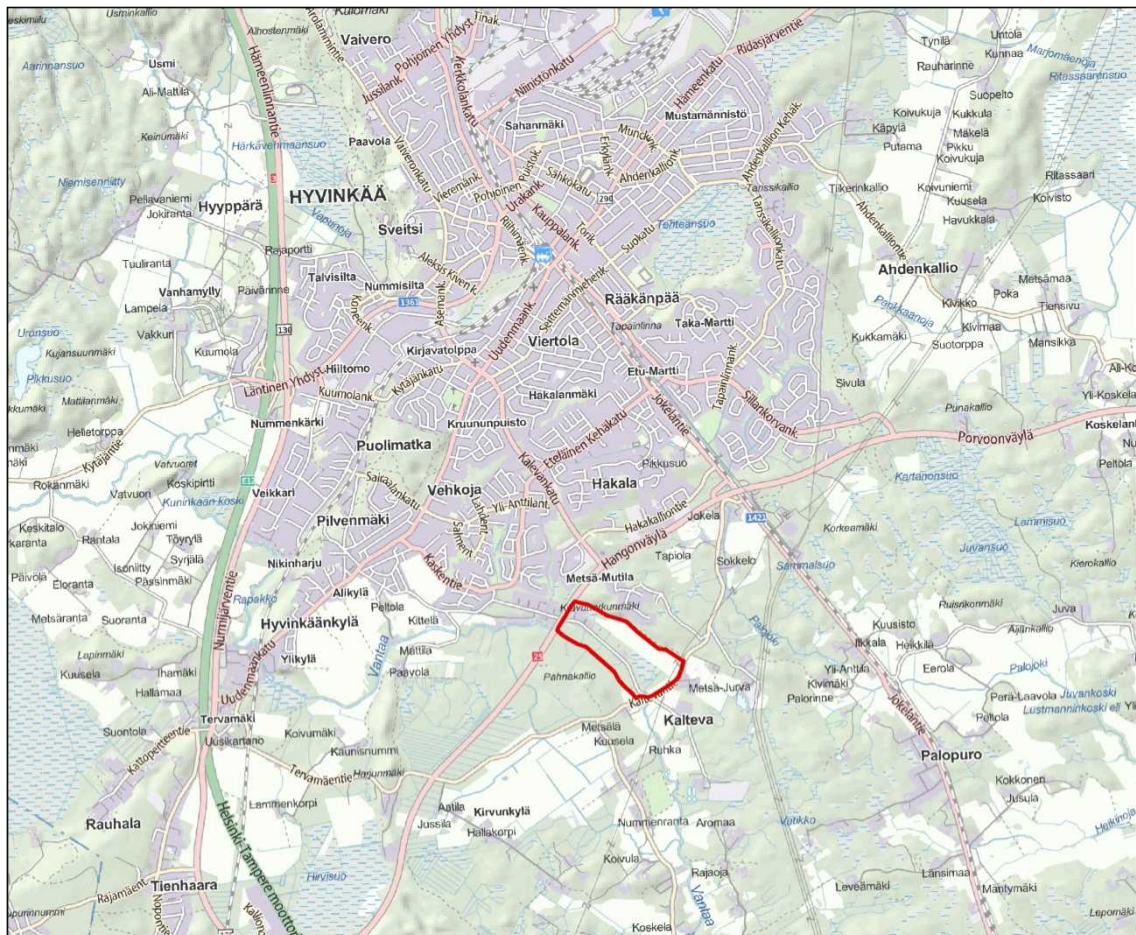


Päivämäärä
30.4.2014

HYVINKÄÄN KAUPUNKI

RAKENNETTAVUUS- JA PERUSTAMISTAPASELVIITYS

KRAVUNLAAKSO, METSÄKALTEVA



HYVINKÄÄN KAUPUNKI
RAKENNETTAVUUSSELVITYS
KRAVUNLAAKSO, METSÄKALTEVA

Päivämäärä 30.4.2014
Laatijat FM Oscar Lindfors
Hyväksyjä DI Antero Olaste

Viite 1510008506

Raportissa käytetyt pohjakartat © Maanmittauslaitos, lupanro 3/MML/14

Ramboll
Säterinkatu 6
PL 25
02601 ESPOO
T +358 20 755 611
F +358 20 755 6535
www.ramboll.fi

SI SÄLLYSLUETTELO

1.	Yleistä	1
2.	Aluekuvaus	2
2.1	Topografia	2
2.2	Pohjasuhteet	3
2.2.1	<i>Yleiskuvaus</i>	3
2.2.2	<i>Pohjatutkimukset</i>	4
2.2.3	<i>Pohjatutkimuksiin perustuva maaperätulkinta</i>	4
2.3	Pohjavesi	6
2.4	Pintavedet	7
2.5	Painumat ja stabiilitteetti	7
3.	Alueen rakennettavuus ja perustamistavat	8
3.1	Yleistä alueen rakennettavuudesta	8
3.2	Täyttö ja maaleikkaus	9
3.3	Rakennusten perustamistavat maaperäalueittain	9
3.3.1	<i>Alue 1 (Vantaanjoen läheisyys)</i>	11
3.3.2	<i>Alue 2 (pohjoisosa)</i>	11
3.3.3	<i>Alueet 3 ja 4 (Savi-/silttialueet)</i>	11
3.4	Piha- ja liikennealueiden perustaminen	12
3.5	Kunnallistekniikan perustaminen	12
4.	Yleisiä huomioita rakentamisessa	13
4.1	Esikuormitus ja kevennys	13
4.2	Kaivannot	14
4.3	Rakennusten ja piha-alueiden kuivatus	14
4.4	Radon	15
5.	Yhteenveto	15

Piirustukset

14009-1300	Pohjatutkimuskartta	1:2000
14009-1301	Kairausten päättymistasokäyrästä	1:2000
14009-1302...14009-1307	Leikkauspiirustukset (A-A...G-G)	1:500 / 1:200

Liitteet

Liite 1	Maanäytteiden laboratoriotutkimustulokset
Liite 2	Stabiilitteetilaskelmat

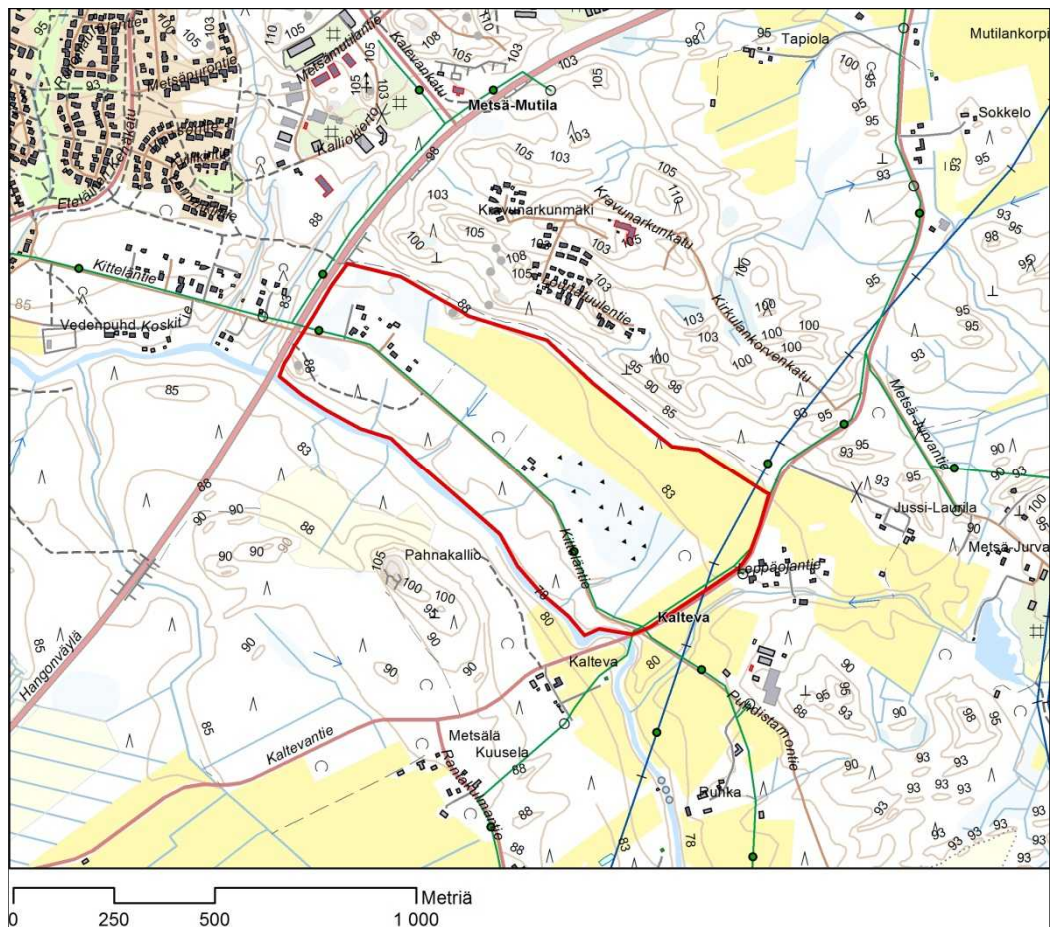
1. YLEISTÄ

Tämän rakennettavuus- ja perustamistapaselvityksen kohteena on Hyvinkään kaupungissa Metsäkaltevan kaupunkiosassa sijaitseva ns. Kravunlaakson alue. Alue rajautuu pohjoisessa Kravunarkunmäkeen (asuntomessualueeseen ja Kravunrinteen asuinalueeseen), kaakossa Kaltevantiehen, etelässä Vantaanjokeen ja lännessä valtatie 25:een. Hyvinkään ydinkeskustaan on etäisyyttä noin 4...5 km. Alueen sijaintikartta on esitetty raportin kansikuvassa sekä kuvassa 1.

Kravunlaakson alue on pinta-alaltaan noin 54 ha. Alue on pääosin rakentamatonta metsä- ja peltoaluetta, mutta alueen halki kulkevan Kitteläntien varrella on pientaloasutusta etenkin valtatie 25:n läheisyydessä. Kravunlaakson kaavoitustyö on käynnistetty syksyllä 2013. Kaavan osallistumis- ja arviointisuunnitelma (OAS) on ollut nähtävillä 18.12.2013–17.1.2014. Aluetta on tarkoitus asemakaavoittaa 2-3 osassa. Asemakaavojen tarkoituksena on Metsäkaltevan asuntoalueen laajentaminen keskustaajaman osayleiskaavan, maankäytön toteuttamisohjelman sekä Metsäkaltevan yleissuunnitelman 2013 periaatteiden mukaisesti. Tavoitteena on suunnitella Kravunlaaksosta viihtyisiä pientaloalue, joka koostuu muutamasta yhtiömuotoisesta tontista sekä erikokoisista omakotitonteista. Alueelle on tarkoitus sijoittaa kooltaan perinteisten omakotitonttien lisäksi muutamia sekä pienempiä (n. 600-700 m²) että selvästi suurempia (n. 1200 m²) tontteja. Lisäksi alueelle sijoitetaan kaksi YL-tonttia esim. päiväkoteja varten (lähde: OAS). Kaavaluonnos ei ole vielä valmistunut.

Tämä rakennettavuus- ja perustamistapaselvitys on tehty kaavoitustyön tueksi. Selvitystä varten on alueella tehty uusia painokairauksia ja otettu häiriintyneitä maanäytteitä sekä suoritettu laboratoriotestejä. Lisäksi käytössä on ollut aiemmin tehtyjä pohjatutkimuksia sekä maaperäkartta. Alueella on tehty pohjatutkimuksia painumien arvioimiseksi jo aiemmin (Ramboll, 2007).

Selvitys on tehty Hyvinkään kaupungin toimeksiannosta. Hyvinkään yhteyshenkilönä on toiminut suunnittelupäällikkö Kari Pulkkinen. Työstä on Rambollissa vastannut Oscar Lindfors ja Antero Olaste.



Kuva 1. Alueen maastokartta

2. ALUEKUVAUS

2.1 Topografia

Topografialtaan selvitysalue on suhteellisen tasaista viettäen pohjoisesta etelään. Maanpinnan korko vaihtelee pääosin tasovälillä +80...+87. Välittömästi selvitysalueen pohjoispuolella maasto nousee jyrkästi, ollen Kravunarkunmäen alueella korkeimmillaan tasolla noin +110. Etelässä selvitysalue rajoittuu Vantaanjokeen, jossa vedenpinta on tasolla noin +76. Joen ranta-alue on maastomuodoltaan melko jyrkkäpiirteinen, sillä jokiuoman yläosassa maanpinta on vedenpintaa noin 3...4 m korkeammalla. Vantaanjoen eteläpuolella maasto nousee korkeimmillaan tasoon noin +112. Alueen itäpuolella kulkeva Kaltevantie on tasolla +82...+86 ja länsipuolella kulkeva Hangonväylä tasolla noin +84...+88.

Vantaanjokeen liittyy Kravunlaakson puolelta neljä luontaista luonnonpuroa, jotka savikoilla virtaavat matalissa raviineissa. Selvitysalueella on myös kaittettuja ojia, lähinnä alueen keskiosissa Kitteläntien pohjoispuolisella alueella.

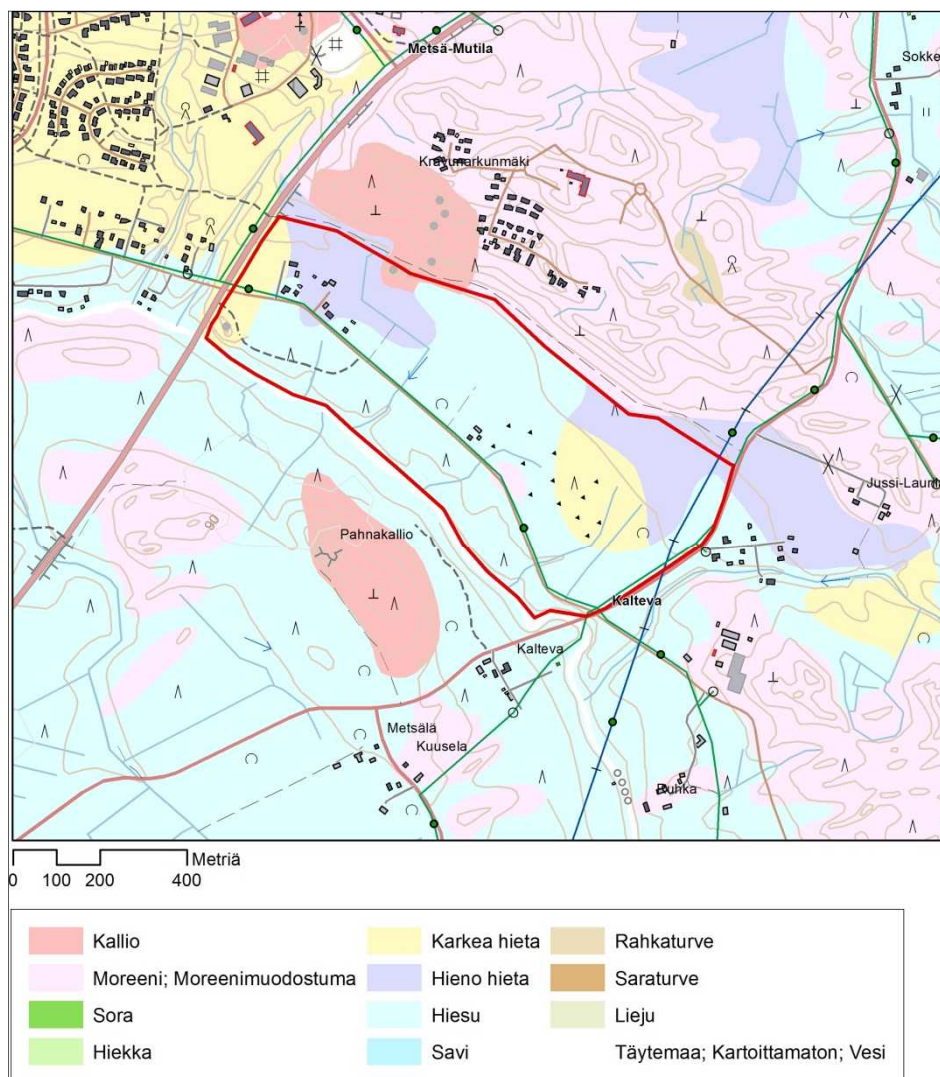
Kravunlaakson alueelta alimmat suositeltava rakennuskorkeudet on kaavoitustyön yhteydessä arvioitu kahdessa pisteessä: Hangonväylän (Vt 25) sillan kohdalla +80,64 m ja Kaltevantien sillan kohdalla + 80,34 m (N2000). Kra-

vunlaakson alue ei ole varsinaisesti tulvalle altista aluetta, mutta alimmat rakentamiskorkeudet vaikuttavat etenkin alueen kaakkoisosassa siihen, miten lähelle Vantaanjokea voidaan rakentaa (lähde OAS).

2.2 Pohjasuhteet

2.2.1 Yleiskuvaus

Kravunlaakson alueella maaperä koostuu melkein kauttaaltaan savesta tai savisesta siltistä. Selvitysalueen pohjoispuolella (Kravunarkunmäki) maaperä on moreenia ja kallio nousee myös siinä paikoin maanpintaan (ainakin Kravunlaakson luoteispuolella). Kallio nousee maanpintaan myös Kravunlaakson eteläpuolella (Pahnakallio). Maaperäolosuhteet on havainnollistettu kuvassa 2 olevassa maaperäkartassa (GTK). Kuvassa olevat hieta/hiesualueet ovat geoteknisessä mielessä lähinnä silttiä/savea. Maaperäkartta on vain ohjeellinen.



Kuva 2. Alueen maaperäkartta (lähde: GTK).

2.2.2 Pohjatutkimukset

Selvitysalueella on tehty pohjatutkimuksia jo aiemmin ja tätä rakennettavuusselvitystä varten Hyvinkään kaupunki suoritti täydentäviä pohjatutkimuksia syksyllä 2013. Painokairauksia on alueella tehty yhteensä 28 tutkimuspisteessä (tätä rakennettavuusselvitystä varten tutkimuksia tehtiin 14 pisteessä). Lisäksi painokairaustietoa on runsaasti selvitysalueen pohjoispuolelta (jyrkänteen alareunalta). Alueella on vuonna 2007 otettu häiriintymättömät maanäytteet yhdestä pisteestä (piste 4) painumalaskelmia varten (erillinen raportti). Samana aikana on alueelle myös asennettu kaksi pohjavesiputkea sekä tehty siipikairaus yhdessä tutkimuspisteessä lähellä Vantaanjokea (piste 12). Yhdestä vuoden 2013 tutkimuspisteestä (piste 1004) otettiin häiriintyneitä maa-näytteitä, yhteensä kuusi kappaletta. Näytteet otettiin syvyysuunnassa noin metrin välein. Näytteet tutkittiin Rambollin Luopioisten laboratoriossa, jossa määritettiin vesipitoisuus ja silmäääräinen maalaji, viidelle näytteelle määritettiin lisäksi rakeisuus areometrillä.

Nyt olemassa oleva tutkimuspisteverkosto on riittävä rakennettavuusselvityksen laatimista varten ja pisteitä on melko tasaisesti koko alueelta. Myöhemmin rakennusvaiheessa tulee alueella tehtäväksi täydentäviä pohjatutkimuksia rakennuskohtaisesti.

Suurin osa kairauksista on ulotettu tiiviiseen maakerrokseen, lohkareeseen tai kallioon. Syvemmällä olevan maaperän kivisyyden takia osa kairauksista on todennäköisesti päättynyt isompaan kiveen tai lohkareeseen ja kallionpinta voi sijaita huomattavasti syvemmällä. Kalliovarmistuksia ei ole tehty. Tutkimuspisteet on esitetty pohjatutkimuskartassa, piirustus 14009-1300. Pohjatutkimusleikkaukset on esitetty piirustuksissa 14009-1302...14009-1308.

2.2.3 Pohjatutkimuksiin perustuva maaperätulkinta

Selvitysalueen kairaukset ovat alueella päättyneet kiviseen/kovaan kerrokseen noin 5...20 m syvyydessä maanpinnasta. Yleisesti ottaen maakerros on paksuimmillaan selvitysalueen eteläosassa Vantaanjoen lähistöllä, jossa kairaukset yleisesti ovat tunkeutuneet noin 15...20 m syvyyteen (tasoon noin +60...+70). Lounaisosassa maakerrokset ovat ohuempia myös Vantaanjoen lähistöllä. Selvitysalueen keskiosissa kairaukset ovat yleisesti päättyneet noin 8...15 m syvyydessä (tasolla noin +68...+78). Aivan selvitysalueen pohjoisosassa maakerrokset ovat ohuempia, pääosin > 5 m. Pohjois-/luoteisosassa kallio nousee paikallisesti pienehköllä alueella maanpintaan. Piirustuksessa 14009-1301 on esitetty kairausten päättymistasokäyrästä. Käyrästä saa käsityksen kovan pohjan tasosta mutta se ei kuvaa kallionpinnan tasoa, koska kalliovarmistuksia ei ole tehty.

Selvitysalueella ylin pintakerros koostuu pääosin humuksesta, siltä osin kun alue on metsäaluetta. Osittain alue on myös viljelykäytössä olevaa peltoa. Pintakerroksen alapuolella voi paikoin esiintyä kuivakuorisavikerros, mutta kairaustulosten mukaan pintakerros ei olisi tyypillistä kuivakuorisavea vaan jääkauden aikaista rantakerrostumaa. Pintakerroksen alapuolella on yleisesti noin 5...10 m savi-/silttikerros. Lähempänä Vantaanjokea selvitysalueen keskivaiheessa, mutta paikoin myös pohjoisempana, savi-silttikerros on lähemmäs 15 m. Savi-/silttikerroksen alla on kivistä moreenia.

Pisteessä 4 selvitysalueen keskiosassa tehdyn rakeisuusmäärityksen mukaan maalaji on savista silttiä (savea < 30 %) ja laihaa savea (savea > 30 % ja < 50 %). Alueen kaakkoisosassa pisteessä 1004 maalaji on rakeisuusmäärityksen mukaan laihaa savea, lihavaa savea (savea > 50 %) sekä savista silttiä. Tutkimuspisteiden tulokset kuvannevat melko hyvin saven koostumusta koko selvitysalueella, mutta paikallista vaihtelua kuitenkin aina esiintyy jonkin verran. Painokairausdiagrammeissa maalaji on selvitysalueella pääosin merkitty siltiksi (perustuu kairaajan havaintoon), mutta todennäköisesti maalaji on enimmäkseen savea tai savista silttiä.

Pehmeää savea (kairan vapaa-painuma), ei alueella juuri esiinny, paitsi aivan etelässä lähellä Vantaanjokea. Pisteessä 12 (lähellä Vantaanjokea) on tehty siipikairaus, jonka mukaan saven redusoimaton leikkauslujuus siinä kohdin on 13...21 kPa. Keskiosassa (piste 4) saven leikkauslujuus on laboratoriotuloksissa (häiriintymättömät maanäytteenä) määritetty olevan 28...74,5 kPa. Humusta ei ollut ko. näytteissä.

Vesipitoisuus pisteen 1004 näytteissä vaihteli välillä 28,5...47,8 % ja pisteessä 4 (2007) välillä 32,4...52,3 %.

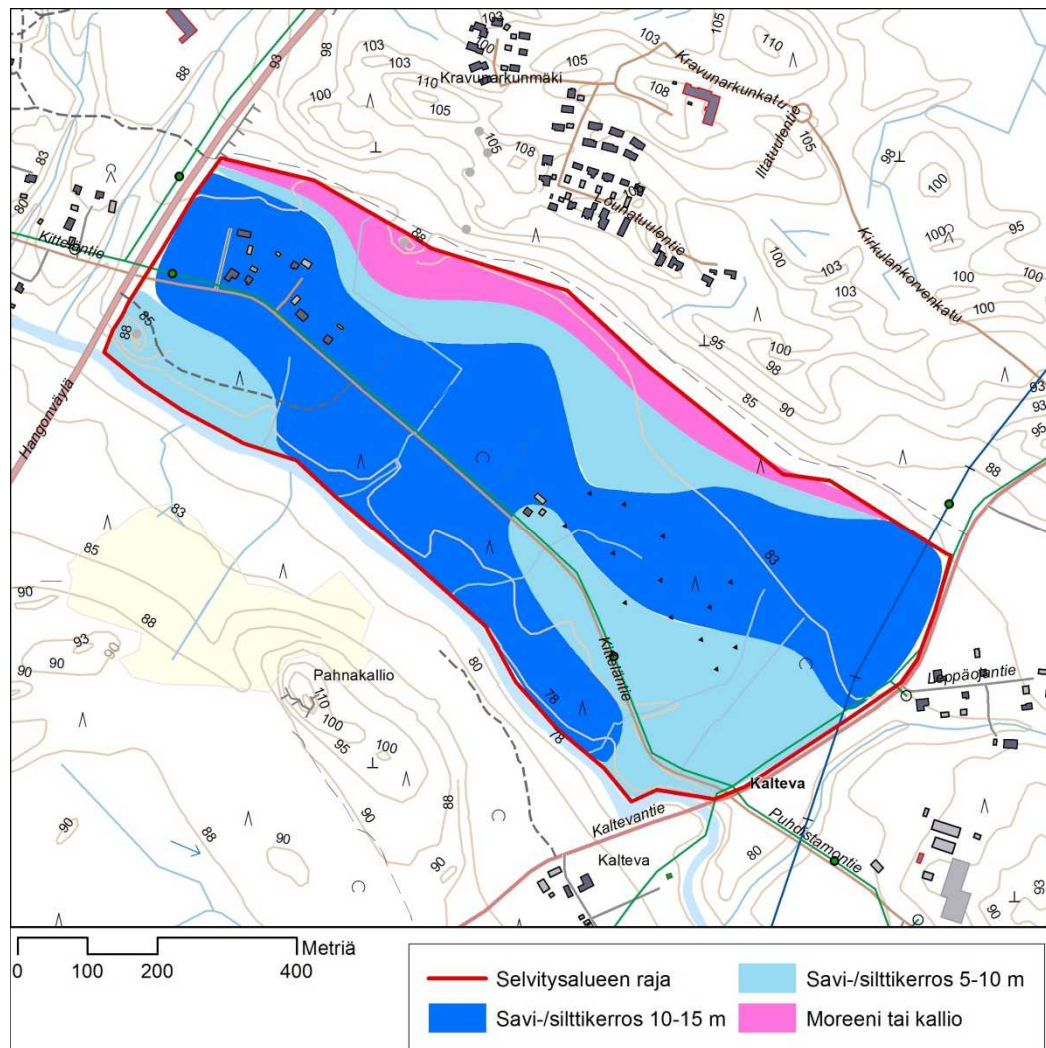
Yhteenveto vuoden 2013 laboratoriotuloksista on esitetty taulukossa 1. Kokonaisuudessaan tutkimustulokset on esitetty raportin liitteenä 1.

Taulukko 1. Tutkimuspisteen 1004 laboratorioanalyysien tulokset

Syvyys, m	Vesipitoisuus, %	Maalaji, määritetty
0,8-1,2	28,5	laSa
1,8-2,2	39,7	liSa
2,8-3,2	47,8	liSa
3,8-4,2	39,2	-
4,8-5,2	33,9	saSi
4,5-4,9	38,2	-

Alueen maaperä on routivaa tai erittäin routivaa, riippuen silttipitoisuudesta.

Pohjatutkimuksiin perustuva yleiskuvaus selvitysalueen maalajeista ja maakerrosten paksuudesta on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Alueen yleispiirteinen maaperäkuvaus sekä savi-/silttikerrosten paksuudet

2.3 Pohjavesi

Selvitysalue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähimmät pohjavesialueet ovat luoteessa/lännessä noin kilometrin etäisyydellä sijaitseva Hyvinkään I-luokan pohjavesialue (0110651) sekä Palopuron pohjavesialue (0110618) alueen kaakkoispuolella noin 2 km etäisyydellä.

Alueelle on asennettu kolme pohjavesiputkea (pisteet 1, 12 ja 570) vuoden 2007 selvitykseen liittyen. Koska aiempien kairaustulosten perusteella vettä johtavien maakerrosten päällä esiintyy huonosti vettä läpäisevää savea, asennettiin tutkimuspisteisiin myös orsivesiputket. Pohjavedenpinta vaihtelee alueella siten, että se on maanpinnasta noin 2...3 m syvyydessä. Paineellista pohjavettä ei alueella todennäköisesti esiinny. Selvemmin esiintyy orsivettä tutkimuspisteessä 1, sillä siinä orsivesiputkesta mitattu vedenpinta oli yli 2 m pohjaveden pintaa korkeammalla. Pohjavedenpinnan taso laskee loivasti kohti Vantaanjokea siten, että se selvitysalueen pohjoispuolella (570) on tasolla noin +84, alueen keskellä (1) +80,5 ja alueen eteläosassa Vantaanjoen lähellä (12) tasolla +79. Koska selvitysalue topografian osalta on suhteellisen tasaista, voidaan pohjaveden pinnan tason arvioida olevan suunnilleen edellä mainitulla vaihteluvälillä koko selvitysalueella. Mentäessä

edelleen pohjoiseen Kravunarkunmäelle pohjavesi nousee nopeasti tason +90 yläpuolelle.

2.4 Pintavedet

Vantaanjoki kulkee Kravunlaakson eteläpuolella pääosin melko tasaisessa maastossa. Uoma on suora ja melko kapea. Joen rannat ovat melko jyrkät ja vedenkorkeuden vaihtelusta johtuen eroosion syömät saviset törmät. Pitkillä matkoilla joen ranta laskee noin 15 m leveällä vyöhykkeellä 3 - 5 metriä. Uomaan liittyy Kravunlaakson puolelta 4 luontaista luonnonpuroa, jotka savikoilla virtaavat matalissa raviineissa (lähde: OAS). Vedenpinta Vantaanjoessa selvitysalueen kohdalla on noin +76. Alueen kaakkoisosassa Vantaanjoki tekee jyrkkäpiirteisemmän mutkan.

Selvitysalueella on kaivettuja ojia, jotka puolestaan ohjaavat vedet luonnontilaisiin uomiin ja edelleen Vantaanjokeen. Kravunlaakson itäreunalle, Kaltevantien varteen rakennetaan avo-oja Kravunrinteen alueen hulevesien viivytysaltaan vesien purkamista varten. Luonnontilaiset uomat on suunniteltu osittain säästettäväksi.

2.5 Painumat ja stabiliteetti

Painumat

Alueella on vuonna 2007 otettu häiriintymättömiä maanäytteitä yhdestä tutkimuspisteestä suunnilleen selvitysalueen keskiosassa (piste 4) (Kaltevan alue, Pohjatutkimukset ja painumalaskelmat, Ramboll 28.6.2007). Ödometrikokeiden perusteella alueen savi on voimakkaasti ylikonsolidoitunutta ja painumat jäävät siten pieniksi. Painumat ovat laskelman mukaan 1 m pengerryksellä (tilavuuspaino 20 kN/m^3) noin 27 mm ja 3 m pengerrykselläkin painumat ovat luokkaa 60...100 mm. Konsolidaatiokerroin C_v on laboratoriokeiden mukaan suhteellisen iso, noin $3...10 \text{ m}^2/\text{a}$, eli painuminen tapahtuu nopeasti, noin 2...3 vuodessa. Laskelmissa ei huomioitu kimmoista painumaa, joka tapahtuu välittömästi kuormituslisäyksen jälkeen. Myös sekundääri-painumaa saattaa jonkin verran esiintyä, joskin se jäänee pieneksi johtuen maa-aineksen homogeenisudesta.

Rakentamisvaiheessa on kuitenkin syytä selvittää painuma-asiat tarkemmin. Painumaa voidaan pienentää tai se voidaan poistaa kokonaan käyttämällä maapohjan esikuormitusta ja/tai kevennyttä maarakenteissa (ks.4.1).

Stabiliteetti

Alueelta tehdyn siipikairauksen (piste 12) perusteella saven leikkauslujuus alueella on alimmillaan noin 13 kPa. Alueelta otettujen häiriintymättömien näytteiden perusteella saven vesipitoisuus on enimmillään noin 52 %. Pistessä 4, joka sijaitsee alueen keskellä, on myös määritetty saven leikkauslujuuksia. Lujuudet ovat suurempia (alimmillaan noin 28 kPa) kuin lähempänä jokea saadut leikkauslujuudet (piste 12). Stabiliteettia on tarkasteltu pohjatutkimusleikkaus B-B kohdalta. Laskelmissa on käytetty ympyränmuotoisia liukupintoja ja laskentamenetelmänä Janbun yksinkertaistettua menetelmää. Laskentatulosteet ovat raportin liitteessä 2. Liukupinnat on laskettu lounaaseen, Vantaanjoen suuntaan.

Ilman alueella tehtäviä täyttöjä vakavuus joen suuntaan on alimmillaan $F = 1,38$ (noin 20 m etäisyydellä joen keskilinjalta). Noin 40 m etäisyydellä joesta varmuus sortumista vastaan on $F = 1,52$ ja 50 m etäisyydellä $F = 1,88$. Suurilla täytöillä voi tulla stabiliteettiongelmia myös 50 m etäisyydellä joesta. Taulukossa 2 on esitetty varmuuskertoimet eri etäisyyksillä joen keskilinjalta erisuuruisilla kuormilla. 1 m täyttöpenger vastaa noin 20 kPa kuormaa.

Taulukko 2. Varmuudet maapohjan sortumista vastaan eri kuormituksilla ja etäisyyksillä Vantaanjoesta.

etäisyys joen keskilinjalta	ei kuormaa	10 kPa	20 kPa	30 kPa	40 kPa	50 kPa
50 m	1,88	1,88	1,85	1,75	1,63	1,51
40 m	1,52	1,51	1,47			
30 m	1,38					

Alustavien stabiliteettilaskelmien perusteella suositellaan, että rakentamattomaksi jätettävä vyöhyke joen varressa on leveydeltään 60 m joen keskilinjasta mitattuna.

Toteutussuunnittelu-/rakentamisvaiheessa tulee paksujen toispuoleisten täyttöjen (täyttöjen reuna-alueiden) ja kaivantojen stabiliteetti tarkastella tapauskohtaisesti.

3. ALUEEN RAKENNETTAVUUS JA PERUSTAMI STA-VAT

3.1 Yleistä alueen rakennettavuudesta

Suoritettujen pohjatutkimusten perusteella alueen maaperä on koko selvitysalueella suhteellisen tasalaatuista savea ja savista silttiä. Savi ei ole erityisen pehmeää ja vesipitoisuus on verrattain pieni. Aivan pohjoisessa maaperä muuttuu moreeniksi ja kallio on maanpinnassa tai lähellä sitä paikoin. Yleisesti ottaen savikerros on pohjoisosassa ohuempaa ja paksunee kohti Vantaanjokea, mutta paikallista vaihtelua on alueen sisällä. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että savi-/silttikerros on paksuudeltaan 5...15 m koko alueella.

Alue on topografialtaan suhteellisen tasaista, eikä laajoja pengerryksiä sen myötä rakentamisen yhteydessä ole tarpeen tehdä. Pengerrystä tulisi tehtäväksi lähinnä alueen eteläosassa, mutta siihen rakentamista ei suositella stabiliteettiongelmien takia. Stabiliteettilaskelmilla on tässä selvityksessä määritetty raja jonka eteläpuolelle rakentamista ei suositella (ks. luku 2.5). Kyseinen raja on noin 60 m Vantaanjoesta. Yleisenä ohjeena on, että 1-2 kerroksiset pientalot voi savi-/silttialueella perustaa laatalle ilman paalutusta, mikäli pieniä painumia sallitaan ja asia on selvitetty yksityiskohtaisesti. Isommat rakennukset (> 2 kerroksiset) tulevat paalutettavaksi koko alueella. Paalutus on turvallisinta myös pienimpien (1-2 kerroksisten) rakennusten osalta. Maanpinnan yläpuolelle ulottuvat täytöt lisäävät kuormitusta ja painumariskiä. Karkean laskelman mukaan betonirakennus on noin 1,5...1,8 – kertaa painavampi kuin vastaava puurakennus. Harkkorakenteinen rakennus

sijoittuu painoltaan puurakennuksen ja betonirakennuksen väliin. Mitä raskaampi rakennus on, sitä suuremman kevennyksen tai maapohjan esikuormituksen se vaatii, mikäli kokonaispainuma halutaan samansuuruiseksi. Mikäli paalutus halutaan välttää, rakentamisessa on suositeltavaa käyttää keveitä materiaaleja (kuten esim. puu). Raskaiden betonirakenteisten, erityisesti II-kerroksisten rakennusten perustaminen maanvaraiselle laatalle saattaa tuottaa vaikeuksia, vaikka käytettäisiin esikuormitusta ja kevennystä. II-kerroksisen rakennuksen paino on noin 1,4... 1,7 -kertainen verrattuna I-kerroksisen rakennuksen painoon, minkä vuoksi 1-kerroksisen ja kevytrakenteisen (puu) rakennuksen maanvarainen perustaminen ei tuota erityisiä ongelmia.

Alue ei kuitenkaan ole erityisen painumaherkkä joten piha-alueilla ei ole tarpeen suorittaa pohjanvahvistustoimenpiteitä, mikäli vähäisiä painumia sallitaan. Katujen sallitut painumat arvioidaan erikseen ja kunnallistekniikassa huomioidaan erityisesti gravitaatiolla toimivien putkijohtojen toimivuus.

Kellareiden rakentaminen ei suositella, sillä pohjavesi on vain noin 2-3 m syvyydellä, paikoin mahdollisesti korkeammallakin. Kellareiden rakentaminen edellyttäisi ainakin paikoin pohjavesipinnan pysyvää alentamista tai vesitiiviitä rakenteita. Mahdollisten kellareiden rakentaminen ja niiden kuivatus tulee selvittää aina tapauskohtaisesti.

Ennen rakentamiseen ryhtymistä tulee pohjasuhteet varmistaa yksityiskohtaisilla pohjatutkimuksilla rakennusten kohdilla. Yksityiskohtaisen pohjatutkimuksen suositeltava tutkimuspisteiden välinen etäisyys on noin 10–20 m. Yksittäisten rakennusten osalta on suositeltavaa tehdä vähintään 4 kpl kairauksia / rakennus.

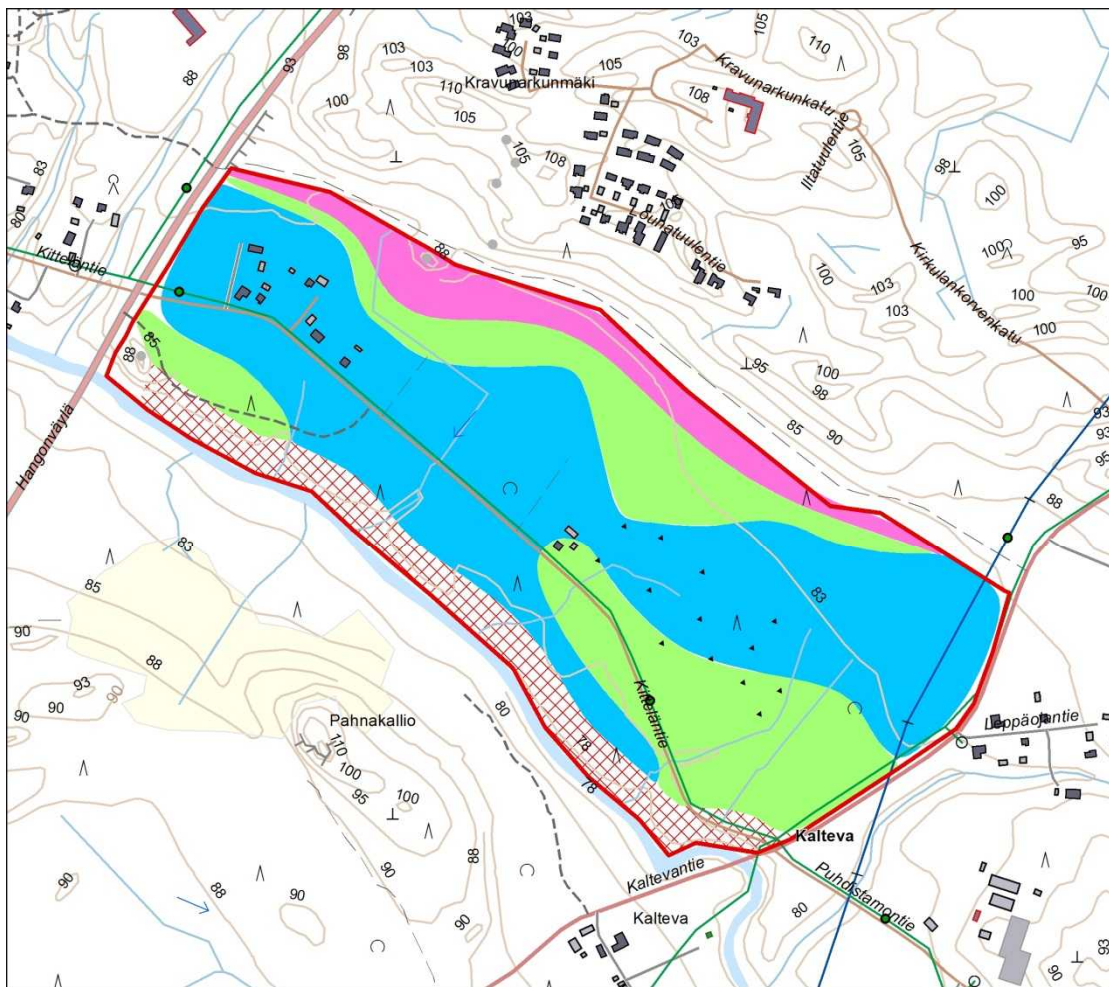
3.2 Täyttö ja maaleikkaus

Maanpinnan ollessa verrattain tasainen alueella merkittäviä täyttöjä rakennusvaiheessa ei jouduta tekemään. Alimmat suositeltavat rakennuskorkeudet on Hangonväylän (Vt 25) sillan kohdalla +80,64 m ja Kaltevantien sillan kohdalla + 80,34 m (Vantaanjoen tulvavara). Koska joen rantavyöhykkeelle ei stabiiliteetinkaan kannalta rakentamista suositella, täyttöjä alimpien rakennuskorkeuksien saavuttamiseksi ei alueella tarvitse tehdä.



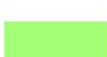

Alueella ei kairauksen mukaan esiinny massanvaihtoa vaativia heikko- tai pehmeälaatuista maaperää (kuten liejua, turvetta). Humuspeite metsittyneellä alueella (alueen eteläosa) on pääosin ohut ja se poistetaan.

3.3 Rakennusten perustamistavat maaperäalueittain

Seuraavassa on esitetty selvitysalueen rakennusten perustamistavat alueittain. Kuvassa 4 on alueet esitetty kartalla ohjeellisesti.



0 100 200 400 Metriä

- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Alue 1 | Ei rakentamista |
|  | Alue 2 | Maanvarainen tai massavaihto. Perustukset luonnonmaan tai massavaihdon varaan. |
|  | Alue 3 | 1 kerroksiset talot: <u>Laatta</u> . Kevyet vajat, autotallit ym. vaihtoehtoisesti anturaperustus ($p \leq 100$ kPa), anturan alle > 600 mm murskekerros. Mahdolliset lisätoimenpiteet painumien pienentämiseksi: kevennys ja/tai esikuormitus.
2 kerroksiset: <u>Paalutus</u> . Laatta mikäli kokonaispainuma < 100 mm. Mahdolliset lisätoimenpiteet painumien pienentämiseksi: kevennys ja/tai esikuormitus
> 2 kerroksiset: <u>Paalutus</u> |
|  | Alue 4 | 1 kerroksiset talot: <u>Laatta</u> . Mahdolliset lisätoimenpiteet painumien pienentämiseksi: kevennys ja/tai esikuormitus.
2 kerroksiset: <u>Paalutus</u> . Laatta, mikäli kokonaispainuma < 100 mm eikä haitallista kallistumista. Mahdolliset lisätoimenpiteet painumien pienentämiseksi: kevennys ja/tai esikuormitus.
> 2 kerroksiset: <u>Paalutus</u> |

Suosittelava perustamistapa on alleviivattu. Perustamistapa tulee selvittää erikseen jokaisen rakennuksen osalta huomioiden mm. rakennuksen paino, materiaali, pohjasuhteet ja täyttökerrokset.

Paaluperustus soveltuu kaikkiin rakennuksiin.

Kuva 4. Rakennusten suositeltavat perustamistavat osa-alueittain.

3.3.1 Alue 1 (Vantaanjoen läheisyys)

Kuvassa 4 esitetty alue 1 Vantaanjoen läheisyydessä rakentamista ei suositella stabiiliteettitarkastelun perusteella. Rakentamattomaksi jätettävä vyöhyke on leveydeltään noin 60 m. Rakentaminen vaatisi pohjanvahvistusta ja rakennusten perustamisessa tulisi myös harkittavaksi vinopaalujen käyttö siten, että rakennukset pysyisivät paikoillaan vaikka maa jostakin syystä sortuisi Vantaanjoen suuntaan.

3.3.2 Alue 2 (pohjoisosa)

Aivan selvitysalueen pohjoisosassa, jossa savikerrokset ovat ohuet tai jossa paikoin esiintyy moreenia/kalliota, ei tarvitse suorittaa pohjanvahvistusta. Rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti anturaperustoilla häiriintymättömän maan varaan. Anturat voidaan valaa suoraan luonnonmaan varaan (siltille, hiekka, moreeni). Tarvittaessa anturan alle tehdään 200–400 mm paksuinen tiivistetty kerros murskeesta (0/32...0/56 mm). Murskekerrosta käytetään myös paikoissa, missä kaivutasolla esiintyy haitallisesti kiviä. Anturat perustetaan roudattomaan perustussyvyyteen tai roudan haitallinen vaikutus estetään esim. routalevyillä. Raskaiden rakennusten ja painumille herkkien rakennusten kohdalla anturan alapuolinen tiivistetty täyttö tulee ulottaa tiiviiseen moreenikerrokseen saakka.

Myös massanvaihtoa voidaan käyttää paikoissa, missä on ohuet savikerrokset. Massanvaihdossa savikerrokset poistetaan ja korvataan tiivistetyllä kitkamaalla, murskeella tai louheella. Perustukset tehdään massanvaihdon varaan.

Alue 2 on kuitenkin hyvin kapea ja aluerajaus tulisi tarkentaa tarkemmilla pohjatutkimuksilla.

3.3.3 Alueet 3 ja 4 (Savi-/siltilalueet)

Ellei suoriteta yksityiskohtaisia painuma-/kallistuma-arvioita, yli I-kerroksiset rakennukset tulee savi-/siltilalueella perustettavaksi paaluilla kantavan pohjamaan tai kallion varaan. Mikäli sallitaan painumia, I-II -kerroksisia rakennuksia on mahdollista perustaa kaikilla savialueilla maanvaraisesti, kun huomioidaan sallitut painumat ja tehdään mahdollisesti tarvittavat esikuormitus- ja/tai kevennystoimenpiteet. Paalupituudesta saa käsityksen tutkimalla piirustuksessa 14009-1301 esitettyä kairausten päättymistasokäyrästä. Käyrästä kuvaa ohjeellisesti tason, johon paalut ulotetaan mutta koska moreeni on kivistä, on mahdollista, että kairaukset ovat päättyneet useita metrejä kalliopinnan yläpuolella. Paalujen pituudeksi tulee pääosin arviolta noin 5...15 m (vertaa kuva 3).

Soveltuva paalutyyppi on 300 x 300 tai 250 x 250 tai 180 x 180 teräsbetoninen lyöntipaalu tai pienidimensioinen teräsputkipaalu esim. Ø 90–170 (paalutusluokka II tai 1B). Putkipaaluissa tulee huomioida korroosion kantavuutta vähentävä vaikutus ja myös paalun nurjahdus tulee tarkistaa. Putkipaalut suositellaan betonoitavaksi sisäpuolelta. Teräspaalut tunkeutuvat hyvin maahan ja niiden voidaan arvioida saavuttavan kallion pinnan tai kiinteän moreenin. Mitä raskaampi ja korkeampi rakennus on, sitä järeämpää pe-

rustamistapaa joudutaan käyttämään. Paalutettujen rakennusten alapohjat tehdään kantavina. Maaperän kivisyys syvemmissä kerroksissa saattaa estää paalujen tunkeutumisen kallioon asti, jolloin ne päätetään tiiviiseen moreenikerrokseen.

Arvion mukaan yhtenäinen tb-laattaperustus on soveliaain 1-kerroksisille rakennuksille. Mikäli pohjasuhteet ja kuormitustilanteet ovat tasaiset, voidaan myös II - kerroksisten rakennusten perustamisessa tutkia ja selvittää saven varaan perustamista käyttäen yhtenäistä laattaperustusta. Tällöin on luotettavain laskelmin osoitettava, ettei painuma tule suuremmaksi kuin 100 mm eikä haitallista kallistumaa tai kulmakiertymää tapahdu. Laattaperustus estää hyvin painumaerojen syntymistä, mutta ei estä painumien tapahtumista. Anturaperustusta voidaan suositella vain alueella 3 I-kerroksisille kevyille rakennuksille (vajat, autotallit ym.) ja pohjapaineen tulee olla ≤ 100 kPa. Anturaperustusten alle tehdään painetta tasaava murskekerros ≥ 600 mm.

Maanvarainen perustaminen tulee selvittää tapauskohtaisesti huomioiden rakennuksen ominaisuudet, kuormat ja maaperän laatu sekä täyttöjen pakkaus ja niiden tasaisuus. Perustamistavan valinnassa huomioidaan kokonaispainuma ja kulmakiertymä sekä kallistumat.

3.4 Piha- ja liikennealueiden perustaminen

Koko selvitysalueella piha- ja liikennealueet voidaan perustaa pohjamaan varaan eikä erillistä pohjanvahvistusta tarvita, koska alue ei ole erityisen painumaherkkä. Pieniin painumiin tulee kuitenkin varautua. Painumia voidaan pienentää keventeillä (vaahtolasi, kevytsora, eristelevyt). Rakennekerrosten ja pohjamaan väliin asennetaan suodatinkangas. Rakennekerrokset mitoitetaan kantavuuden perusteella ja tarvittaessa huomioidaan maaperän routivuus. Rakennekerroksissa tulee käyttää karkeita materiaaleja, joiden kapillaarinen nousukorkeus on pieni. Siirtymäkiiloja käytetään routimattoman ja routivan kohdan rajapinnoissa mm. kallioreunoilla. Rakennekerrosten salaojitustarve tarkastellaan tapauskohtaisesti. Päälysteiden tekeminen on edullista tehdä mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa sen jälkeen, kun täyttöpenger on saanut riittävän kauan painua.

3.5 Kunnallistekniikan perustaminen

Putkijohtojen rakentamisessa huomioidaan tapahtuvat pitkäaikaiset painumat ja niiden vaikutus putkien toimintaan. Putkien ja johtojen kohdalla tehdään tarpeen mukaan pohjanvahvistus siten, että putkien toiminta voidaan halutulla tavalla varmistaa (ks. kohta 3.4). Gravitaatioputket sietävät yleensä hyvin vähän painumia. Painejohdot ja kaapelit sietävät paremmin painumaa ja painumaeroja.

Pohjanvahvistuksen tarpeellisuus riippuu täyttöpaksuudesta (alkuperäisen maanpinnan korotuksesta) putkien kohdalla. Arvion mukaan pohjanvahvistustarpeet ovat vähäiset, sillä alueen painumat jäänevät vähäisiksi. Putkijohtot kannattaa rakentaa vasta yleistäyttöjen jälkeen, jotta savikerrosten painumat ehtivät suurelta osin tapahtua ennen putkien rakentamista.

Paalutettujen rakennusten seinälinjoilla varmistetaan siirtymärakenteilla, ettei putkien tai johtojen rikkoontumista pääse rakennuksen/pihan rajakohdassa tapahtumaan pihan painumien vuoksi.

Putkilinjoille rakennetaan määräväleihin savisulkuja (virtaussulkuja), joilla estetään pohjaveden kulkeutuminen linjoja pitkin. Jatkuva uuden pohjaveden purkaantuminen putkilinjojen maarakenteisiin voi aiheuttaa huomattavia routanousuja ja vaurioita pakkaskausina. Tämä voi tapahtua, mikäli alueen pohjavedenpinta on korkeammalla kuin rakennettavat putket. Arvion mukaan pohjavedenpinta on noin 2-3 m syvyydessä, mutta paikallista vaihtelua voi esiintyä. Rakennusten alimmat lattiat on suositeltavaa suunnitella niin korkealle, että salaojat jäävät pohjavesipinnan yläpuolelle.

Putkikaivantojen yhteyteen on suositeltavaa rakentaa routakiilat kaivannon molemmin puolin, joilla tasataan routanousujen eroja putkijohtojen kohtien ja muun piha-alueen välillä.

4. YLEISIÄ HUOMIOITA RAKENTAMISESSA

4.1 Esikuormitus ja kevennys

Esikuormitus

Esikuormituksella painumia voidaan pienentää tai poistaa kokonaan. Esikuormituksen suuruuden tulee olla vähintään yhtä suuri kuin tuleva kuormitus (täyte + rakennuksen paino). Ylisuurella esikuormituksella voidaan esikuormitusaikaa lyhentää. Esikuormitus tehdään ylipenkereenä kitkamaalilla/louheella ja sen korkeusaseman tulee olla tulevan maanpinnan yläpuolella. Esikuormituspenger pidetään paikallaan vähintään puoli vuotta ja painumia seurataan painumalevyjen avulla. Lopuksi esikuormituspenger poistetaan ja alue tasataan murskeella lopulliseen tasoon. Esikuormitus on mahdollista tehdä ennakkoon kaupungin toimesta alueellisena pohjanvahvistustoimenpiteenä käyttäen ns. siirtyvää ylipengertä (sama pengermassa siirretään vaikutusajan jälkeen uuteen paikkaan). Esikuormitus voidaan myös tehdä paikalla olevalla humusmaalla huomioiden humuksen pienempi tilavuuspaino verrattuna murskeeseen tai louheeseen.

Mikäli esikuormitusta aiotaan rakentamisessa käyttää, olisi syytä tehdä ennakkoon koepengerrys ja seurata painumalevyjen avulla penkereen painumista pitkän ajan kuluessa. Koepenkereen koko olisi noin 15m x 15m ja korkeus noin 1-1,5 m. Pengermateriaali olisi kitkamaata tai louhetta ellei muuta sovi. Koepengerrys toteutettaisiin kaupungin toimesta mahdollisimman pian.

Kunnallistekniikan osalta esikuormitukseen ei mitään ilmeisimmin ole suurempaa tarvetta, koska alueen maaperä ei ole erityisen painumaherkkä. Kohdissa jossa savikerros on paksu, esikuormitus on kuitenkin vartenotettava vaihtoehto, mikäli tarkemmissa tutkimuksissa todetaan, että haitallisia painumia voi syntyä.

Kevennys

Kevennys on nopea ja suhteellisen edullinen menetelmä vähentää painumia tai estää ne kokonaan. Kevennyksessä raskasta perusmaata poistetaan ja korvataan kevyttäytteellä (mm. vaahtolasi tai kevytsora). Kevennys toimivat samalla routaeristeinä ja salaojituskerroksena. Esimerkiksi 10 kPa lisäkuormitus voidaan kompensoida noin 0,8 m perusmaan korvaamisella kevyttäytteellä, jolloin nettorasitus=0 ja painumia ei ole odotettavissa. Esikuormitus ja kevennys voidaan myös yhdistää tekemällä ensin esikuormitus ja sen jälkeen kevennys. Tällöin kevennyksen paksuus pienenee. Asia vaatii erillistarkastelun ja laskelmia.

Periaatteessa kevennys saadaan aikaiseksi myös tekemällä rakennukseen kellari tai ½-kellari. Pohja-/orsiveden pinta saattaa kuitenkin olla menetelmän esteenä. Mikäli em. vedenpinnat otetaan huomioon yksityiskohtaisesti, voi menetelmä tulla kysymykseen painumien hallinnassa.

4.2 Kaivannot

Kaivannot voidaan tehdä luiskattuina kaltevuudessa 1:1 kaivussyvyyteen 2 m asti. Tätä syvemmät kaivannot suositellaan rakennettaviksi tuettuna tai loivemmin luiskin erillistarkastelun perusteella.

Syväälle ulottuva kunnallistekniikka on suositeltavaa rakentaa ennen viereisten rakennusten rakentamista, mikäli putkikaivanto sijoittuu lähelle rakennuksia. Yli 2 m syvät kaivannot on tarkasteltava aina erikseen ja niissä on kiinnitettävä erityistä huomioita työturvallisuuteen. Kaivantoluiskien vierellä ei tule liikkua raskailla työkoneilla eikä kaivantojen vierustoja saa käyttää varastokenttinä.

Mikäli kaivannot ulottuvat pohjavedenpinnan alapuolelle ja kaivannon pohja leikkautuu saven alapuoliseen maahan tai kaivupohjan alle jää vain ohut savikerros, pohjamaa voi häiriintyä ja lujuus pienentyä. Häiriintyminen voidaan estää suorittamalla alueen kuivatus ennen kaivuun ryhtymistä. Kuivatus tehdään reilusti (>1m) kaivutason alapuolelle ulotetuista pumppauskuopista tai -kaivoista. Pohjavedenpinnan alentaminen tehdään tarvittaessa savikerroksen alapuolisesta moreenikerroksesta. Kuivatuksen tarve ja kuivatusmenetelmä riippuu mm. kaivukohdan sijainnista, syvyydestä ja vallitsevasta pohjavesipinnan tasosta.

4.3 Rakennusten ja piha-alueiden kuivatus

Rakennukset varustetaan salaojituksella ja vedet johdetaan yleiseen viemäriin tai maastoon kaupungin ohjeiden mukaan. Salaojat ripustetaan kantavasta rakenteesta, mikäli niille on odotettavissa haitallisia painumia (savi-alueella). Salaojaputkien ympärillä ja lattian alla käytetään salaojasoraa tai sepeliä. Salaojasoran sekoittuminen hienoainekseen estetään suodatinkankailla. Mikäli salaojat joudutaan jostakin syystä jättämään ylös, perustusten alapinnan yläpuolelle ja riskinä on veden kapillaarinen nousu betonirakenteessa, tehdään betonirakenteeseen kapillaarikatko. Rakennusten vierellä valmis maanpinta kallistetaan rakennuksesta pois päin kuivatusohjeiden mukaan.

Asfaltoitavilla piha- ja liikennealueilla pinnanmuotoilu tehdään vähintään 1 %:n kaltevuuteen, suositeltava viettokaltevuus on 2,0–2,5 %, jolloin valumavedet pääsevät poistumaan pintavaluntana. Alueelle tulee rakennettavaksi sadevesiviemärointi kaivoineen. Kattovedet on suositeltavaa johtaa suoraan putkeen.

4.4 Radon

Alueen radon-pitoisuutta ei ole mitattu. Arvion mukaan savipitoinen maa esittää hyvin radonin purkautumista eikä radonongelmaa pitäisi savialueilla esiintyä.

Pohjoisreunalla esiintyy moreenia. Moreenialueilla radonpitoisuus on yleensä korkea. Tähän tulee varautua myös Kravunlaakson alueella ja jatkosuunnittelussa ja rakentamisessa ottaa se huomioon.

5. YHTEENVETO

Suunniteltu Kravunlaakson alue on laajuudeltaan noin 54 ha. Maanpinta on suhteellisen tasaista laskien pohjoisesta etelään korkeustasoilla noin +87...+80. Eteläosassa virtaa Vantaan joki, jonka vesipinta on normaalitilanteessa noin 3-5 m läheistä maanpintaa alempana.

Maaperä on suurelta osin hienojakoista savea ja silttiä, joiden alla esiintyy hiekkaa ja moreenia kallion päällä. Saven vesipitoisuus ei ole kovin korkea ja siinä on havaittu ylikonsolidoituneisuutta. Savessa ei esiinny humusta. Pohjoisreunassa tavataan kapea vyöhyke, josta savikerrokset puuttuvat. Pohjaveden painetaso on noin 2-3 m maanpinnasta. Orsivettä tavataan pohjaveden yläpuolella.

Savialueilla varma perustamistapa on kaikille rakennuksille paalutus ja sitä tulee aina käyttää kun rakennus on yli II-kerroksinen. Paalut ulotetaan pohjamoreeniin tai kallioon ja ne toimivat tukipaaluina. Paalumateriaali voi olla betonia tai terästä. Teräksessä huomioidaan 2 mm korroosiovara. Alapohja tehdään kantavana.

Koska savi ei ole herkästi/voimakkaasti painuvaa, tulee I- ja II kerroksisissa rakennuksissa kysymykseen myös maanvarainen perustaminen, mikäli sallitaan pientä painumaa ja painumien suuruus voidaan luotettavasti selvittää. Maanvarainen perustaminen tehdään yhtenäistä tb-laattaa käyttäen, joka tasaa painumaeroja. Anturaperustus tulee kysymykseen ainoastaan toisarvoisissa rakennuksissa kuten katokset, autotallit ym. Anturan alle tehdään painetta jakava murskekerros. Tarkemmissa selvityksissä tulee osoittaa, ettei maanvaraisen rakenteen kokonaispainuma ylitä 100 mm. Painumaa aiheuttaa myös maanpinnan yläpuolelle tehty pengerrytys.

Mitä kevyempi rakennus on, sitä varmemmin voidaan käyttää maanvaraista laattaperustusta ja pohjanvahvistustoimenpiteet pienenevät tai poistuvat kokonaan. Karkean laskelman mukaan betonirakennus on noin 1,5...1,8 – kertaa painavampi kuin vastaava puurakennus. Harkkorakenteinen rakennus sijoittuu painoltaan puurakennuksen ja betonirakennuksen väliin. Mitä ras-

kaampi rakennus on, sitä suuremman kevennyksen tai maapohjan esikuormituksen se vaatii, mikäli kokonaispainuma halutaan samansuuruisiksi. Mikäli paalutus halutaan välttää, rakentamisessa on suositeltavaa käyttää keveitä materiaaleja (kuten esim. puu). Raskaiden betonirakenteisten, erityisesti II-kerroksisten rakennusten perustaminen maanvaraiselle laatalle saattaa tuottaa vaikeuksia, vaikka käytettäisiin esikuormitusta ja kevennystä. II-kerroksisen rakennuksen paino on noin 1,4... 1,7 -kertainen verrattuna I-kerroksisen rakennuksen painoon, minkä vuoksi 1-kerroksisen ja kevytrakenteisen (puu) rakennuksen maanvarainen perustaminen ei tuota erityisiä ongelmia.

Painumia voidaan pienentää tai poistaa kokonaan suorittamalla ennen rakentamista maapohjan esikuormitus käyttäen maapengerrystä, joka vaiuttaa määrääjän. Painumia seurataan painumalevyjen avulla. Painumia voidaan myös estää käyttämällä kevyttäytteitä (mm. vaahtolasi tai kevytsora) ja suorittamalla raskaan perusmaan korvaaminen kevyttäytteillä siten, että nettorasitus on ≤ 0 . Esikuormitus ja kevennysrakenne voidaan yhdistää siten, että ensin suoritetaan esikuormitus ja rakentamisen yhteydessä tehdään kevennysrakenne. Esikuormituksen voi kaupunki tehdä ennakkoon (ennen rakentamista) alueellisesti ns. siirtyvää esikuormituspengertä käyttäen. Esikuormituksesta on suositeltavaa tehdä mahdollisimman pian koepengerrys (noin 15 m x 15 m x 1,5 m), jonka painumia seurataan painumalevyjen avulla. Kevennys saadaan aikaiseksi myös tekemällä rakennukseen maanalainen kellari tai ½-kellari, mutta orsi-/pohjavesi voi olla menetelmän rajoittajana ja vaatii yksityiskohtaisen selvityksen ja suunnittelun.

Kunnallistekniikka voidaan tehdä maanvaraan, mikäli sallitaan vähäiset painumat. Gravitaatioputkissa tulisi käyttää riittäviä kaltevuuksia, jotta toiminta voidaan varmistaa ottaen huomioon pienet painumat. Kunnallistekniikassa voidaan käyttää samoja pohjanvahvistustapoja kuin rakennuksissakin käytetään.

Stabiiliteettilaskelmien mukaan Vantaan joen viereen on suositeltava jättää noin 60 m leveä kaista, jolle ei kaavoiteta rakennuksia eikä tehdä korkeita pengerryksiä.

Ramboll Finland Oy

30.4.2014

Oscar Lindfors
FM

Antero Olaste
DI

MAALABORATORIOTUTKIMUKSET

Projektin nimi		Projektin numero										
Metsäkalteva rakennettavuusselvitykset, Hyvinkää		1510008506-001										
Näytepiste / pvm	Syvyys [m]	Silmämääräinen arvio		Määritetty		w [%]	H _h [%]	Rakeisuusmääritys			Muu tutkimus	
		Maalaji*	Routivuus	Maalaji**	Routivuus			Pesuseul.	Kuivaseul.	Areom.		
Kravunlaakso 1004 / 18.11.2013	0,8-1,2	Sa		Cl (IaSa)		28,5					X	
	1,8-2,2	Sa		Cl (IIaSa)		39,7					X	
	2,8-3,2	Sa		Cl (IIaSa)		47,8					X	
	3,8-4,2	Sa				39,2						
	4,8-5,2	Sa		siCl (saSi)		33,9					X	
	5,2-5,6	Sa				38,2						
Palojoenvarsi 1015 / 15.11.2013	0,8-1,2	Sa		Cl (IaSa)		38,7					X	
	1,8-2,2	Sa		Cl (IIaSa)		44,3					X	
	2,8-3,2	Sa		Cl (IIaSa)		48,1					X	
	3,8-4,2	Sa				49,7						
	4,5-4,9	Sa		siCl (saSi)		29,7					X	
* Silmämääräisessä maalajimäärityksessä on käytetty GEO-luokitusta.				Ramboll Finland Oy, Luopioinen								
** Rakeisuuden perusteella tehdyn maalajimäärityksen yhteydessä on esitetty sekä ISO- että GEO-luokituksen mukaiset tulokset (GEO-luokitus suluissa).				Ari Mäkinen		Harri Jyrävä		29.11.2013				
				Tutkija <i>Ari Mäkinen</i>		Tark. <i>Harri Jyrävä</i>		Pvm				

Testit on suoritettu seuraavien standardien tai ohjeiden mukaisesti:	
Vesipitoisuuden määrittäminen	SFS 179-2 - CEN ISO/TS 17892-1:fi
Hehkutushäviön määrittäminen	SFS-EN 1997-2 5.6
Pesu- ja kuivaseulonta	SFS 179-2 - CEN ISO/TS 17892-4:fi
Areometrikoe	SFS 179-2 - CEN ISO/TS 17892-4:fi
Maalajimääritys (ISO-luokitus)	SFS 2008 179-1 - EN ISO 14688-1
Maalajimääritys (GEO-luokitus)	Korhonen, K-H., Gardemeister, R. &
pH-määrittäminen	SFS-EN 1997-2 5.6

**RAKEISUUS-
MÄÄRITYKSET**
CEN ISO/TS 17892-4:fi

Projekti: 1510008506-001
Kohde: Metsäkalteva, Hyvinkää
Piste: Kravunlaakso 1004
Pvm.: 29.11.2013
Käsittelijä: Ari Mäkinen *Ari Mäkinen*

s.0,8-1,2m

Raekoko [mm]	Läpäisy
63	
31,5	
16	
8	
4	
2	
1	
0,5	
0,25	
0,125	
0,063	
0,039	95,8 %
0,017	89,4 %
0,0058	65,6 %
0,0027	48,2 %
0,0013	35,5 %
0,00076	29,2 %

s.1,8-2,2m

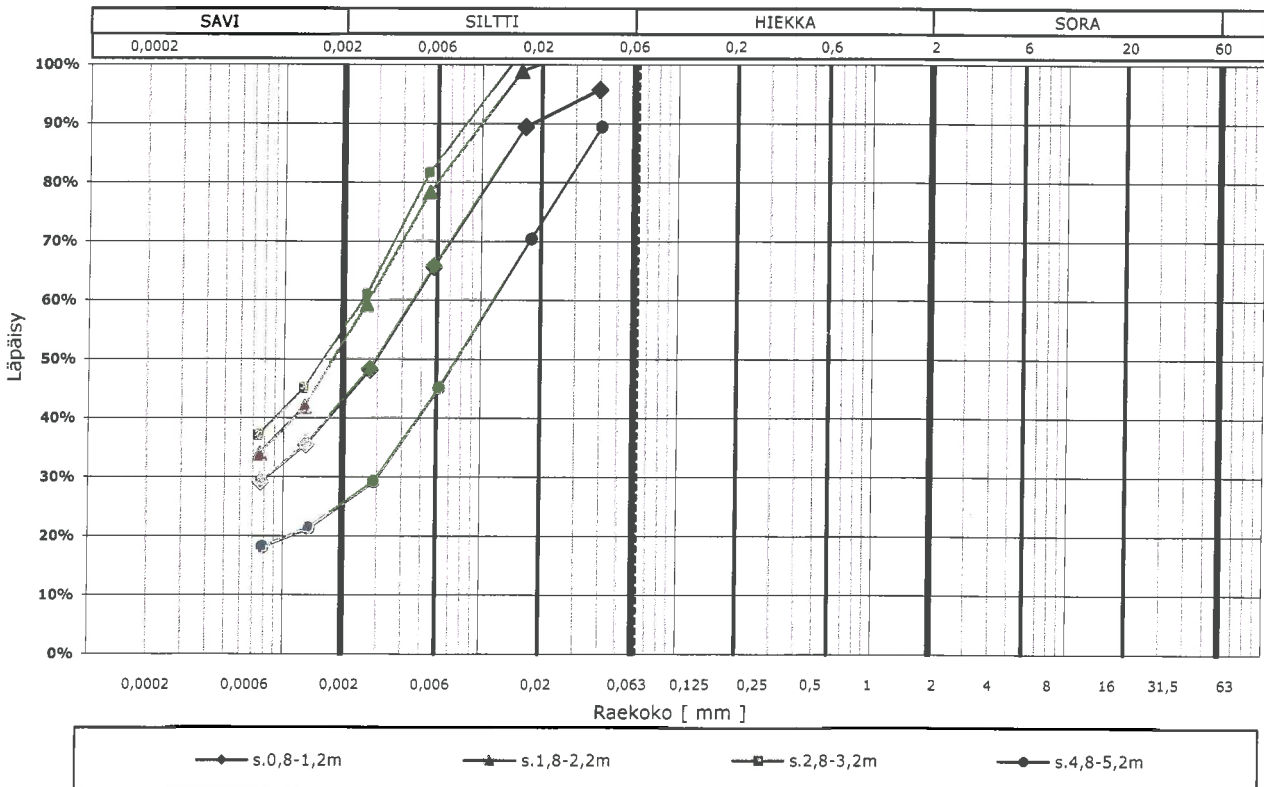
Raekoko [mm]	Läpäisy
63	
31,5	
16	
8	
4	
2	
1	
0,5	
0,25	
0,125	
0,063	
0,020	100,0 %
0,016	98,9 %
0,0055	78,3 %
0,0026	59,3 %
0,0013	41,9 %
0,00075	33,9 %

s.2,8-3,2m

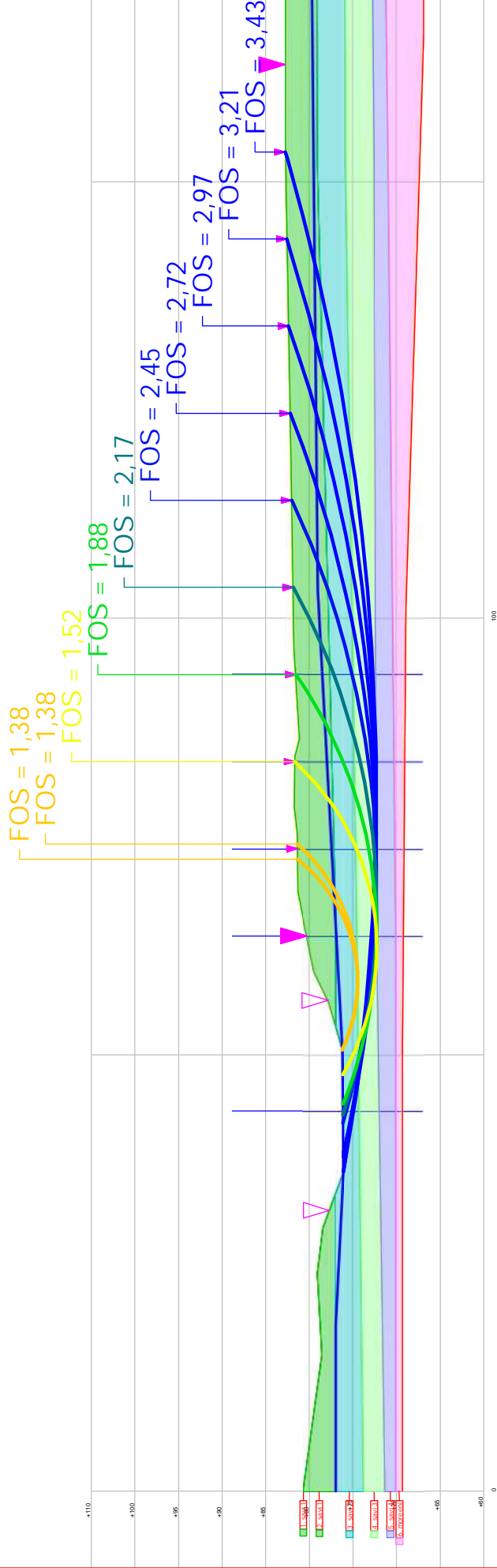
Raekoko [mm]	Läpäisy
63	
31,5	
16	
8	
4	
2	
1	
0,5	
0,25	
0,125	
0,063	
0,037	
0,014	100,0 %
0,0054	81,5 %
0,0026	60,9 %
0,0013	45,0 %
0,00075	37,1 %

s.4,8-5,2m

Raekoko [mm]	Läpäisy
63	
31,5	
16	
8	
4	
2	
1	
0,5	
0,25	
0,125	
0,063	
0,041	89,4 %
0,018	70,4 %
0,0062	45,0 %
0,0029	29,2 %
0,0014	21,2 %
0,00079	18,1 %



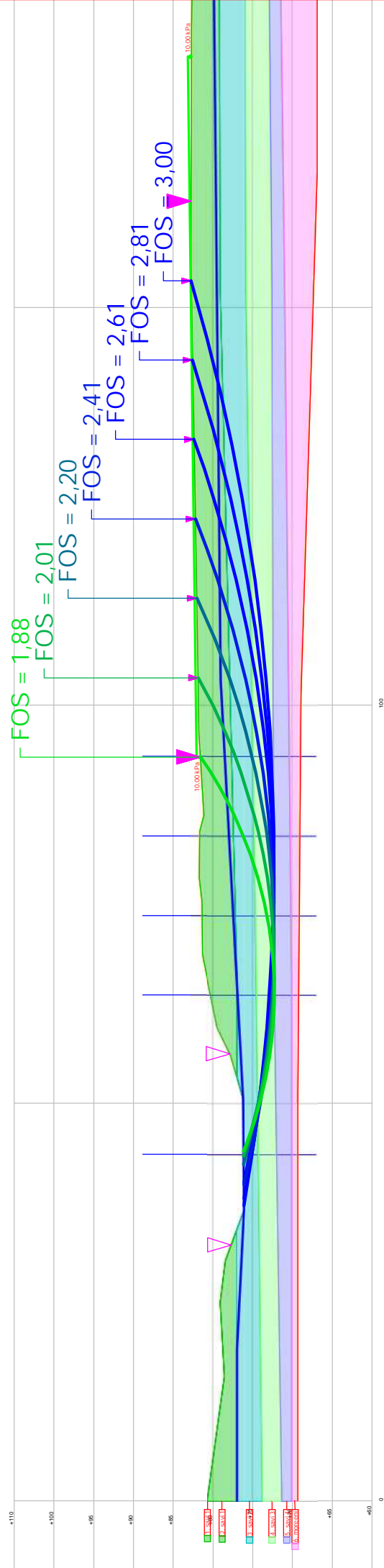
2D Janbu's Simplified
 Min.FOS = 1,38
 fo = 1,09



Soil Layer	γ (kN/m³)	c (kPa)	φ (°)	z _{cr} (Pa/cm)	z _{cr} (Pa/cm)	Material Type	z _{cr} (m)	z _{cr} (m)
1	18.80	22.00	0.00	0.00	0.00	independent on depth	0.00	0.00
2	18.80	22.00	0.00	0.00	0.00	independent on depth	0.00	0.00
3	17.20	31.00	0.00	0.00	0.00	independent on depth	0.00	0.00
4	17.20	31.00	0.00	0.00	0.00	independent on depth	0.00	0.00
5	17.20	32.00	0.00	0.00	0.00	independent on depth	0.00	0.00
6	In-situ	19.00	0.00	15.00	0.00	independent on depth	0.00	0.00

2D Janbu's Simplified

Min.FOS = 1,88
fo = 1,07

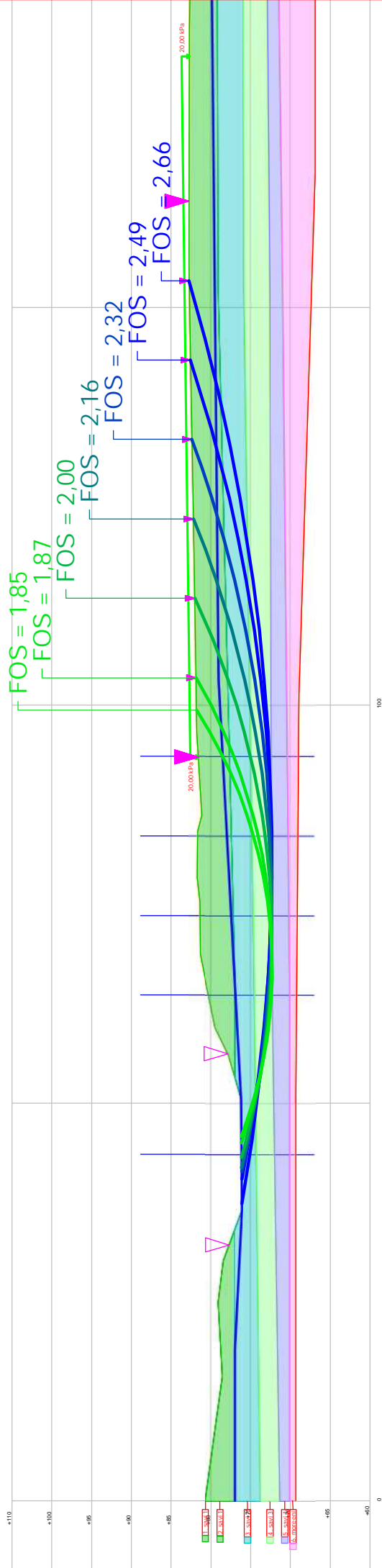


Id	Soil layer	γ (kN/m³)	c (kPa)	φ (°)	z ₀ (m)	z ₁ (m)	z ₂ (m)	Material type	z ₀ (m)	z ₁ (m)	z ₂ (m)
1	Soil 1	18,80	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00
2	Soil 1	18,80	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00
3	Soil 2	17,20	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00
4	Soil 3	17,20	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00
5	Soil 4	17,20	32,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00
6	Interface	19,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00

Pipe Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, rsoff, rns off, ru off

2D Janbu's Simplified

Min.FOS = 1,85
fo = 1,07

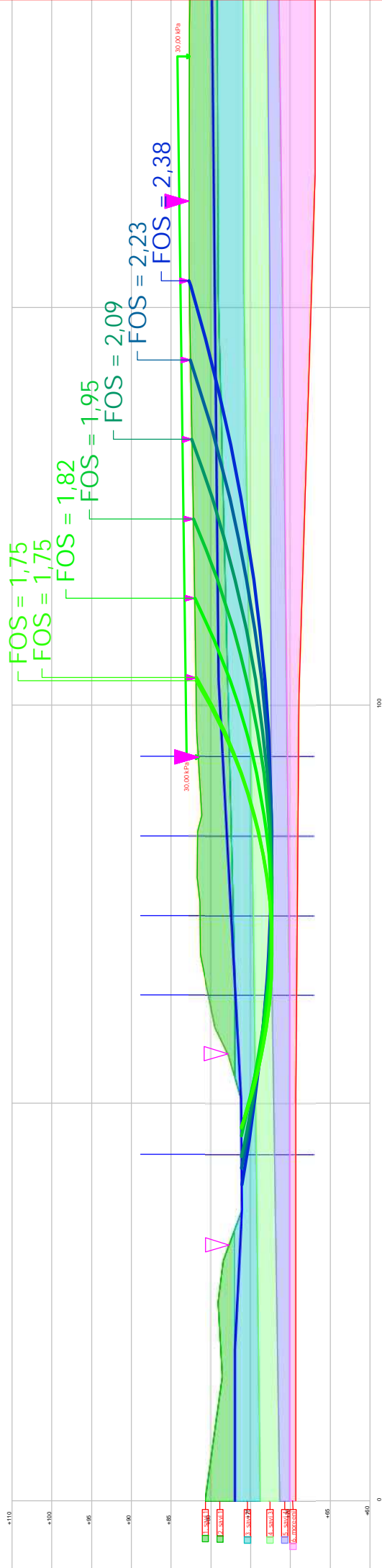


IS	Soil Layer	γ (kN/m³)	γ _{sat} (kN/m³)	c (kPa)	φ (°)	z _{cr} (Pa)	z _{cr} (Pa)	z _{cr} (Pa)	Material Type	z _{cr} (m)	z _{cr} (m)
1	Soil 1	18,80	22,00	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00
2	Soil 1	18,80	22,00	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00
3	Soil 2	17,20	21,00	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00
4	Soil 3	17,20	21,00	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00
5	Soil 4	17,20	21,00	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00
6	Interface	19,00	0,00	15,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00	z _{cr} dependent on depth	0,00	0,00

Pore Pressure Settings: GW on, Pw off, Ppc off, ru off, ruf off

2D Janbu's Simplified

Min.FOS = 1,75
fo = 1,07

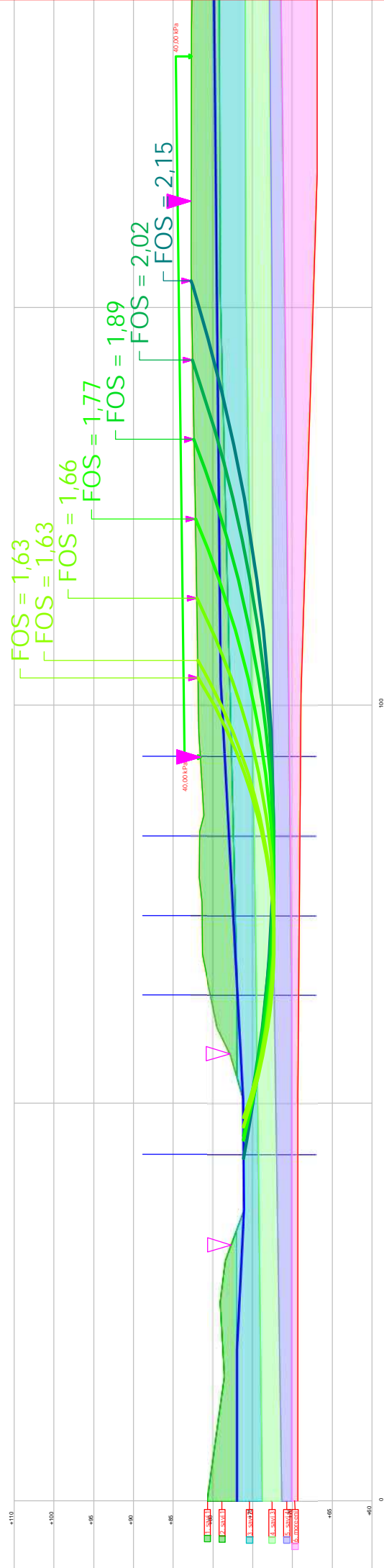


Soil Layer	γ (kN/m³)	φ (°)	c (kPa)	Material Type	γ _{sat} (kN/m³)	γ _{sub} (kN/m³)	γ _{sub} (kN/m³)	γ _{sub} (kN/m³)
1. Soil 1	18,80	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00	0,00
2. Soil 1	18,80	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Soil 2	17,20	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00	0,00
4. Soil 3	17,20	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00	0,00
5. Soil 4	17,20	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00	0,00
6. Present	19,00	0,00	15,00	Independent on depth	0,00	0,00	0,00	0,00

Pipe Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, H₂O off, H₂O off

2D Janbu's Simplified

Min.FOS = 1,63
fo = 1,06

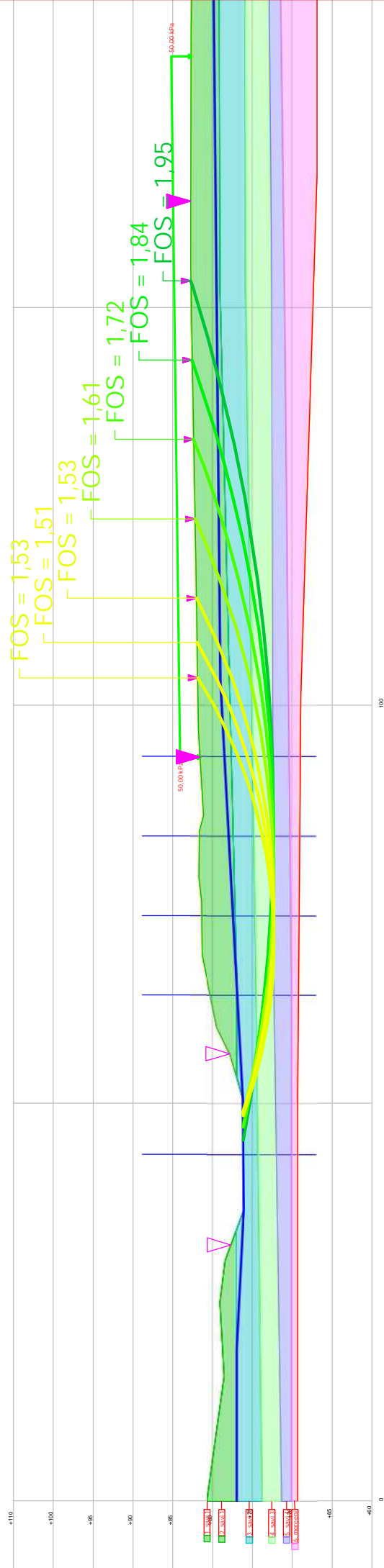


Id	Soil layer	γ (kN/m³)	γ _{sat} (kN/m³)	c (kPa)	φ (°)	σ _v (kPa)	σ _v (kPa)	σ _v (kPa)	Material type	γ _o	γ _o (kN/m³)
1	Silt 1	18,80	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
2	Silt 1	18,80	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
3	Silt 2	17,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
4	Silt 2	17,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
5	Silt 4	17,30	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00
6	Pöytä	19,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00	0,00

Pipe Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, H₂O off, H₂O off

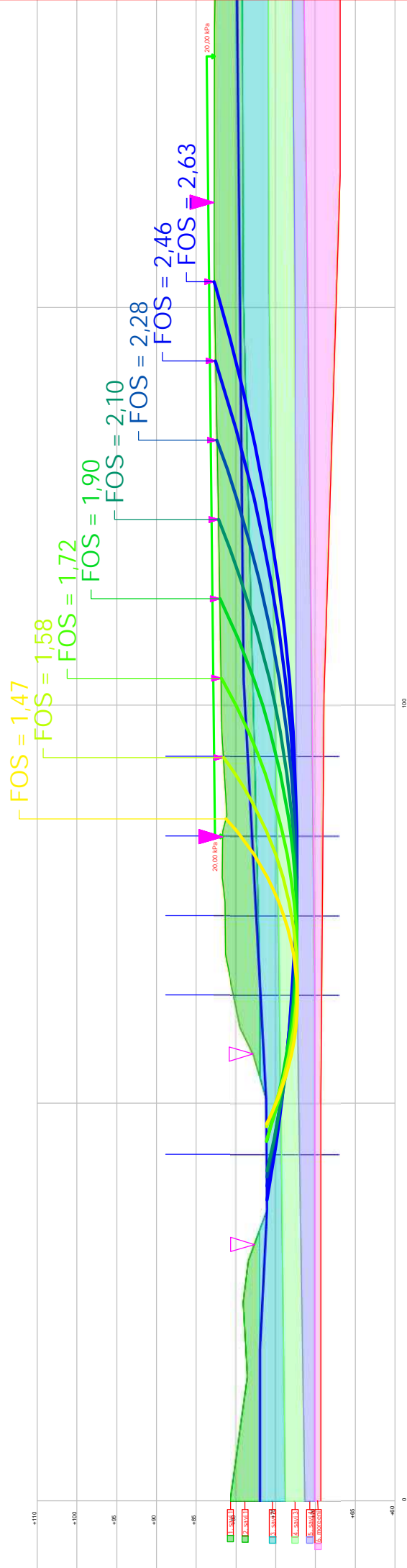
2D Janbu's Simplified

Min.FOS = 1,51
fo = 1,06



IS	Soil Layer	γ (kN/m³)	γ _{sat} (kN/m³)	c (kPa)	φ (°)	IS ₁₅ (kPa/cm)	IS ₃₀ (kPa/cm)	IS ₆₀ (kPa/cm)	Material Type	z ₀ (m)	z ₁ (m)	z ₂ (m)
1	Soil 1	18.80	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Independent on depth	0.00	0.00	0.00
2	Soil 1	18.80	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Independent on depth	0.00	0.00	0.00
3	Soil 2	17.20	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Independent on depth	0.00	0.00	0.00
4	Soil 3	17.20	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Independent on depth	0.00	0.00	0.00
5	Soil 4	17.20	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Independent on depth	0.00	0.00	0.00
6	Interface	19.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Independent on depth	0.00	0.00	0.00

Pore Pressure Settings: GW on, Pw off, Ppc off, ru off, ruf off



100

0

Id	Soil Layer	γ (kN/m³)	φ (°)	δ (°)	c (kPa)	σ _v (kPa)	σ _v (kPa)	σ _v (kPa)	Material Type	γ _{sat} (kN/m³)
1	Silt	18,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00
2	Silt	18,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00
3	Silt	17,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00
4	Silt	17,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00
5	Silt	17,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00
6	Prosessi	19,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Independent on depth	0,00



MERKINNÄT

SELVITYSALUEEN RAJA

--- 73 ---

KAIRAUSTEN PÄÄTTYMISTASOKÄYRÄSTÖ
 Käyrästä kuvaa ohjeellisesti kovan/tiiviin pohjan tasoa. Käyrästä ei kuvaa kallion pintaa, sillä kalliovarmistuksia ei ole tehty.

AS
 0,20 +88,78
 0,40 +88,58 LK
 5,60 +83,18 KI
 7,84 +80,94

PAINOKAIRAUS



POHJAVESIPUTKI



HÄIRIINTYNYT MAANÄYTE

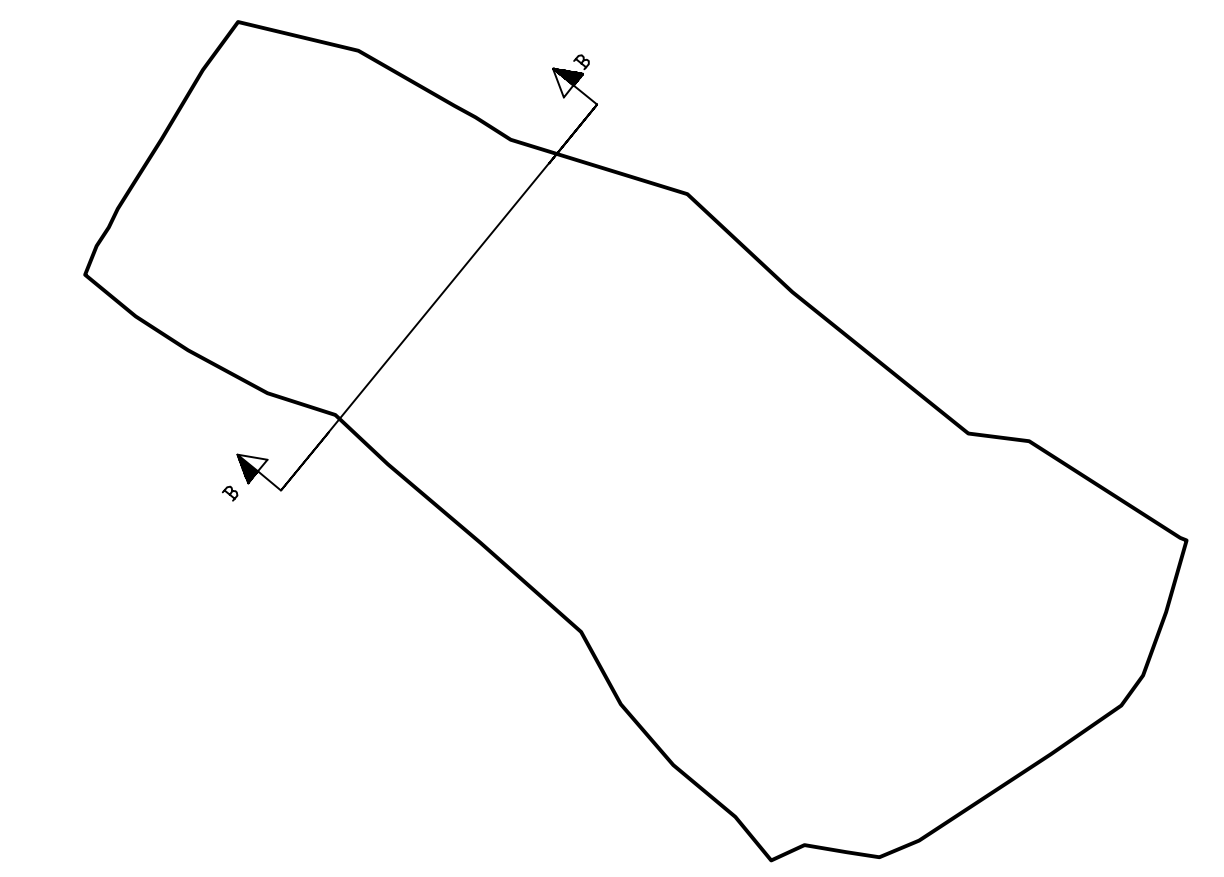
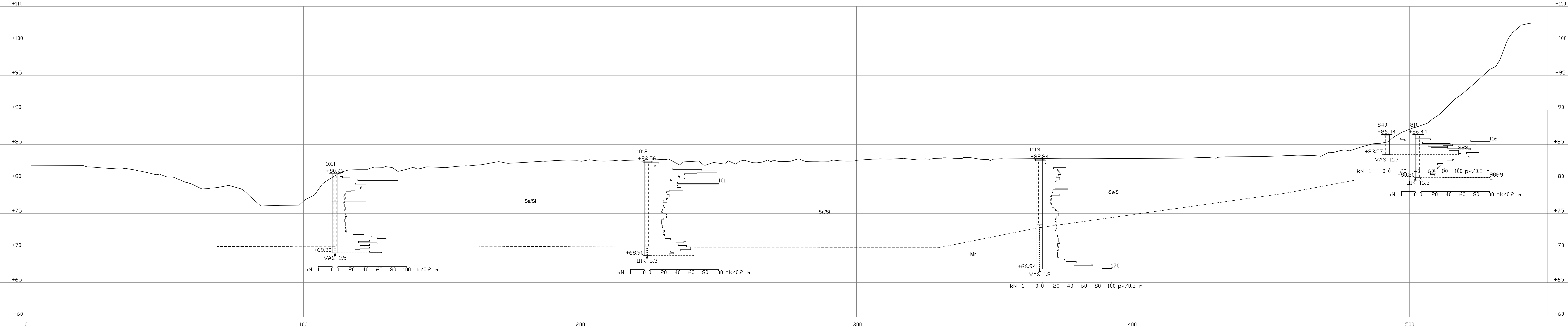
POHJAKARTTA: HYVINKÄÄN KAUPUNKI

KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ: ETRS-GK-25

KORKEUSJÄRJESTELMÄ: N2000

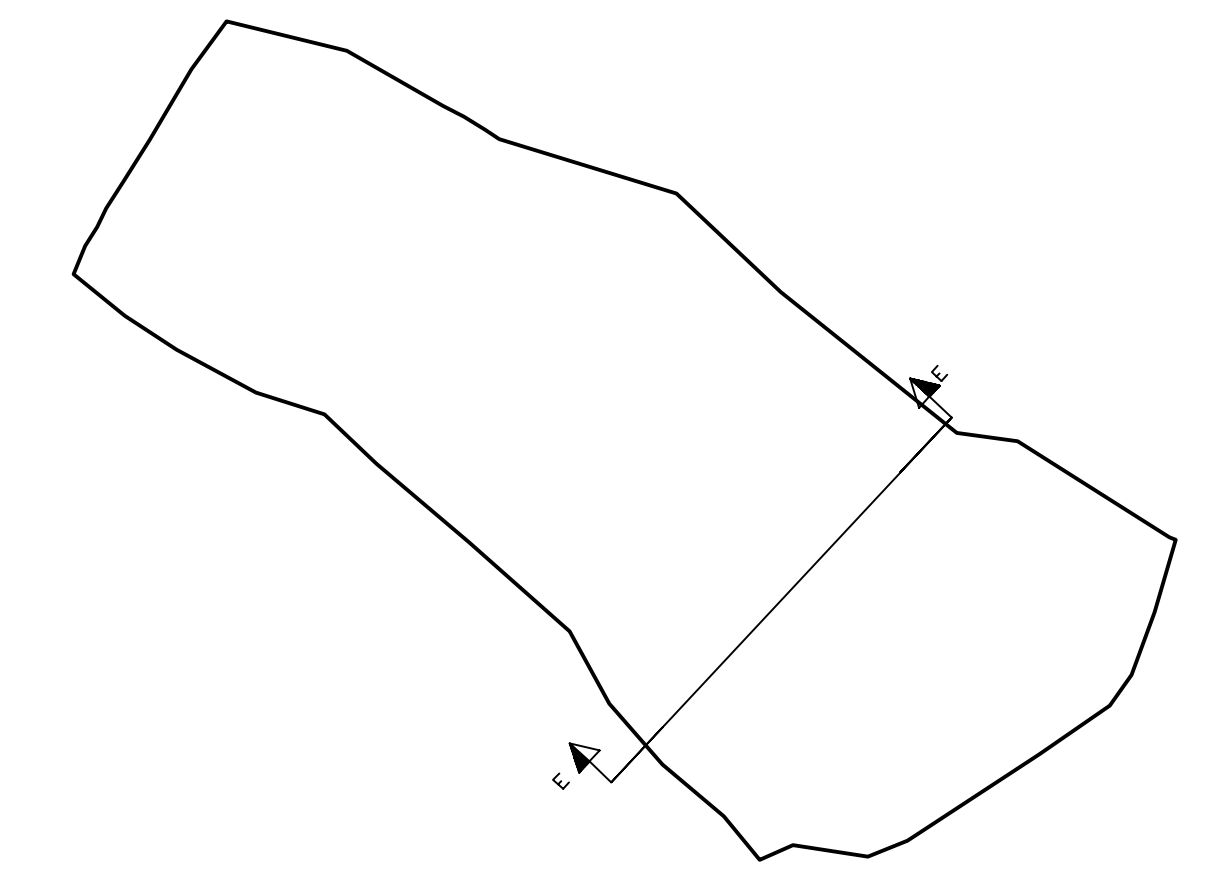
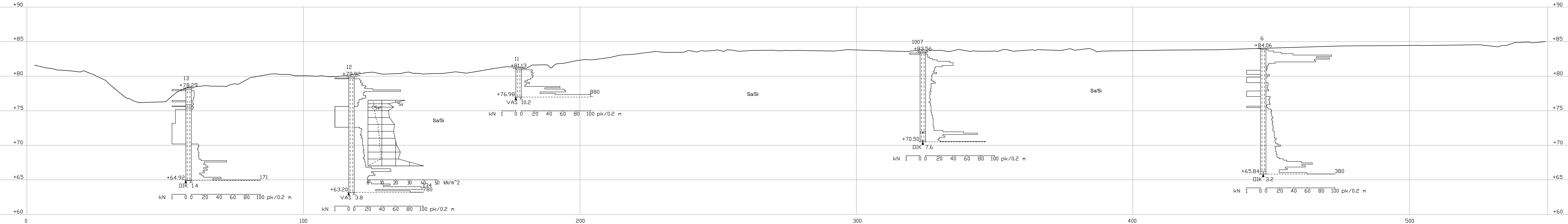
lunetus	muutos	päiväys		
piirustusaika	Pohjatutkimuspiirustus	WEB	lunetus	ankistolunus
kohteen sijainti				1
kohde	Kraavinlaakso	SUUNN.		
toimenpide	Rakennettava uus- ja perustamistaposeivitys	PIIRT.		
piirustuksen sisältö	Kairausten päättymistasokäyrästä	TARK.		
mittakaava	1:2000	HYV.	liitty piirustukseen no	
korvaa piirustuksen no				
konattu piirustuksella no				
piirustus no	14009-1301	muutos		
HYVINKÄÄN KAUPUNKI TEKNIikka JA YMPÄRISTÖ KUNNALLISTEKNI KKA	Ramboll Finland Oy PL25, 02601 Espoo puh. 020 755 611 fax 020 755 6201	Suunn. GEO	Työno 1510008506	Mittakaava
ANTERO OLASTE		piir. OLIN	Suunn. OSCAR LINDFORS	Muutos
		1301		30.4.2014

LEIKKAUS B - B
1:500/1:200



tunnus		muutos		päiväys	
piirustusloji		Pohjatutkimuspiirustus		WEB tunnus	
kohteen sijainti		kohde		arkistotunnus	
Kraunlaakso		SUUV.		9	
toimenpide		PIIRT.			
Rokennettavuus- ja perustamistapaseivitys		TARK.			
piirustuksen sisältö		mittakaava		korvaa piirustuksen n:o	
Leikkaus B-B		1:500 / 1:200		konattu piirustuksella n:o	
HYVINKÄÄN KAUPUNKI TEKNIikka JA YMPÄRISTÖ KUNNALLISTEKNIikka		piirustus n:o		muutos	
RAMBOLL		14009-1303			
Ramboll Finland Oy PL25, 02601 Espoo puh. 020 755 611 fax 020 755 6201		Suunn. ala		tyyppi	
GEO		1510008506		Mittakaava	
1303				Muutos	
hyv. ANTERO OLASTE		piir. OLIN		suunn. OSCAR LINDFORS	
				pvm 30.5.2014	

LEIKKAUS E - E
1:500/1:200



muutos	pidävyys

piirustuslaji	Pohjatutkimuspiirustus	WEB tunnus		arkistotunnus	9
kohteen sijainti					
kohde	Palojoen varsi	SUUV.			
		PIIRT.			
toimenpide	Rakennettavuus- ja perustamistapaseivitys	TARK.			
		HYV.			
		liitty piirustukseen n:o			
piirustuksen sisältö	Leikkaus E-E	mittakaava	1:500 / 1:200	korvaa piirustuksen n:o	
				konottu piirustuksella n:o	

HYYINKÄÄN KAUPUNKI TEKNIikka JA YMPÄRISTÖ KUNNALLISTEKNIikka	piirustus n:o	14009-1306	muutos	
	Ramboll Finland Oy PL25, 02601 Espoo puh. 020 755 611 fax 020 755 6201	Suunn.ala GEO Piirustusno 1306	Työnro 1510008506	Mittakaava Muutos
Hyv. ANTERO OLASTE	piir. OLIN	suunn. OSCAR LINDFORS	pvm 30.5.2014	

