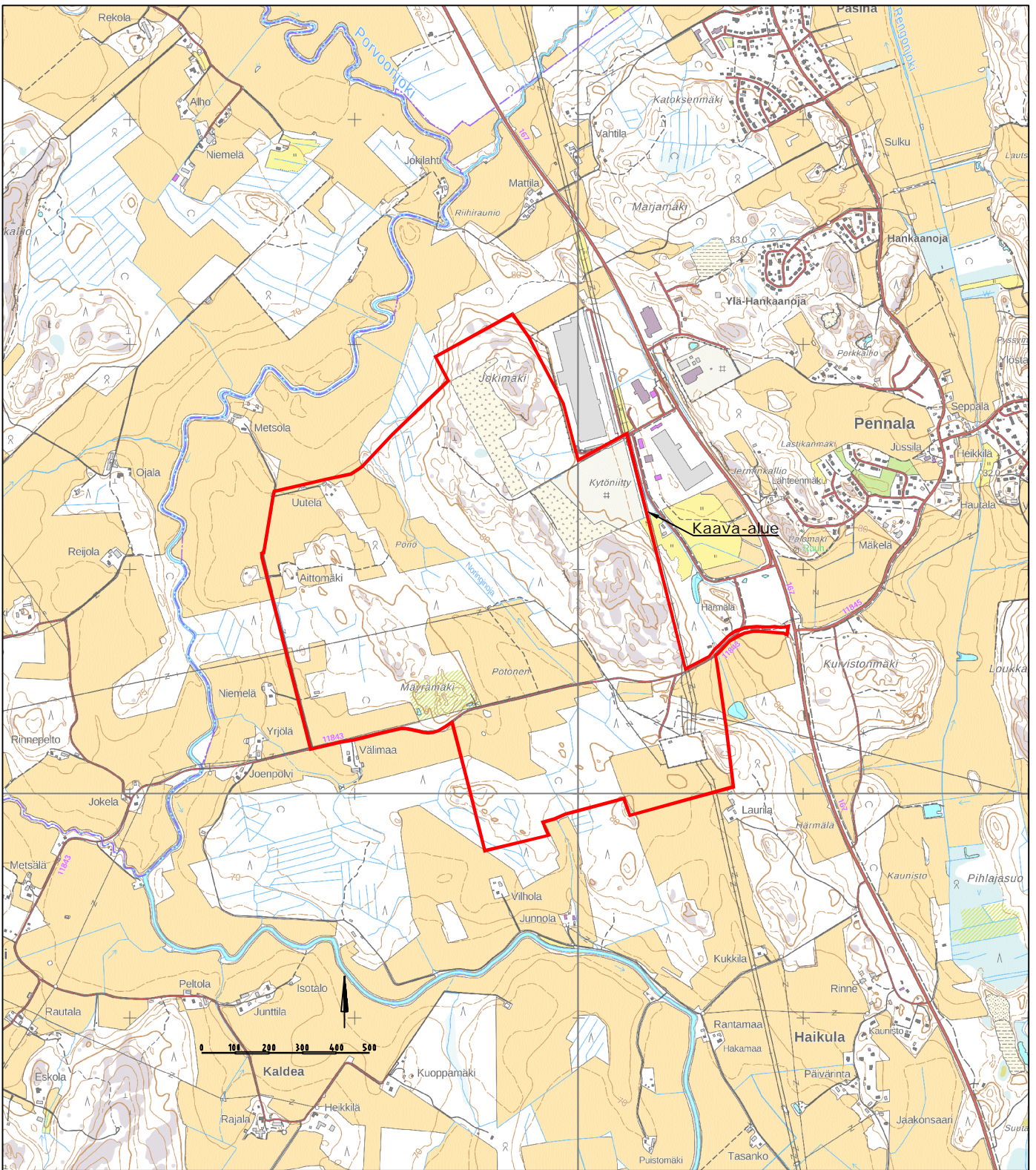
Alueella III rakennettavuus on kohtuullinen. Raskaammat rakennukset on perustettava kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan (5–10 m). Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia, mikäli pengerrystä tehdään paljon tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita kuten viettoviemäreitä. Pohjanvahvistusmenetelminä esimerkiksi kevennys, esikuormitus ja paalulaatta.


Alueella IV rakennettavuus on kohtuullinen. Raskaammat rakennukset on perustettava kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan (10–17 m). Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia maltillisillakin pengerkorkeuksilla tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita kuten viettoviemäreitä. Pohjanvahvistusmenetelminä esimerkiksi kevennys, esikuormitus ja paalulaatta.

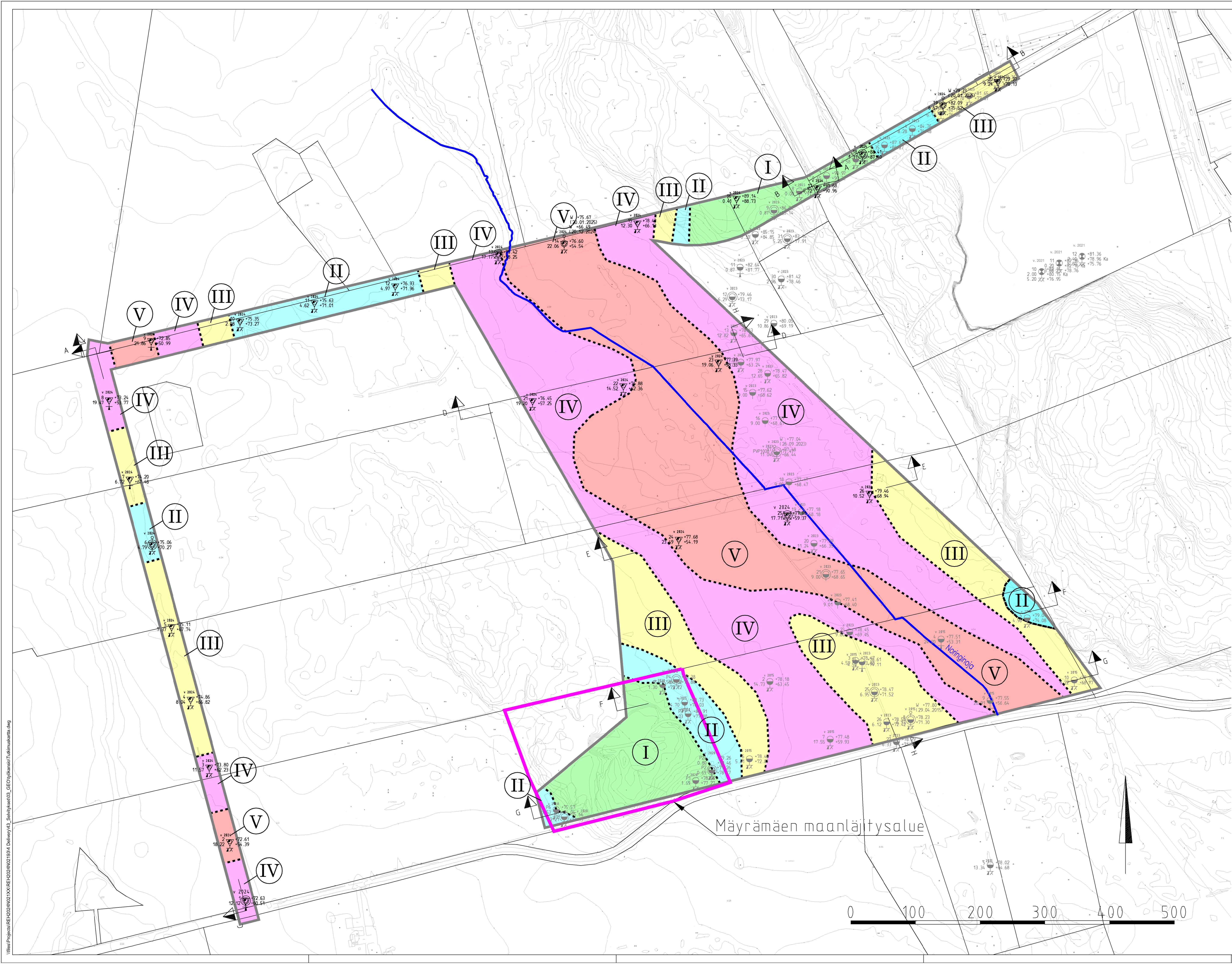
Alueella V pohjamaaolosuhteet ovat haastavat rakentaa, ja alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueella sekä raskaat että kevyemmät rakennukset on perustettava kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan (17–23 m). Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia maltillisillakin pengerkorkeuksilla tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita kuten viettoviemäreitä. Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa pilaristabilointia tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä. Vaihtoehtoisia pohjanvahvistustapoja ovat paalulaatta, kevennys ja esikuormitus kuten muilla rakennettavuusalueilla on esitetty.

Tämä tutkimus on alustava alueellinen tutkimus. Ennen rakentamista alueelle suunniteltaviin rakennuksiin ja katuihin tulee tehdä kohdekohtaiset pohjatutkimukset, joiden perusteella tehdään yksityiskohtaiset pohjarakennussuunnitelmat. Tarkemmat pohjamaan painuma- ja kantavuusarviot tulee rakennussuunnitteluvaiheessa tehdä uusien, tarkempien pohjatutkimusten perusteella. Painumaparametrien määrittämisellä pystytään tarkentamaan laskennallisten painumien suuruutta ja nopeutta.

\\files\Projects\RE H2024\N021\X\RE H2024\N021934 Delivery\43_Selvitykset\N03_GEO\työkansio\Yleiskartta.dwg



K.osa/ Kylä Pennala	Kortteli/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji Pohjarakennus	Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Piirustuksen sisältö Yleiskartta	Mittakaava 1:25000
 Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Suunn. ala GEO	Työnro 1510084977	Tiedosto	
	Piirustusnro 101	Piirustuksia	Muutos	
Hyv. E. Auvinen, DI	Suunn. M. Karnaatti	Piirt. ASIR	Pvm 21.2.2025	



— Rakennettavuus selvitysrajaus
 — Maanlajitussalue

Rakennettavuusalueet:

- I** Alueella I on hyvä rakennettavuus. Alueella ei arvioida olevan pohjanvahvistustarpeita, eikä rakennuksille paalutustarvetta. Rakennukset voidaan alustavasti perustaa kallion tai maan varaan. Tarpeen vaatiessa tehdään ohut massanvaihto. Kadut ja piha-alueet rakennetaan maanvaraisesti. Alueella tulee varautua louhintaan.
- II** Alueella II rakennettavuus on kohtuullinen. Raskaat rakennukset voidaan perustaa kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan (3-5 m syvyydelle) tai massanvaihdon varaan (2-5 m syvyydelle). Kadut ja piha-alueet voidaan alustavan arvion mukaan perustaa maanvaraisesti. Paikallisesti voi olla tarve pohjanvahvistuksille, kuten esimerkiksi kevennys tai massanvaihto. Massastabiilointia voidaan tarvittaessa hyödyntää alueilla, joilla pehmeiden maakerrosten alapinta on enintään 5 m syvyydellä maanpinnasta. Myös pohjamaan esikuormituksella voidaan lisätä pehmeän pohjamaan kantavuutta ja pienentää kokonaispainumia.
- III** Alueella III rakennettavuus on kohtuullinen. Raskaat rakennukset on perustettava kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan. Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia, mikäli pengerrystä tehdään paljon tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita kuten viettoviemäreitä. Kuormitusta ja siten painumaa voidaan pienentää käyttämällä maarakenteissa kevennysmateriaaleja kuten vaahtolasi tai kevytsora. Myös pohjamaan esikuormituksella voidaan lisätä pehmeän pohjamaan kantavuutta ja pienentää kokonaispainumia.
- IV** Alueella IV rakennettavuus on kohtuullinen. Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Raskaat rakennukset on perustettava kovaan pohjaan asti ulottuvien paalujen varaan. Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia maltillisillakin pengerkorkeuksilla tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita kuten viettoviemäreitä. Kuormitusta ja siten painumaa voidaan pienentää käyttämällä maarakenteissa kevennysmateriaaleja kuten vaahtolasi tai kevytsora. Myös pohjamaan esikuormituksella voidaan lisätä pehmeän pohjamaan kantavuutta ja pienentää kokonaispainumia.
- V** Alueella V pohjamaaosuhteet ovat haastavat rakentaa, ja alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueella sekä kevyet että raskaat rakennukset vaativat paalutuksia. Kaduilla ja piha-alueilla suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia maltillisillakin pengerkorkeuksilla tai kun katujen ja piha-alueiden alle sijoittuu painumille herkkiä rakenteita kuten viettoviemäreitä. Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa pilaristabiilointia tai stabiiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä. Stabiiloinnilla voidaan kasvattaa maapohjan lujutta. Se vähentää myös rakenteiden painumia, mutta ei estä niitä kokonaan. Syvästabiiloinnissa käytettävät pilarikoot, pilareiden etäisyydet (k/k-välit) sekä stabiilointikaaviot tulee suunnitella erikseen. Vaihtoehtoisia pohjanvahvistustapoja ovat kevennys ja esikuormitus kuten muilla rakennettavuusalueilla on esitetty.

- Tutkimukset tehty vuonna 2024
- Aiemmin tehdyt tutkimukset

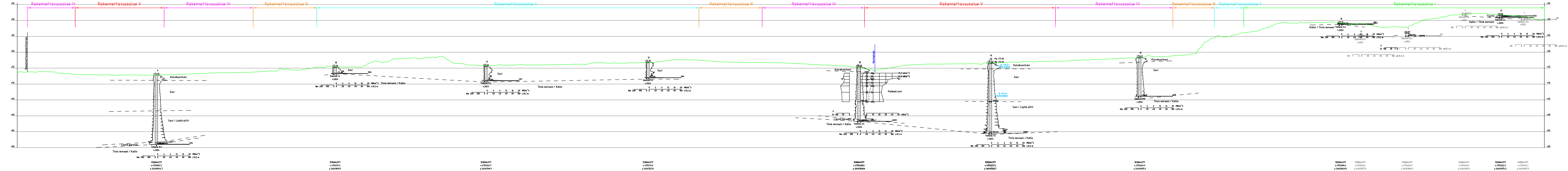
Tutkimusajankohta	Mittaus	28.11.2024
	Kairaus	10.12.-19.12.2024
Työnjohtaja	Mittaus	MRAJ
	Kairaus	MKO
Koordinaatisto		ETRS-GK26
Korkeusjärjestelmä		N2000
Käytetyt monikulmiopisteet		

Määrämaän maanlajitussalue



Koski / Kylä Pennala	Korttelit / Tila	Tontit / Pinta	Varaamisen merkintä	Rakurvin nro
Rakennusmenetelmä			Pohjarakennus	Julkaisun nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Tutkimuksen sisältö Tutkimuskartta	Mittakaava 1:2500
RAMBOLL	Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Suunn. ja Työnjoht. GEO 1510084977	Painatusnro 102	Tiedosto Muutos
Hv. E. Auvinen, DI		Suunn. M. Karnaatti	Pv. ASIR	Pvm. 21.2.2025

LEIKKAUS A - A
1:500/1:200

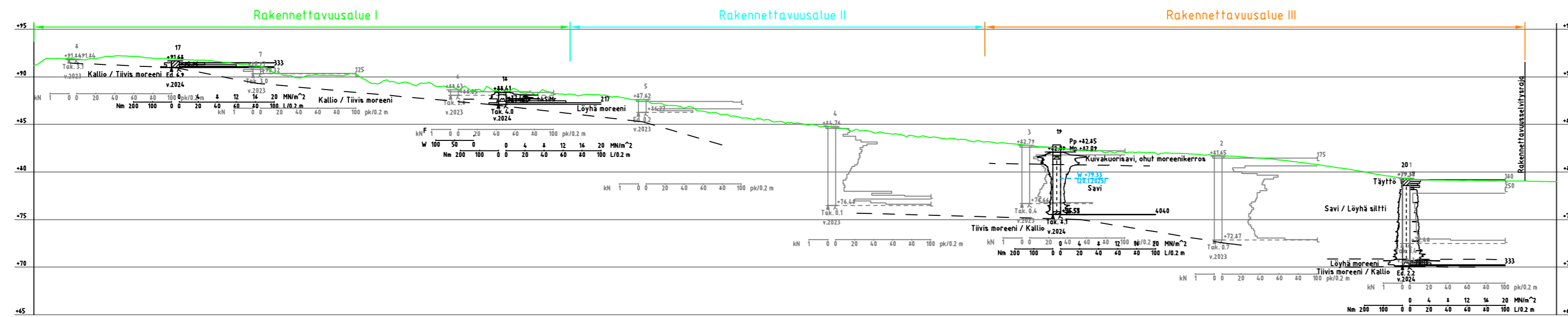


K.osa/ Kylä Pennala	Korttel/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintä	Rak.kavan nro
Rakennuslupa-alue			Pohjarakennus	Julkaisun nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Piirustuksen sisältö Leikkauspiirustus Leikkaus A-A	Mittakaava 1:500/1:200
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611		Suunn. Yritys GEO 1510084977	Tiivistäjä Muuos	
Tekijä E. Auvinen, DI		Suunn. Piiri M. Karnaatti ASIR	Pvm 21.2.2025	

\\vesproj\proj\2024\02\100\RELE\02\AN02\1034_Deliver\43_Selvitys\03_GEO\työhuone\Tulokset\leikkaus.dwg

LEIKKAUS B - B

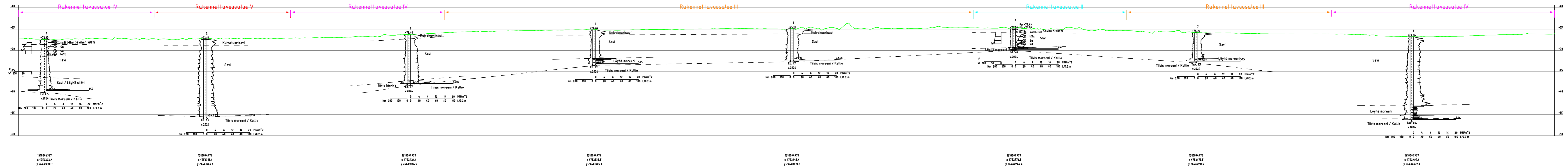
1:500/1:200



1510044977 x 4753316.1 y 24441945.9	1510044977 x 4753322.9 y 24441974.3	1510044977 x 4753312.1 y 24441947.9	1510044977 x 4753347.7 y 24442033.1	1510044977 x 4753339.6 y 24442017.4	1510044977 x 4753416.4 y 24442102.5	1510044977 x 4753441.8 y 24442164.4	1510044977 x 4753445.5 y 24442204.3	1510044977 x 4753448.5 y 24442258.4
---	---	---	---	---	---	---	---	---

K.osa/ Kylä Pennala	Kortteli/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
Rakennustalmenpide			Piirustuslaji Pohjarakennus	Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Piirustuksen sisältö Leikkauspiirustus Leikkaus B-B	Mittakaava 1:500/1:200
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Suunn. ala GEO	Työnro 1510084977	Tiedosto	
	Piirustusnro 104	Piirustuskäsi M. Karnaatti	Muutos	
Hyv. E. Auvinen, DI	Suunn. M. Karnaatti	Piirt. ASIR	Pvm 21.2.2025	

LEIKKAUS C - C
1:500/1:200

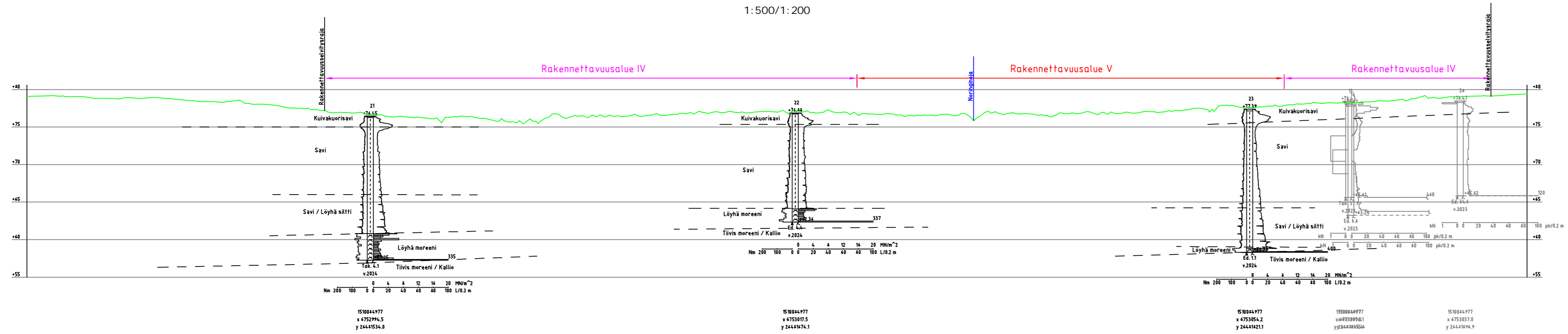


\\files\projects\REH\2024\402\XX\REH\2024\402\193\4_Delivery\43_Selvitys\kset\03_GEO\yokansio\Tutkimuskaarta.dwg

K.osa/ Kylä Pennala	Korttel/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintä	Rakusten mro
Rakennustoimenpide	Pohjarakennus		Julkaisu mro	
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Piirustuksen sisältö Leikkauspiirustus Leikkaus C-C	Mittakaava 1:500/1:200
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611		Suunn. ala GEO	Työnro 1510084977	Tiedosto
Hyv. E. Auvinen, DI		Piirustusno 105	Piirustuksia	Muutos
Suunn. M. Karnaatti		Piir. ASIR	Pvm 21.2.2025	

\\files\Projects\REH202-4\021XX\REH2024\02193\4_Delivery43_Selvitys\kansi03_GEO\työkansio\Turkimuskartta.dwg

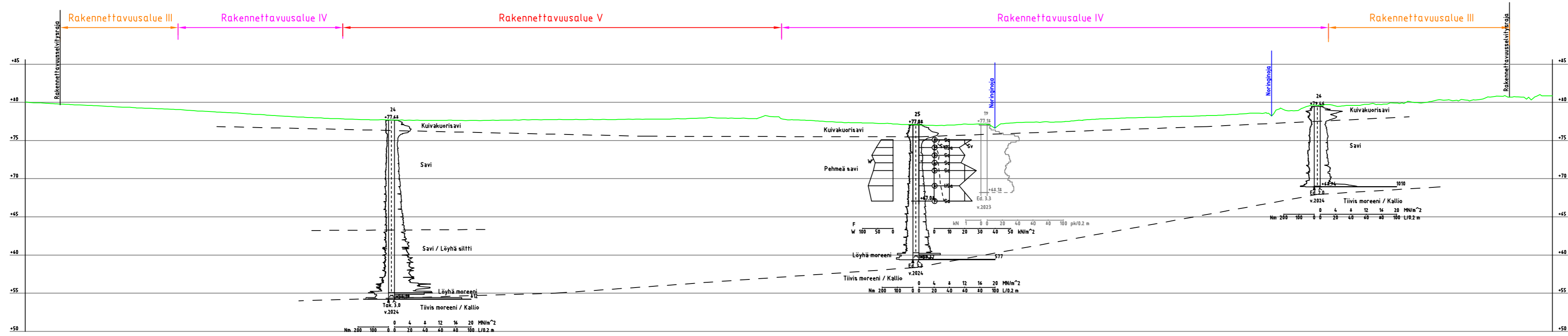
LEIKKAUS D - D 1:500/1:200



K.osa/ Kyla Pennala	Kortteli/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji Pohjarakennus	Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Piirustuksen sisältö Leikkauspiirustus Leikkaus D-D	Mittakaava 1:500/1:200
RAMBOLL	Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611		Suunn. ala GEO	Tiedosto
			Työnro 1510084977	
			Piirustusno 106	Muutos
Hyv. E. Auvinen, DI	Suunn. M. Karnaatti	Piirt. ASIR	Pvm 21.2.2025	

\\files\Projects\REH2024\021XX\REH2024\02193\4_Delivery43_Selvitys\kansi03_GEO\työkansio\Turkimuskartta.dwg

LEIKKAUS E - E
1:500/1:200



1510084977
x 4752402.6
y 24441759.6

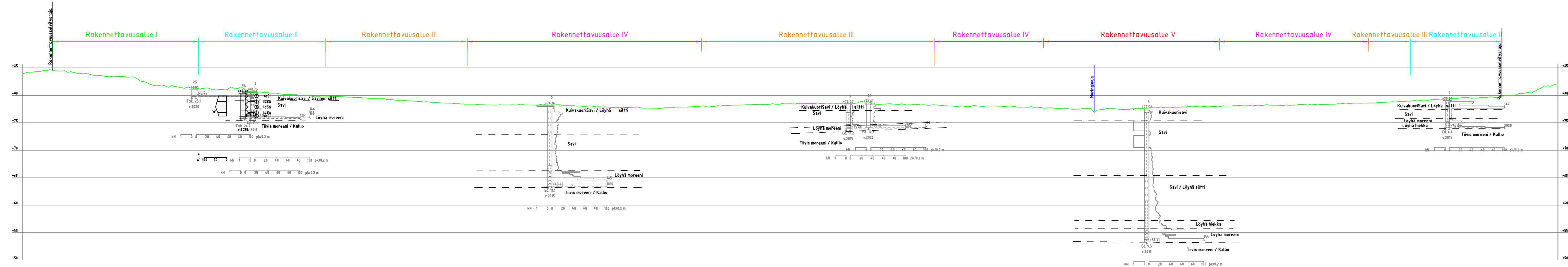
1510084977
x 4752417.5
y 24441927.4

1510084977
x 4752423.1
y 24441949.0

1510084977
x 4752451.4
y 24442054.3

K.osa/ Kylä Pennala	Kortteli/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
Rakennusloimenpide			Piirustuslaji Pohjarakennus	Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Piirustuksen sisältö Leikkauspiirustus Leikkaus E-E	Mittakaava 1:500/1:200
Suunn. ala GEO		Työnro 1510084977	Tiedosto	
Piirustusnro 107		Piirustuslaji Piirustus	Muutos	
Hyv. E. Auvinen, DI		Suunn. M. Karnaatti	Piirt. ASIR	Pvm 21.2.2025

LEIKKAUS F - F
1:500/1:200



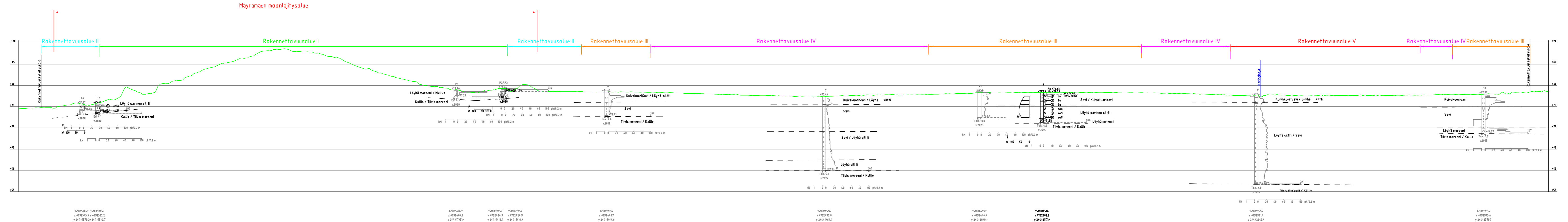
1510057957 x 4752554.4 y 24447734.4
 151005800919514 x 4752402529.1 y 24447734.4
 1510019514 x 47525418.0 y 24447998.4
 1510019514 1510044977 x 4752595.8 x 47525913.3 y 24448292.9 y 24448342.7
 1510019514 x 475242424.5 y 24448284.4
 1510019514 x 475242424.5 y 24448297.4

K.osa/ Kylä Pennala	Korttel/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
Rakennustoimenpide	Pohjarakennus		Piirustuslaji	Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK		Piirustuksen sisältö Leikkauspiirustus Leikkaus F-F	Mittakaava 1:500/1:200	
Suunn. ala Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611		Työnro GEO 1510084977	Tiedosto	
Piirustusnro 108		Piirustuskla	Muutos	
Hyv. E. Auvinen, DI		Suunn. M. Karnaatti	Piir. ASIR	Pvm 21.2.2025

\\files\Projects\REH2024\N021XX\REFH2024\N021934_Delivery\43_Selvitys\03_GEO\yhteyksien\Tutkimus\leikkaus\dwg

\\files\projects\REH\2024\02\4\02\1\XA\REH\2024\02\193\4_Delivery\43_Selvitys\set03_GEO\yokanajo\Tuikimuskartta.dwg

LEIKKAUS G - G
1:500/1:200

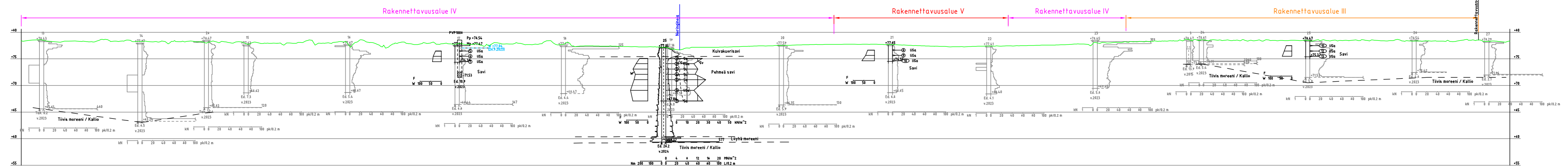


1510057057 1510057057
 x 4752343.3 y 24441970.2
 x 4752343.3 y 24441970.2
 1510057057 1510057057
 x 4752343.3 y 24441970.2
 x 4752343.5 y 24441970.9
 1510057056
 x 4752343.7 y 24441970.4
 1510057056
 x 4752343.4 y 24441970.4
 1510057056
 x 4752343.4 y 24441970.3

K.osa/ Kyla Pennala	Korttel/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintä	Rakluven nro
Rakennustoimipide	Pohjarakennus		Julkaisu nro	
Rakennuskohteen nimi ja osoite FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Piirustuksen sisältö Leikkauspiirustus Leikkaus G-G	Mittakaava 1:500/1:200
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611		Suunn. ala GEO	Työnro 1510084977	Tiedosto
Hyt. E. Auvinen, DI		Piirustusnro 109	Piirustuksia	Muutos
Suunn. M. Karnaatti		Piir. ASIR	Pvm 21.2.2025	

\\files\Projects\REH2024\N021\X1\REF\2024\N021\0304_Delivery\43_Selvitys\03_GEO\työkalu\Tulkinus\hankinta.dwg

LEIKKAUS H - H
1:500/1:200

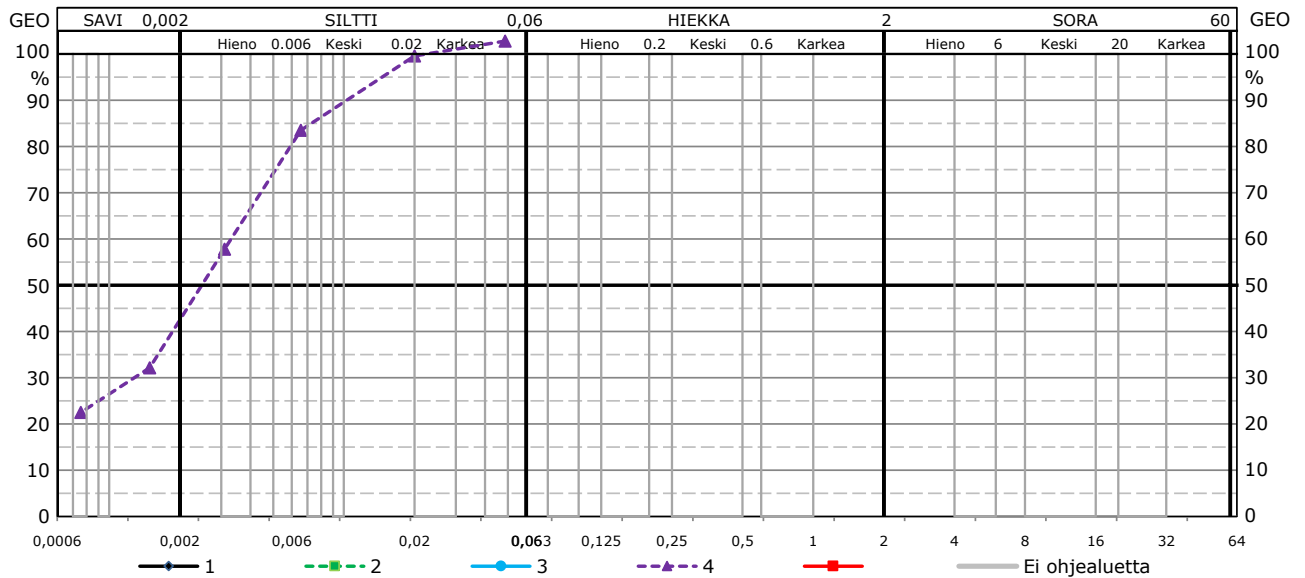


1510044977 x 4753099.5 y 24443044.6	1510044977 x 4753054.1 y 24443055.4	1510044977 x 4753037.0 y 24443064.9	1510044977 x 4753007.5 y 24443073.5	1510044977 x 4752943.9 y 24443093.3	1510044977 x 4752915.6 y 24443101.9	1510044977 x 4752847.6 y 24443109.8	1510044977 x 4752817.5 y 24443127.4	1510044977 x 4752774.6 y 24443144.7	1510044977 x 4752724.6 y 24443161.8	1510044977 x 4752643.9 y 24443202.7	1510044977 x 4752593.4 y 24443202.7	1510044977 x 4752544.5 y 24443201.4	1510044977 x 4752444.1 y 24443200.8	1510044977 x 4752395.9 y 24443205.9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

K.osa/ Kylä Pennala	Kortteli/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
Rakennustoimenpide	Pohjarakennus		Juokseva nro	
Rakennuskohteen nimi ja osat: FORTUM POWER AND HEAT OY Pennalan datakeskushankkeen OYK			Mittakaava 1:500/1:200	
Suunn. ala RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			Työnro GEO 1510084977	Tiedosto
Piirustusno 110			Piirustuskla Muutos	
Hyv. E. Auvinen, DI		Suunn. M. Karnaatti	Piir. ASIR	Pvm 21.2.2025

Työnumero 1510084977-009
 Tilaaja Fortum Power and Heat Oy
 Kohde Pennalan datakeskus, rakennettavuusselvitys
 Tutkija Katja Madetoja

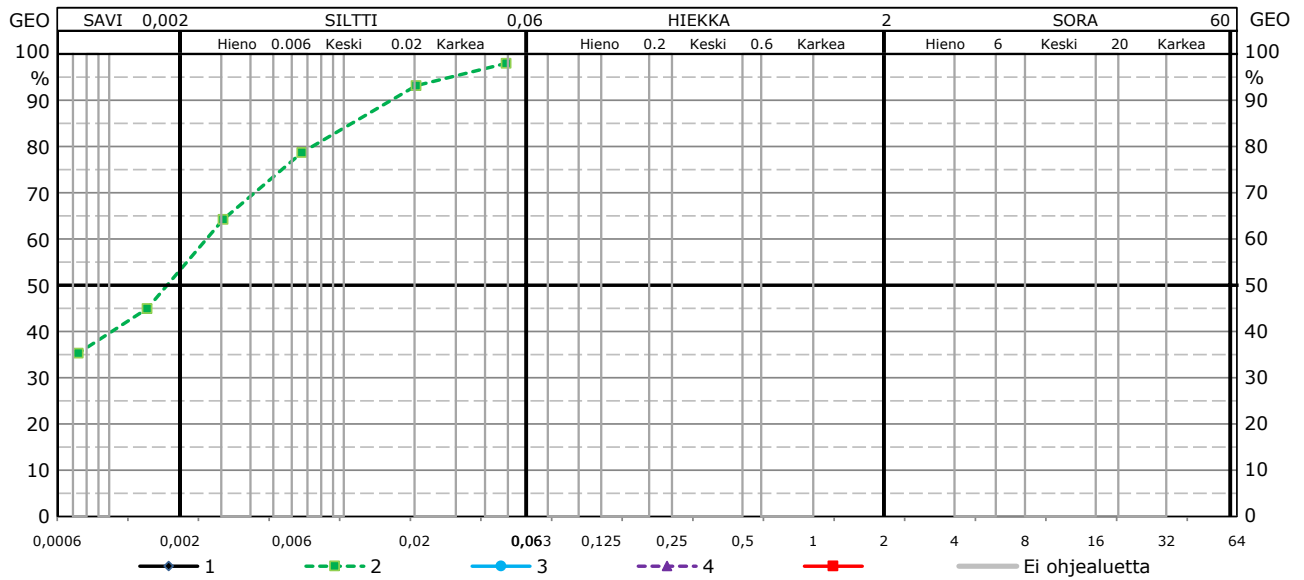
LIITE 7.1.2025



		1	2	3	4
Näytteen	piste	1	1	1	1
	syvyys	0,5-1	1,5-2	2,5-3	3-4
	ottamispäivä	11.12.2024	11.12.2024	11.12.2024	11.12.2024
	ottaja	MKO	MKO	MKO	MKO
	otin	KIK 60	KIK 60	KIK 60	KIK 60
Vesipitoisuus	%	27,9	48,9	37,1	37,2
Humuspitoisuus	%				
Hekkutushäviö 800°C	%				
Hienousluku					
Kapillaarisuus					
Tehokas raekoko	D10				
Tasaisuusluku	D60/D10				
Routivuus					Routiva
Hienoainespitoisuus	%				
Savipitoisuus	%				40,3
Maalaji	ISO				
Silmävar.määrittys	GEO	saSi	Sa	Sa	laSa
Maalaji	GEO				
Huom.		Seassa Hm, juuria			
Paino	kuiva				50,0
	areometri				50,0
Lämpötila	areometri				20,0
Raekoko, läpäisy-%	63				
SFS-EN 933-1	32				
	16				
	8				
	4				
	2				
	1				
	0,5				
	0,25				
	0,125				
	0,063				
Areometri	1min				0,0486 103
GLO-85	6min				0,0200 100
	1h				0,0066 84
	5h				0,0031 58
	1vrk				0,0015 32
	4vrk				0,0008 22

Työnumero 1510084977-009
 Tilaaja Fortum Power and Heat Oy
 Kohde Pennalan datakeskus, rakennettavuusselvitys
 Tutkija Katja Madetoja

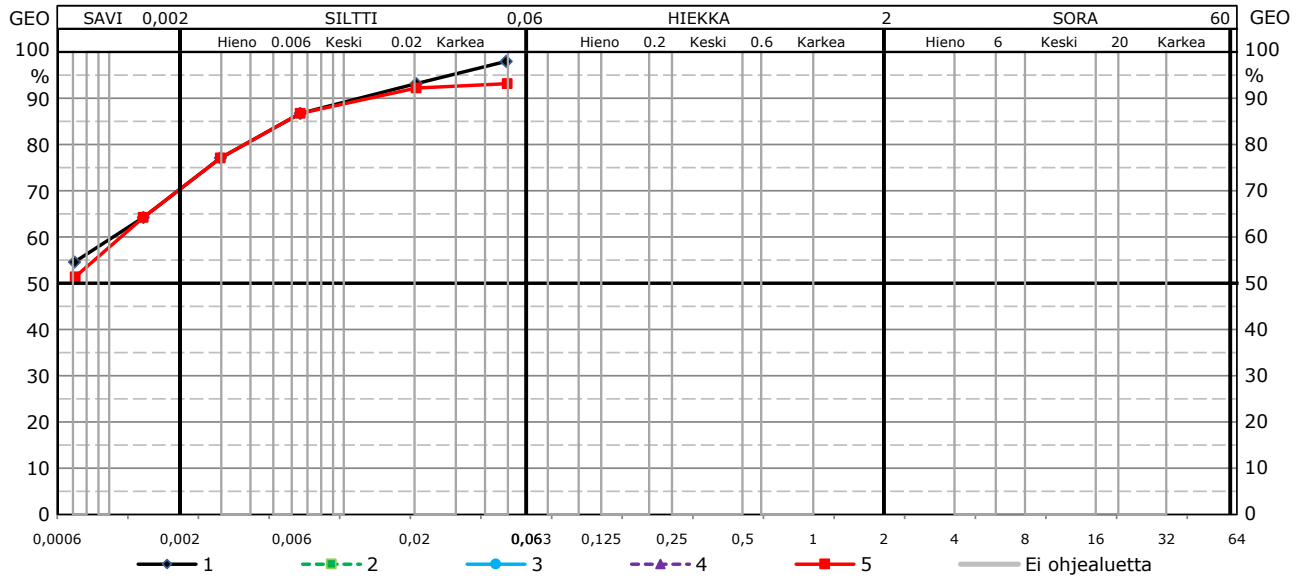
LIITE 7.1.2025



		1	2	3	4
Näytteen	piste	6	6	6	6
	syvyys	0,5-1	1,5-2	2,5-3	3-4
	ottamispäivä	12.12.2024	12.12.2024	12.12.2024	12.12.2024
	ottaja	MKO	MKO	MKO	MKO
	otin	KIK 60	KIK 60	KIK 60	KIK 60
Vesipitoisuus	%	30,8	34,0	38,7	37,5
Humuspitoisuus	%				
Hehkutushäviö 800°C	%				
Hienousluku					
Kapillaarisuus					
Tehokas raekoko	D10				
Tasaisuusluku	D60/D10				
Routivuus			Routiva		
Hienoainespitoisuus	%				
Savipitoisuus	%		51,6		
Maalaji	ISO				
Silmävar.määrittys	GEO	saSi		Sa	Sa
Maalaji	GEO		liSa		
Huom.		Seassa Hm			
Paino	kuiva		50,0		
	areometri		50,0		
Lämpötila	areometri		20,0		
Raekoko, läpäisy-%	63				
SFS-EN 933-1	32				
	16				
	8				
	4				
	2				
	1				
	0,5				
	0,25				
	0,125				
	0,063				
Areometri	1min		0,0492 98		
GLO-85	6min		0,0203 93		
	1h		0,0066 79		
	5h		0,0031 64		
	1vrk		0,0014 45		
	4vrk		0,0007 35		

Työnumero 1510084977-009
 Tilaaja Fortum Power and Heat Oy
 Kohde Pennalan datakeskus, rakennettavuusselvitys
 Tutkija Katja Madetoja

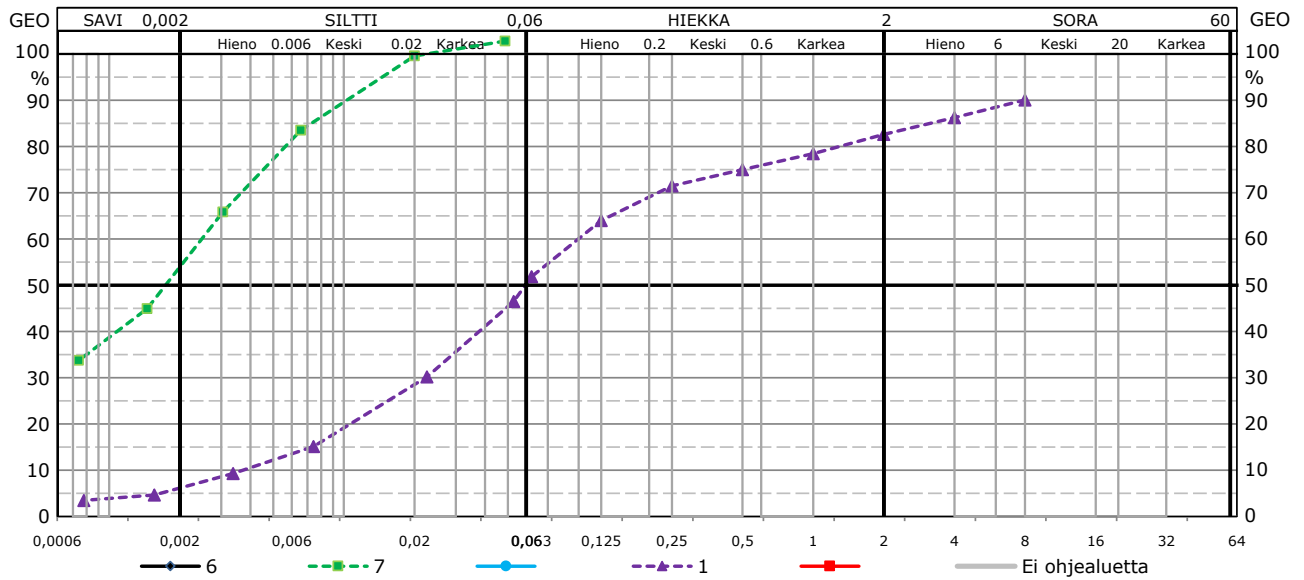
LIITE 7.1.2025



		1	2	3	4	5	
Näytteen	piste	13	13	13	13	13	
	syvyys	2	3	4	5	6	
	ottamispäivä	13.12.2024	13.12.2024	13.12.2024	13.12.2024	12.12.2024	
	ottaja	MKO	MKO	MKO	MKO	Mko	
	otin	KIK 60	KIK 60	KIK 60	KIK 60	KIK60	
Vesipitoisuus	%	40,2	48,4	39,9	46,1	69,9	
Humuspitoisuus	%						
Hekkutushäviö 800°C	%						
Hienousluku							
Kapillaarisuus							
Tehokas raekoko	D10						
Tasaisuusluku	D60/D10						
Routivuus		Routiva				Routiva	
Hienoainespitoisuus	%						
Savipitoisuus	%	69,2				69,2	
Maalaji	ISO						
Silmävar.määrittys	GEO		Sa	Sa	Sa		
Maalaji	GEO	liSa				liSa	
Huom.		juuria					
Paino	kuiva	g					
	areometri	g	50,0			50,0	
Lämpötila	areometri	°C	20,0			20,0	
Raekoko, läpäisy-%							
SFS-EN 933-1							
	63						
	32						
	16						
	8						
	4						
	2						
	1						
	0,5						
	0,25						
	0,125						
	0,063						
Areometri	1min	0,0492	98,0			0,0497	93
GLO-85	6min	0,0203	93,2			0,0204	92
	1h	0,0065	86,7			0,0065	87
	5h	0,0030	77,1			0,0030	77
	1vrk	0,0014	64,2			0,0014	64
	4vrk	0,0007	54,6			0,0007	51

Työnumero 1510084977-009
 Tilaaja Fortum Power and Heat Oy
 Kohde Pennalan datakeskus, rakennettavuusselvitys
 Tutkija Katja Madetoja

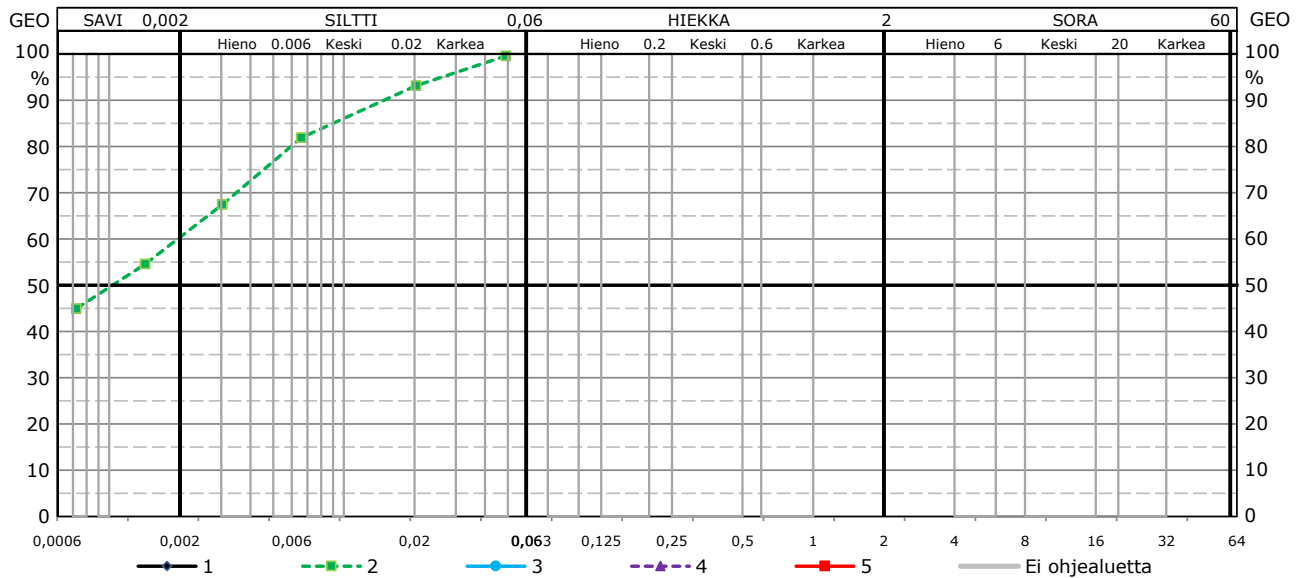
LIITE 7.1.2025



		6	7	1
Näytteen	piste	13	13	18
	syvyys	8	11	0,5-1
	ottamispäivä	13.12.2024	13.12.2024	18.12.2024
	ottaja	MKO	MKO	PELAA
	otin	KIK 60	KIK 60	KIK 60
Vesipitoisuus	%	61,3	57,9	25,9
Humuspitoisuus	%			
Hehkutushäviö 800°C	%			
Hienousluku				
Kapillaarisuus				
Tehokas raekoko	D10			0,0039
Tasaisuusluku	D60/D10			27,11
Routivuus			Routiva	Routiva
Hienoainespitoisuus	%			50,2
Savipitoisuus	%		52,2	5,8
Maalaji	ISO			
Silmävar.määrittys	GEO	Sa		
Maalaji	GEO		liSa	hkSiMr
Huom.				juuria Pesuseulottu
Paino	kuiva		50,0	50,0
	areometri		50,0	50,0
Lämpötila	areometri		20,0	20,0
Raekoko, läpäisy-%				
SFS-EN 933-1	63			
	32			
	16			
	8			8,000 90,1
	4			4,000 86,3
	2			2,000 82,6
	1			1,000 78,5
	0,5			0,500 75,0
	0,25			0,250 71,5
	0,125			0,125 64,0
	0,063			0,063 51,8
Areometri	1min		0,0486 103	0,0530 46
GLO-85	6min		0,0200 100	0,0226 30
	1h		0,0066 84	0,0074 15
	5h		0,0030 66	0,0034 9
	1vrk		0,0014 45	0,0016 5
	4vrk		0,0007 34	0,0008 3

Työnumero 1510084977-009
 Tilaaja Fortum Power and Heat Oy
 Kohde Pennalan datakeskus, rakennettavuusselvitys
 Tutkija Katja Madetoja

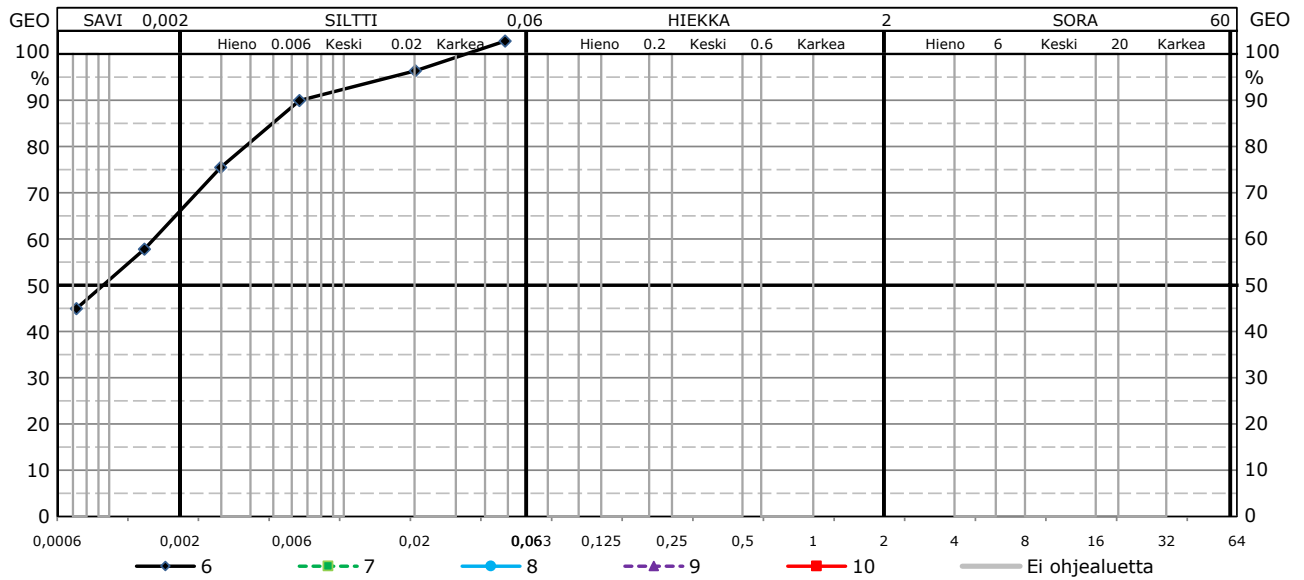
LIITE 7.1.2025



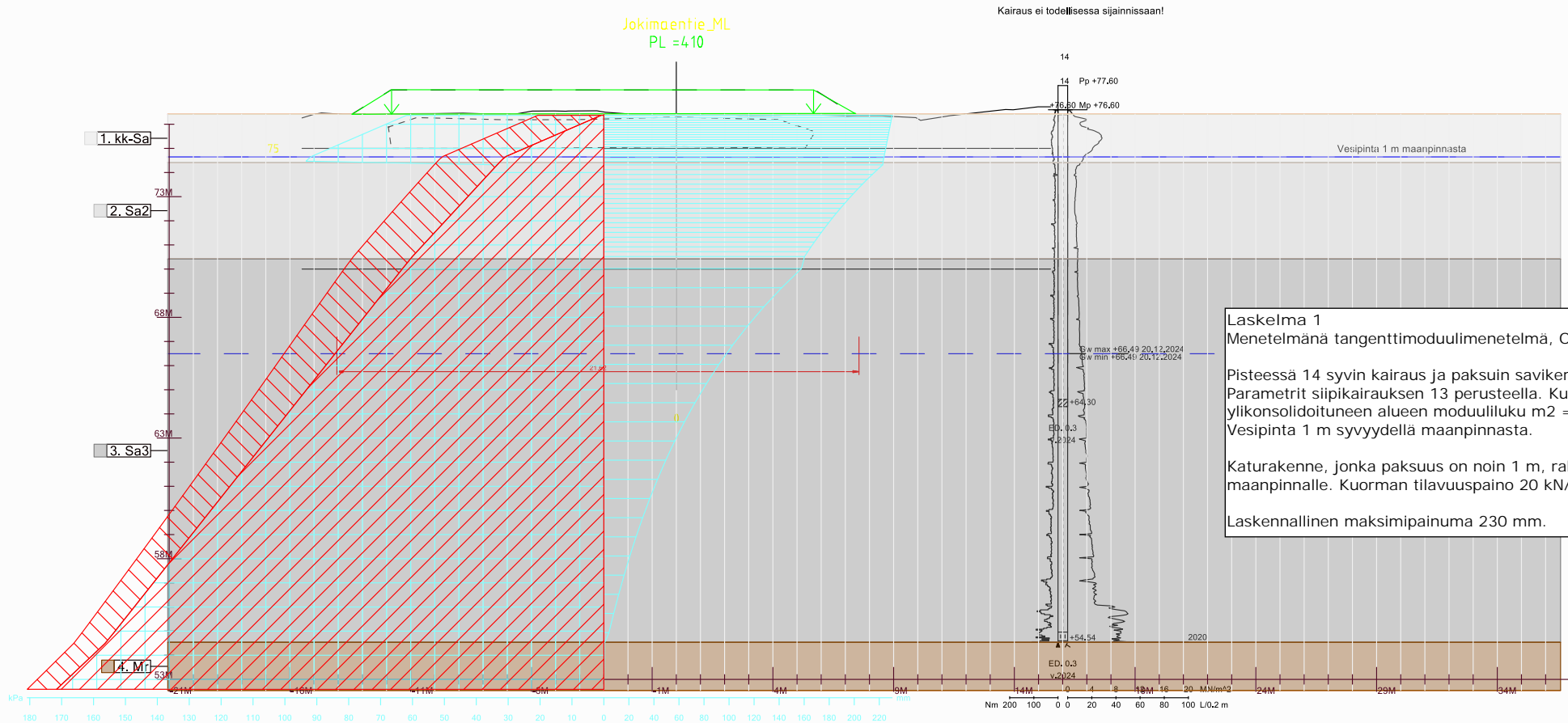
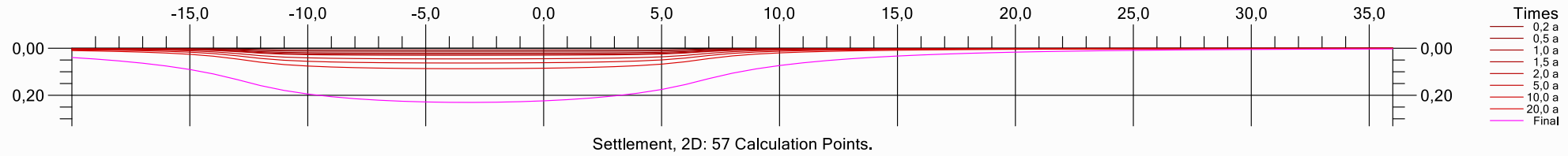
		1	2	3	4	5
Näytteen piste		25	25	25	25	25
syvyys		2	3	4	5	6
ottamispäivä		20.12.2024	20.12.2024	20.12.2024	20.12.2024	20.12.2024
ottaja		MKO	MKO	MKO	MKO	Mko
otin		KIK 60	KIK 60	KIK 60	KIK 60	KIK60
Vesipitoisuus	%	38,7	55,0	69,5	58,1	63,9
Humuspitoisuus	%					
Hehkutushäviö 800°C	%					
Hienousluku						
Kapillaarisuus						
Tehokas raekoko	D10					
Tasaisuusluku	D60/D10					
Routivuus			Routiva			
Hienoainespitoisuus	%					
Savipitoisuus	%		59,2			
Maalaji	ISO					
Silmävar.määrittys	GEO	Sa		Sa	Sa	Sa
Maalaji	GEO		liSa			
Huom.						
Paino kuiva	g					
areometri	g		50,0			
Lämpötila	areometri °C		20,0			
Raekoko, läpäisy-%	63					
SFS-EN 933-1	32					
	16					
	8					
	4					
	2					
	1					
	0,5					
	0,25					
	0,125					
	0,063					
Areometri	1min		0,0490	100		
GLO-85	6min		0,0203	93		
	1h		0,0066	82		
	5h		0,0030	67		
	1vrk		0,0014	55		
	4vrk		0,0007	45		

Työnumero 1510084977-009
 Tilaaja Fortum Power and Heat Oy
 Kohde Pennalan datakeskus, rakennettavuusselvitys
 Tutkija Katja Madetoja

LIITE 7.1.2025



		6	7	8	9	10
Näytteen	piste	25	25			
	syvyys	8	10			
	ottamispäivä	20.12.2024	20.12.2024			
	ottaja	MKO	MKO			
	otin	KIK 60	KIK 60			
Vesipitoisuus	%	80,9	70,1			
Humuspitoisuus	%					
Hehkutushäviö 800°C	%					
Hienousluku						
Kapillaarisuus						
Tehokas raekoko	D10					
Tasaisuusluku	D60/D10					
Routivuus		Routiva				
Hienoainespitoisuus	%					
Savipitoisuus	%	64,4				
Maalaji	ISO					
Silmävar.määrittys	GEO		Sa			
Maalaji	GEO	liSa				
Huom.						
Paino	kuiva	g				
	areometri	g	50,0			
Lämpötila	areometri	°C	20,0			
Raekoko, läpäisy-%	63					
SFS-EN 933-1	32					
	16					
	8					
	4					
	2					
	1					
	0,5					
	0,25					
	0,125					
	0,063					
Areometri	1min	0,0486	102,8			
GLO-85	6min	0,0202	96,4			
	1h	0,0065	89,9			
	5h	0,0030	75,5			
	1vrk	0,0014	57,8			
	4vrk	0,0007	45,0			



Laskelma 1
Menetelmänä tangenttimoduulimenetelmä, Ohde-Janbu

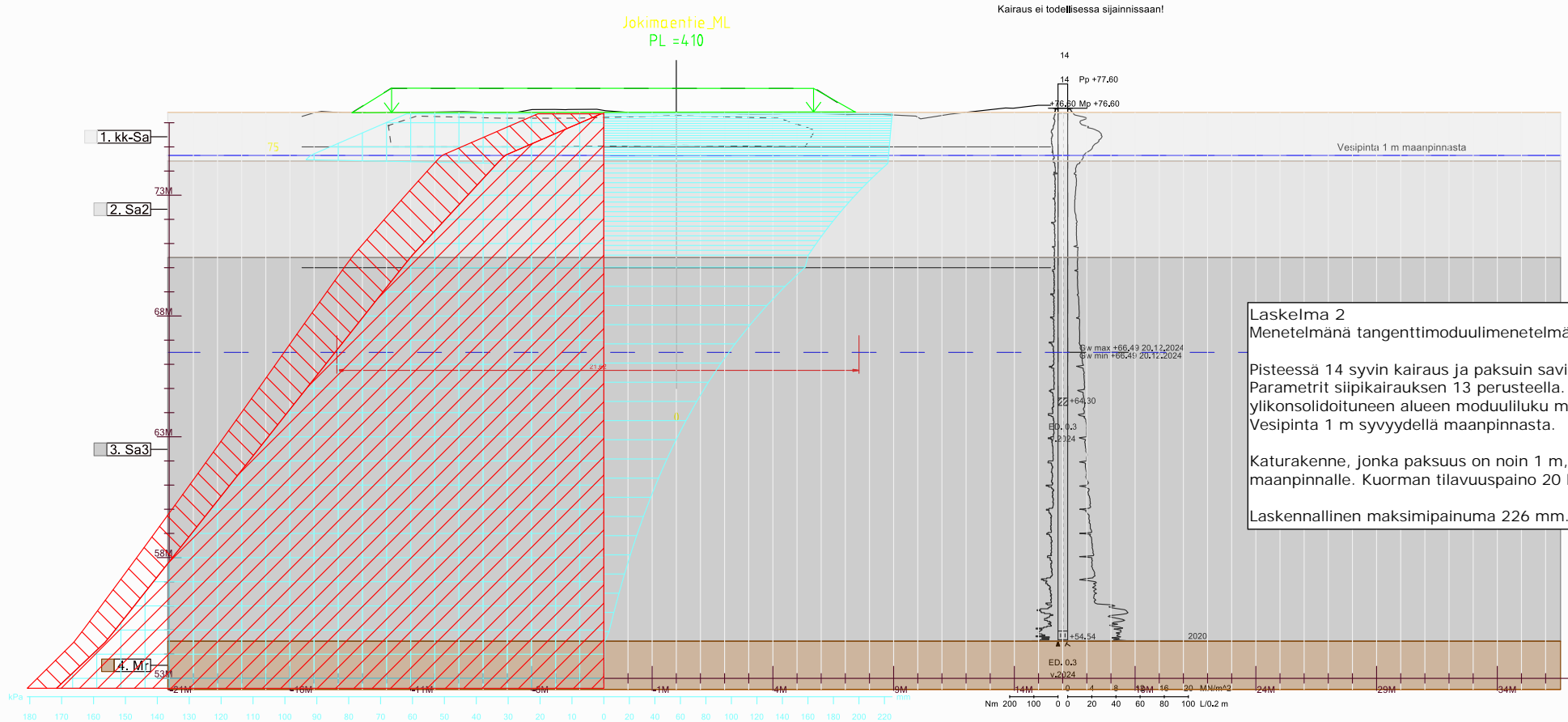
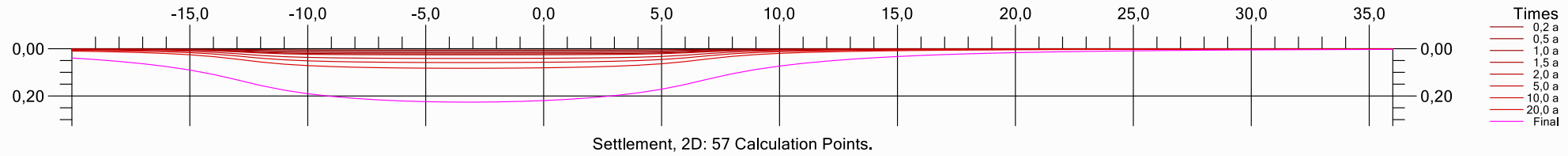
Pisteessä 14 syvin kairaus ja paksuin savikerros. Parametrit siipikairauksen 13 perusteella. Kuivakuorisaven ylikonsolidoituneen alueen moduuliluku $m_2 = 52,50$. Vesipinta 1 m syvyydellä maanpinnasta.

Katurakenne, jonka paksuus on noin 1 m, rakennettu maanpinnalle. Kuorman tilavuuspaino 20 kN/m^3 .

Laskennallinen maksimipainuma 230 mm.

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	C_v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	oc oedo [kPa]	m1 bound to oc	POP
1 kk-Sa	17,500	17,500	Constant cv	0,50000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP	25,20	0,06	52,50	1,00	0,00	no	61,00
2 Sa2	17,000	17,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	21,50	0,02			0,00	no	
3 Sa3	16,000	16,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	13,30	-0,12			0,00	no	
4 Mr	18,000	18,000	Constant cv	0,50000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0,50			0,00	no	

1510084977/Pennala, datak. oyk
Fortum
Painumalaskelma, PL410
M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy
GeoCalc 6.0.0 (17.01.2025 13:16)



Laskelma 2
Menetelmä tangentialmodulimenetelmä, Ohde-Janbu

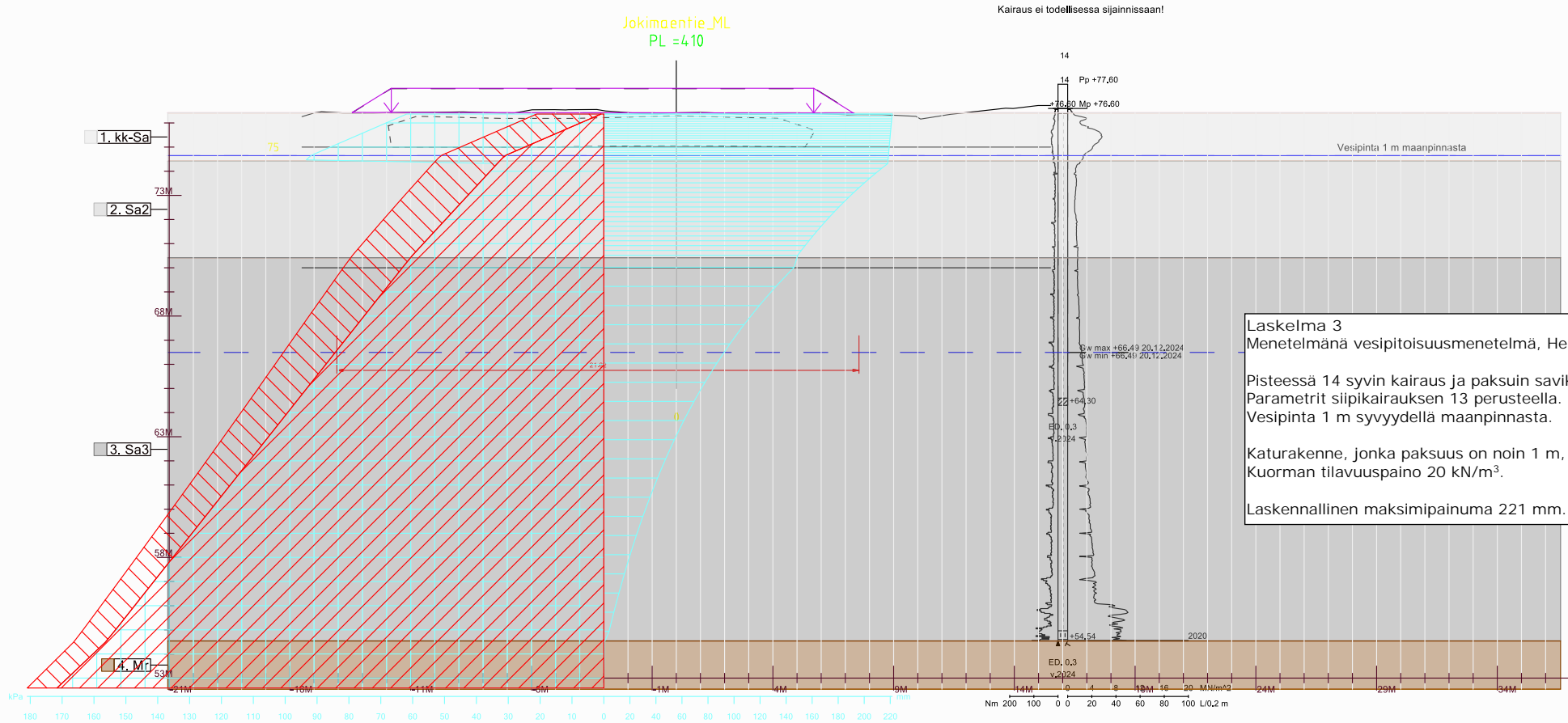
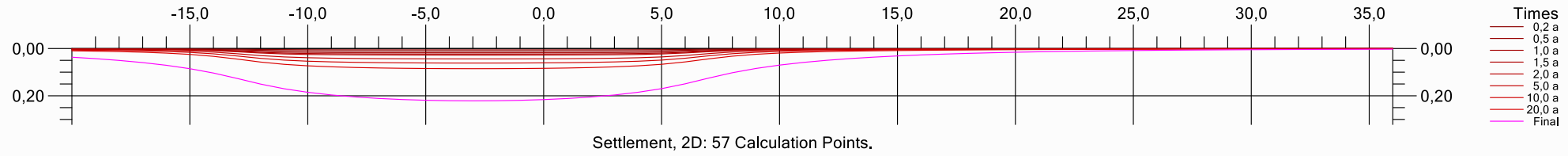
Pisteessä 14 syvin kairaus ja paksuin savikerros. Parametrit siipikairauksen 13 perusteella. Kuivakuorisaven ylikonsolidoituneen alueen moduuliluku $m_2 = 120$. Vesipinta 1 m syvyydellä maanpinnasta.

Katurakenne, jonka paksuus on noin 1 m, rakennettu maanpinnalle. Kuorman tilavuuspaino 20 kN/m^3 .

Laskennallinen maksimipainuma 226 mm.

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	oc oedo [kPa]	m1 bound to oc	POP
1 kk-Sa	17,500	17,500	Constant cv	0,50000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP	25,20	0,06	120,00	1,00	0,00	no	61,00
2 Sa2	17,000	17,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	21,50	0,02			0,00	no	
3 Sa3	16,000	16,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	13,30	-0,12			0,00	no	
4 Mr	18,000	18,000	Constant cv	0,50000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0,50			0,00	no	

1510084977/Pennala, datak. oyk
Fortum
Painumalaskelma, PL410
M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy
GeoCalc 6.0.0 (17.01.2025 13:19)



Laskelma 3
Menetelmänä vesipitoisuusmenetelmä, Helenelund

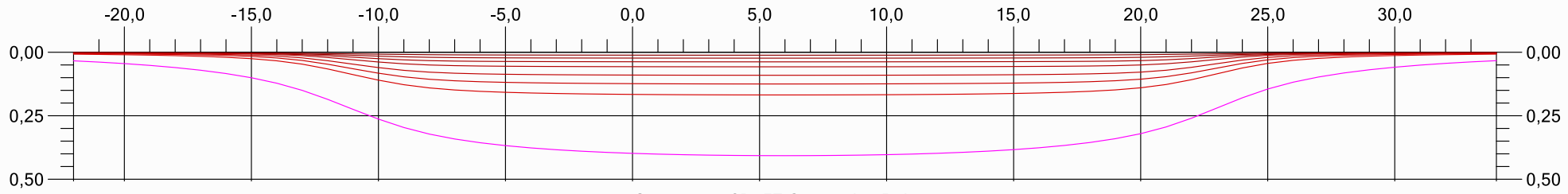
Pisteessä 14 syvin kairaus ja paksuin savikerros.
Parametrit siipikairauksen 13 perusteella.
Vesipinta 1 m syvyydellä maanpinnasta.

Katurakenne, jonka paksuus on noin 1 m, maanpinnalla.
Kuorman tilavuuspaino 20 kN/m³.

Laskennallinen maksimipainuma 221 mm.

	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	$\beta 1$	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	m2	w [%]	POP
1	kk-Sa	17,500	17,500	Constant cv	0,50000	5,00000	no	w Helenelund	POP						40,00	61,00
2	Sa2	17,000	17,000	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						44,80	
3	Sa3	16,000	16,000	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						63,00	
4	Mr	18,000	18,000	Constant cv	0,50000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0,50	0,00	no			

1510084977/Pennala, datak. oyk
Fortum
Painumalaskelma, PL410
M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy

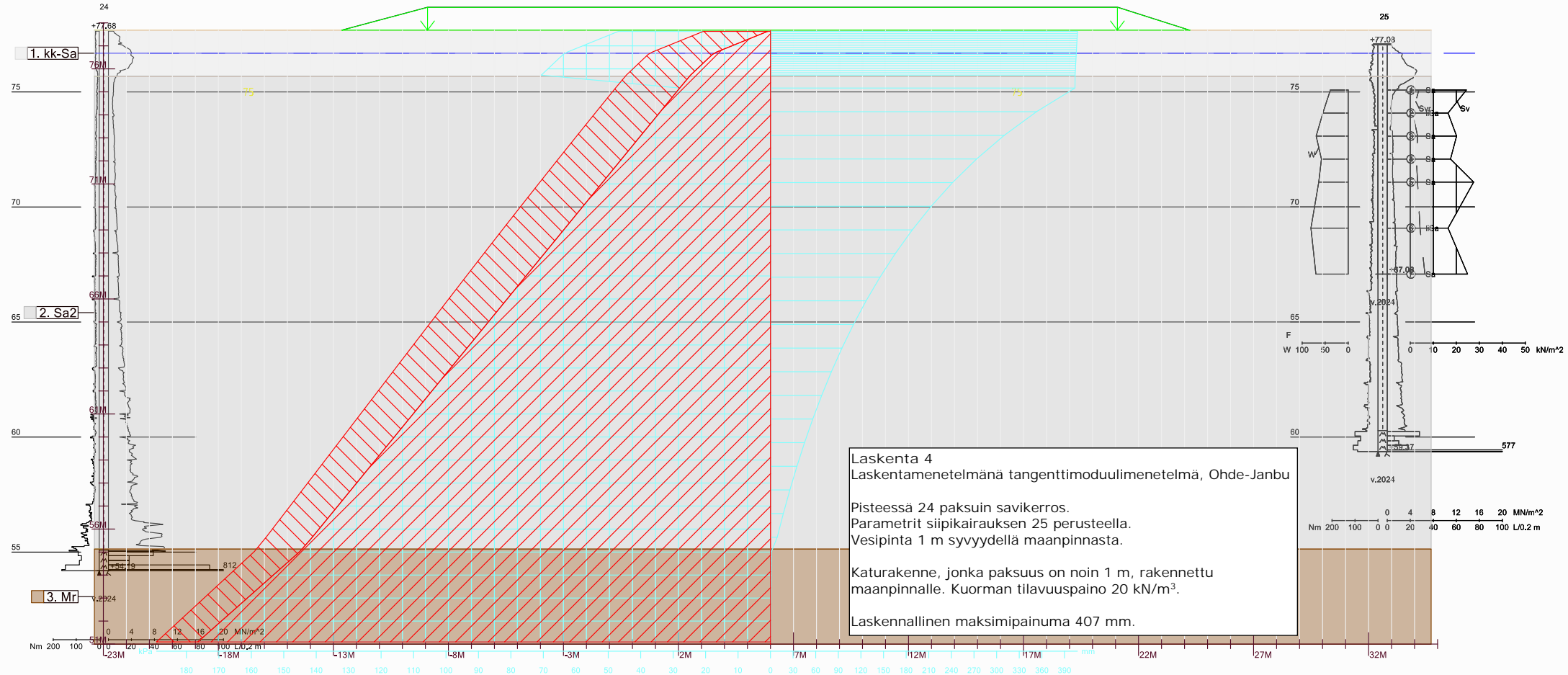


Settlement, 2D: 57 Calculation Points.

- Times**
- 0,2 a
 - 0,5 a
 - 1,0 a
 - 2,0 a
 - 5,0 a
 - 10,0 a
 - 20,0 a
 - Final

Huom. Kairaus 24 ei todellisessa sijainnissaan!

Huom. Kairaus 25 ei todellisessa sijainnissaan!



Laskenta 4
Laskentamenetelmänä tangenttimoduulimenetelmä, Ohde-Janbu

Pisteessä 24 paksuin savikerros.
Parametrit siipikairauksen 25 perusteella.
Vesipinta 1 m syvyydellä maanpinnasta.

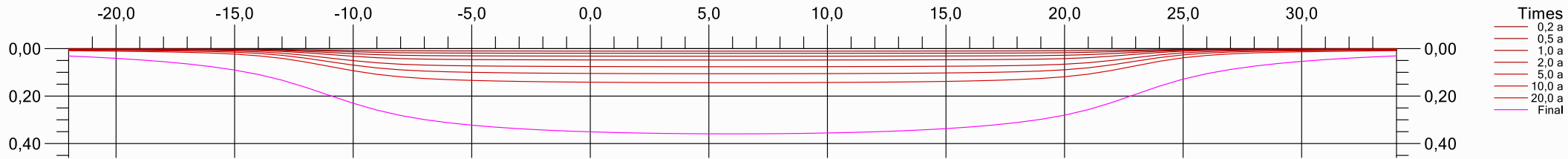
Katurakenne, jonka paksuus on noin 1 m, rakennettu maanpinnalle. Kuorman tilavuuspaino 20 kN/m³.

Laskennallinen maksimipainuma 407 mm.

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	C_v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	σ_{oedo} [kPa]	m1 bound to σ_c	POP
1 kk-Sa	17,500	17,500	Constant c_v	0,50000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP	25,20	0,06	120,00	1,00	0,00	no	46,00
2 Sa2	15,800	15,800	Constant c_v	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	12,40	-0,14			0,00	no	
3 Mr	18,000	18,000	Constant c_v	0,50000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0,50			0,00	no	

1510084977/Pennala, datak.o.yk
Fortum
Painumalaskelma, Noringinoja
M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy

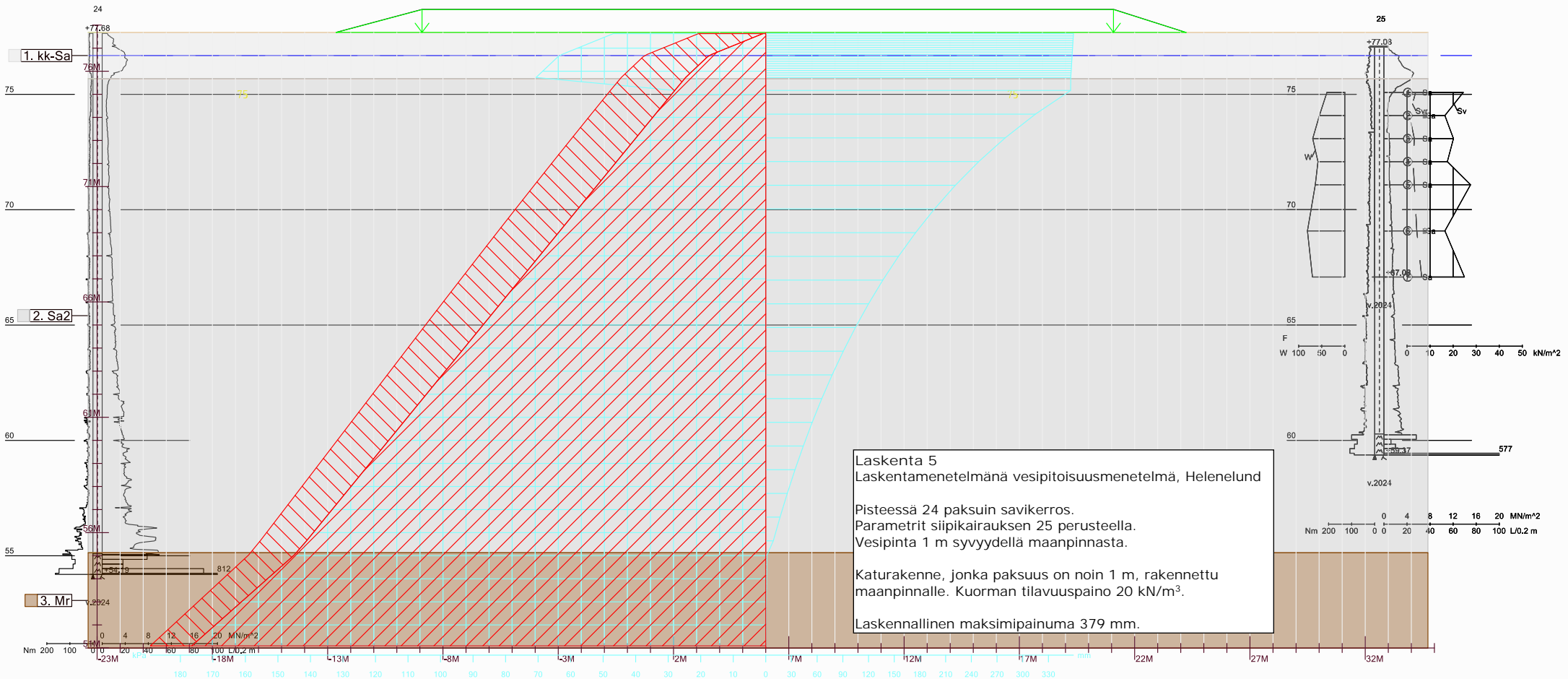
GeoCalc 6.0.0 (24.01.2025 16:28)



Settlement, 2D: 57 Calculation Points.

Huom. Kairaus 24 ei todellisessa sijainnissaan!

Huom. Kairaus 25 ei todellisessa sijainnissaan!



Laskenta 5
Laskentamenetelmänä vesipitoisuusmenetelmä, Helenelund

Pisteessä 24 paksuin savikerros.
Parametrit siipikairauksen 25 perusteella.
Vesipinta 1 m syvyydellä maanpinnasta.

Katurakenne, jonka paksuus on noin 1 m, rakennettu maanpinnalle. Kuorman tilavuuspaino 20 kN/m³.

Laskennallinen maksimipainuma 379 mm.

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	C_v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	$\sigma_{c\ oedo}$ [kPa]	m1 bound to σ_c	m2	w [%]	POP
1 kk-Sa	17,500	17,500	Constant cv	0,50000	5,00000	no	w Helenelund	POP						40,00	46,00
2 Sa2	15,800	15,800	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						70,00	
3 Mr	18,000	18,000	Constant cv	0,50000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0,50	0,00	no			

1510084977/Pennala, datak.oyk
Fortum
Painumalaskelma, Noringinoja
M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy