

Työ: 22178
30.6.2025

KIERRÄTYSALUEEN OSAYLEISKAAVAN LÄNSIOSA,
POHJAOLOSUHDESELVITYS - LOPPURAPORTTI
HOLLOLAN KUNTA, HOLLOLA

TARATEST OY
Turkkirata 9 A
33960 Pirkkala
p. 03-368 3322
www.taratest.fi

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	2
Pohjatutkimuksen rajoitteet	3
Johdanto ja tutkimusten tarkoitus	4
1 Tutkimusalueen alueen rajausta ja perustiedot.....	5
2 Pohjatutkimusten kohdetiedot	8
2.1 Maasto- ja maankäyttötiedot.....	8
2.2 Pohjavesitiedot	9
3 Pohjatutkimukset alueella.....	9
4 Aiemmat pohjatutkimukset alueella.....	10
5 Maaperäolosuhteiden arviointi tutkimattomilla osuuksilla.....	11
6 Pohjaolosuhteiden merkitys rakentamisessa	12
7 Yhteenveto pohjatutkimuksista ja rakennettavuusselvityksen lähtökohdat.....	15

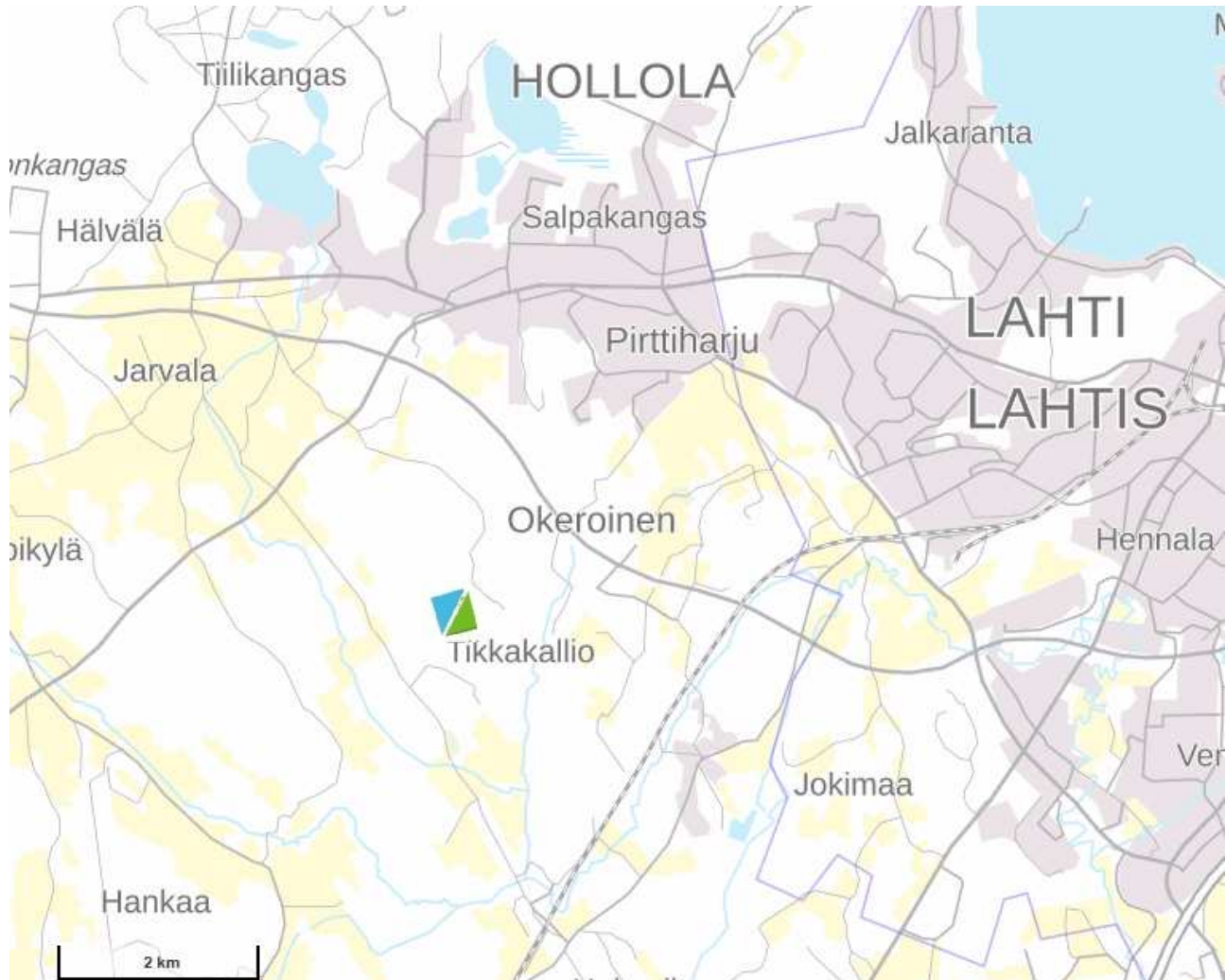
Pohjatutkimuksen rajoitteet

Pohjatutkimusaineisto, jonka perustella pohjaolosuhdeselvitys on laadittu, on vajavainen, koska kahdelle yksityisomistuksessa olevalle kiinteistölle ei saatu pohjatutkimuslupia. Geotekniset pohjatutkimukset muodostavat suunnittelun perustan, ja ilman todellisia tutkimustuloksia tarkkojen pohjaolosuhteiden esittäminen on mahdotonta. Tilaajan pyynnöstä tutkimattomien kiinteistöjen pohjaolosuhteita on kuitenkin pyritty arvioimaan ekstrapoloimalla viereiseltä alueelta saatujen tutkimustulosten perusteella. Suomessa maaperäolosuhteet voivat kuitenkin vaihdella merkittävästi jopa pienellä alueella. Näin ollen Taratest Oy:n tekemät ekstrapolointiin perustuvat maaperäolosuhteiden arviot, massalaskennat ja rakentamiskustannusten arvioinnit ovat luonteeltaan teoreettisia laskelmia, eivätkä ne voi täysin korvata varsinaisia pohjatutkimuksia.

Käytännössä, koska tutkimuslupia ei saatu, asiakkaalla ei ole muuta mahdollisuutta tulevien rakentamistoimenpiteiden tarkasteluun ja arviointiin kuin tämä nyt tehty laskennallinen arvio kahden muun tutkitun kiinteistön perusteella. Tämä tulee huomioida mahdollisissa jatkosuunnitelmissa ja riskienhallinnassa.

Johdanto ja tutkimusten tarkoitus

Taratest Oy on tehnyt Hollolan kunnan toimeksiannosta pohjatutkimuksia kiinteistöillä 98-352-3-42 ja 98-352-3-63, lähin osoite Koskimyllyntie 242, Hollola. Tutkimukset liittyvät kaavoitettavan alueen ennakkotietojen keräämiseen, sekä kaavan toteuttamiskelpoisuuden selvitykseen. Pohjatutkimukset suoritettiin 23.1 – 6.2.2025 välisenä aikana. Tutkimukset suoritettiin GM-65 ja GM100 kairausvaunuilla puristinheijari- ja porakonekairauksella. Jokaisessa kairauspisteessä varmistettiin kallion pinnan sijainti porakonekairauksella. Tutkimusohjelma on liitteenä 1.



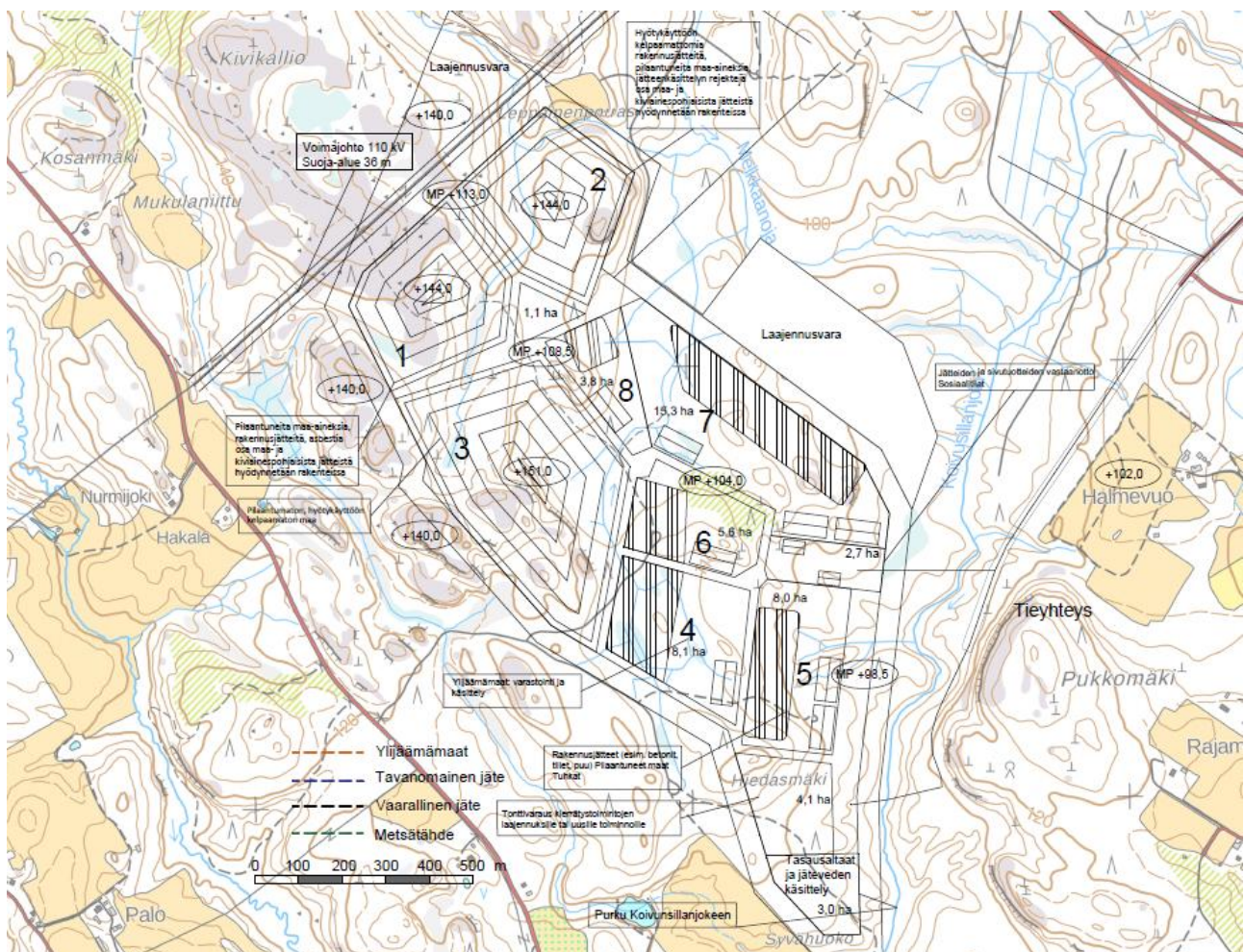
Kuva 1. Kohde merkitty karttaan likimäärin. (Paikkatietoikkuna.fi, haettu 24.2.2025)

1 Tutkimusalueen alueen rajaus ja perustiedot

Hollolan kunta on päättänyt kierrätysalueen osayleiskaavan vireilletulosta kaavoitusohjelmassa 2024. Hollolan kierrätysalueen osayleiskaavan tavoitteena on kehittää alueesta kiertotalouden keskus, joka mahdollistaa kiertotaloustoiminnan alueella. Alue, joka on nykyisin yksityisessä omistuksessa ja ei sisällä asutusta, on suunniteltu osaksi Päijät-Hämeen seudullista jätteenkäsittelyalueen vaihemaakuntakaavaa ja Hollolan strategista yleiskaavaa. Kaavassa tutkitaan mahdollisuuksia sijoittaa alueelle kiertotalousoperaattori, joka koordinoisi alueen toimintaa, mutta toiminnan suunnittelu edellyttää myös haittavaikutusten hallintaa.

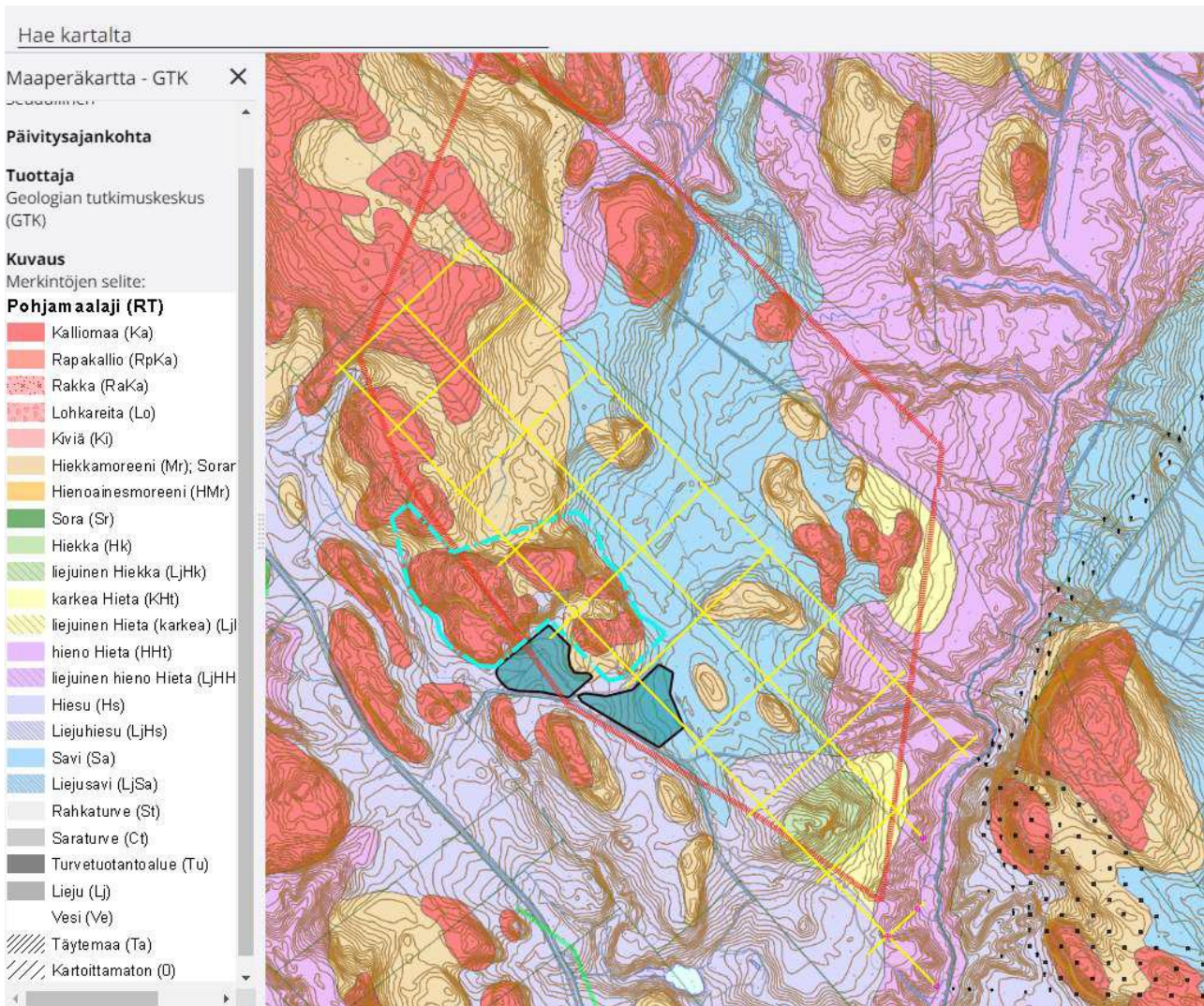
Kaavoitustyössä otetaan huomioon muun muassa alueen vaikutukset ympäristöön ja lähialueen asutukseen. Alueella ei sallita biojätteen käsittelyä, mutta muun muassa maa-ainesten käsittely ja puuraaka-aineen varastointi ulkona ovat mahdollisia. Selvityksissä tarkastellaan myös luontokadon kompensointia ja alueen vaikutuksia ympäristöön, kuten maa- ja kiviainesten otto- ja täyttötöiden vaikutuksia. Asemakaava laaditaan myöhemmin, ja kaavoitustyö on suunniteltu valmistuvan vuosien 2024–2026 aikana.

Kiertotaloustoiminta-alueesta on tehty alustavia suunnitelmia, ja niiden mukaan tutkimusaluetta on mahdollista rajata. Kokonaisuudessaan tutkimusalue eli kierrätysalue on esitetty kuvassa (Kuva 2).



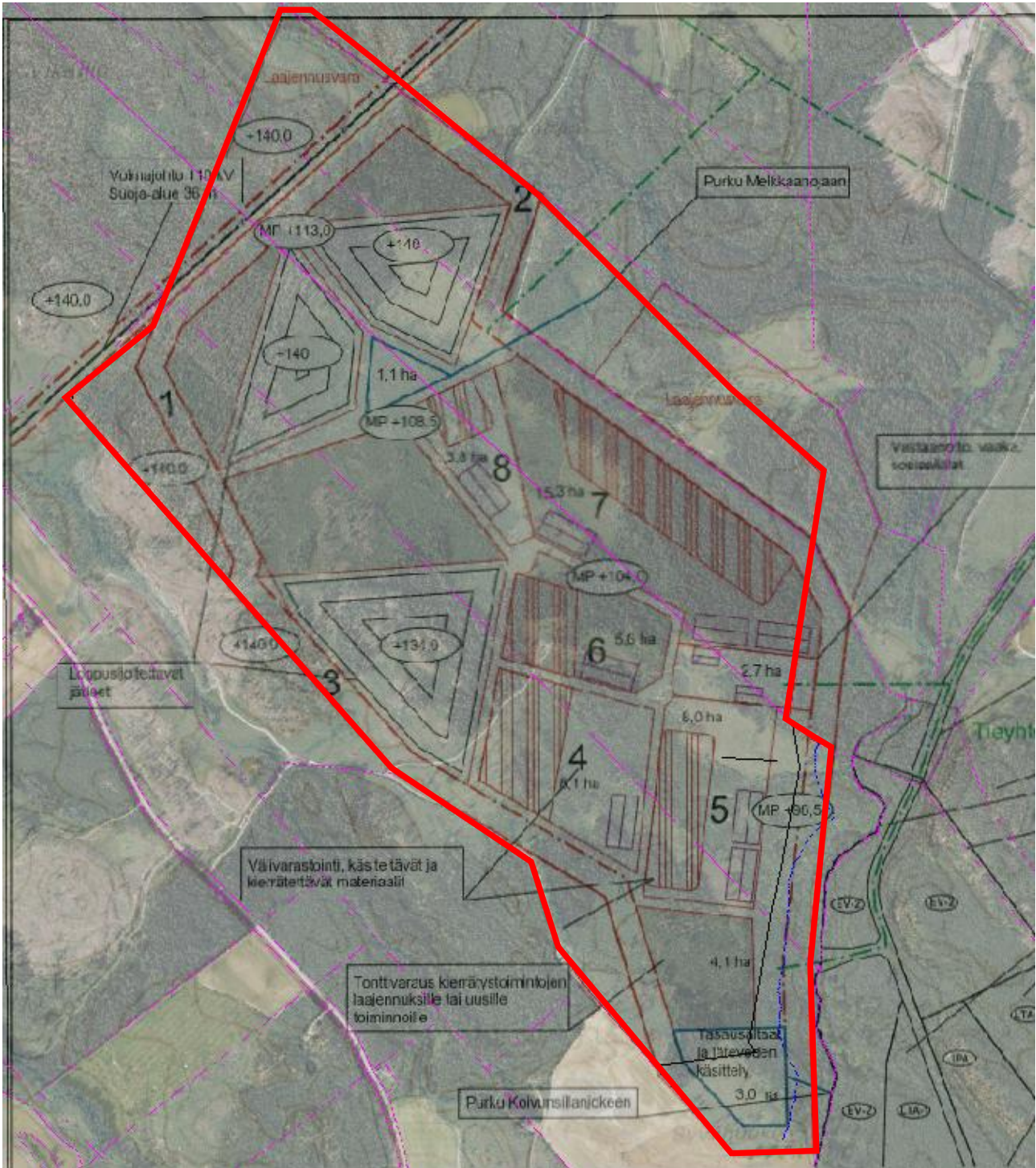
Kuva 2. Kierrätysalueen perustamissuunnitelma, alustava ehdotus, Ramboll Finland Oy, 2021

Maaperätutkimusten suorittamiseen saatiin lupa vain osaan kierrätysaluetta, tästä on saatu tilaajalta kuvan (Kuva 3) mukainen esitys.



Kuva 3. Keltaisen ruudukon alue on suunniteltu kairaustutkimusten alue, kuva Hollolan kunta.

Yhdistetty tutkimusalue em. on esitetty kuvassa (Kuva 4).

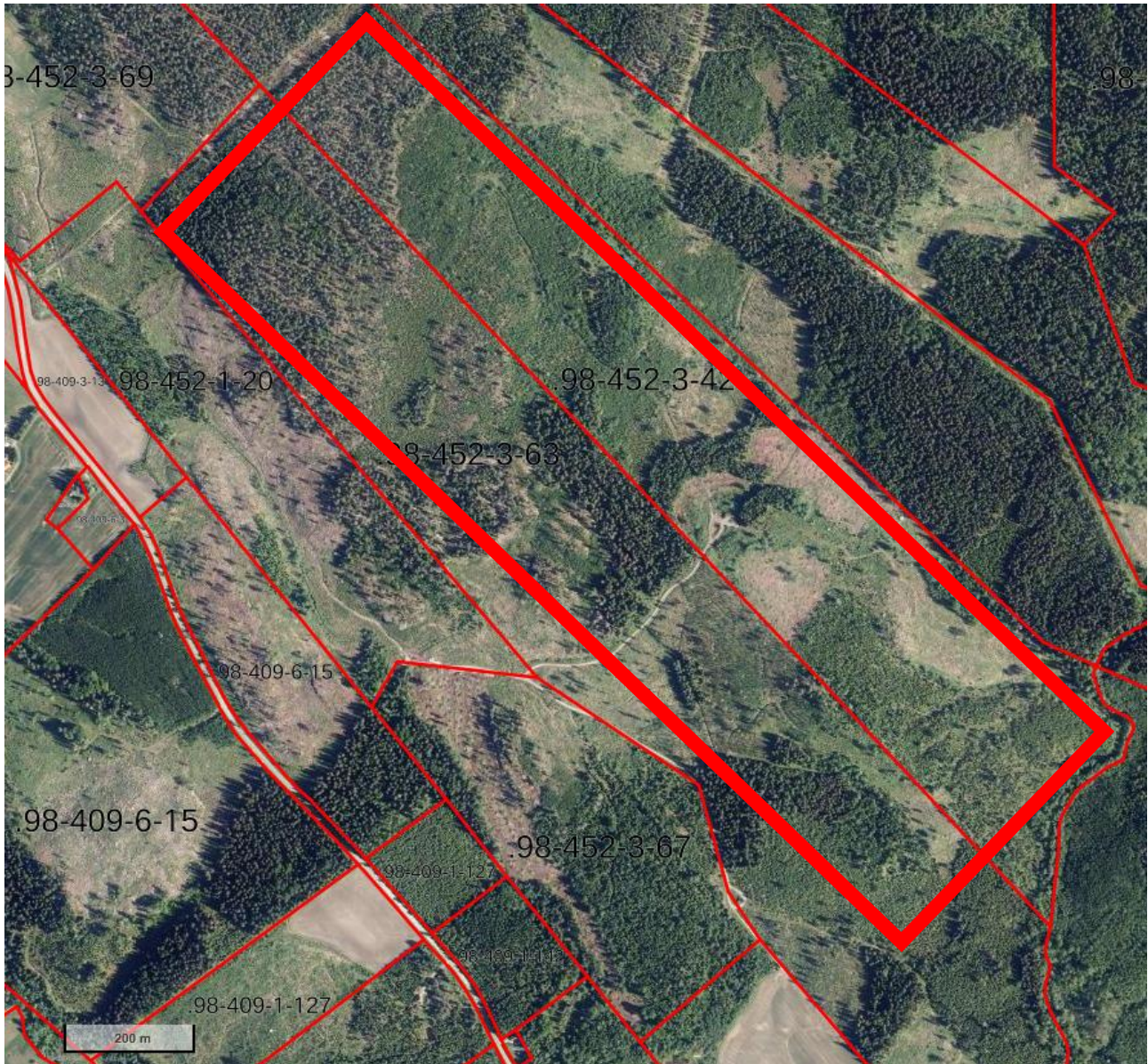


Kuva 4. Yhdistetty tutkimusalueen rajaus, jossa huomioitu kierrätysalueen suunnitelmat ja Hollolan kunnan tutkimusaluearajaus.

Tutkimukset alueella toteutettiin alkuvuodesta 2025. Tutkimuspisteet (30 kpl) pyrittiin valitsemaan siten, että koko alue saadaan mahdollisimman kattavasti tutkittua. Tutkimuspisteiden sijainnin valintaa rajoittivat osin vaikeakulkuinen ja kivinen sekä jyrkkäpiirteinen maasto, että alueen olemassa oleva puusto. Tutkimuspisteille suoritettiin kallion pinnan varmistus porakonekairauksella.

2 Pohjatutkimusten kohdetiedot

Kohde sijaitsee Hollolassa kiinteistöillä 98-352-3-42 ja 98-352-3-63, lähin osoite Koskimyllyntie 242, Hollola. Tutkimusohjelma on liitteenä 1, josta selviää tutkimuspisteiden tarkempi sijoittuminen kartalla. Kiinteistöt ovat tällä hetkellä metsätalouskäytössä, eikä niille ole aiemmin rakennettu (Kuva 5). Tutkimusalueella ei ole aiemmin suoritettu pohjatutkimuksia, mutta Koivusillanjoen itäpuolella on tehty pohjatutkimuksia Insinööritoimisto Paavo Ristolan toimesta vuonna 2006.



Kuva 5. Tutkimuskiinteistöt kartalla, kohdealue rajattu likimäärin. (Paikkatietoikkuna.fi, haettu 24.2.2025).

2.1 Maasto- ja maankäyttötiedot

Tutkimusalueen maanpinta N2000 korkeusjärjestelmässä vaihtelee +85...+146 metriin. Alueen itäpuolella on Koivusillanjoki, joka rajaa tutkimusaluetta. Pohjoisessa aluetta rajaa kiinteistörajan lisäksi voimalinja (110 kV, Lammi-Salpakangas voimajohto, Fingrid). Tutkimusalue laskee tasaisesti kohti Koivusillanjokea, mutta alueella on myös paikallista vaihtelua, ja useampia kalliojyrkänteitä. Tutkimusalueen koko on n. 64 hehtaaria. Alueella on sekalaista metsää ja kasvillisuutta, alueella

on myös tehty useampia päätehakkuita viimeisen 20 vuoden aikana (Paikkatietoikkuna.fi, historialliset ilmakuvat). Maasto on vaikeakulkuista suurten korkeusvaihteluiden, ja kivikkoisuuden vuoksi.

Alueen kallioperästä otettiin pohjatutkimusten yhteydessä näytteitä kalliolaadun ja kallion soveltuvuuden selvittämiseksi (betonin ja infrarakentamisen kiviaines). Kallionäytteet kerättiin käsin tutkimusalueelta 13.2 – 14.2 välisenä aikana. Näytteenotot suoritti geologi Otso Sattilainen. Näytteenoton yhteydessä alueella havaittiin useampia kalliojyrkänteitä, joita käytetään myös kalliokiipeilyyn (Lähde: kiipeilyä harrastava Taratest Oy:n työntekijä, Ari Huhtanen). Kalliojyrkänteillä voi olla myös maisemallista arvoa.



Kuva 6. Jyrkänne tutkimusalueella, (Taratest Oy, 13.2.2025).

2.2 Pohjavesitiedot

Lähin pohjavesialue (Salpakangas 1E-luokka) sijaitsee noin 3 km päässä pohjoisessa. Alueen pohjatutkimusten yhteydessä havaittiin paineellista pohjavettä tutkimuspisteellä 34 savikerroksen jälkeen, n. 7,5 – 8 metrin syvyydellä. Erillistä pohjavedenpinnan selvitystä ei ole alueella tehty.

3 Pohjatutkimukset alueella

Alueella suoritettiin pohjatutkimuksia 23.1 – 6.2.2025 välisenä aikana. Tutkimukset suoritettiin GM-65 ja GM100 kairausvaunuilla puristinheijari- ja porakonekairauksella. Jokaisessa kairauspisteessä varmistettiin kallion pinnan sijainti porakonekairauksella. Osassa tutkimuspisteitä suoritettiin vain

kalliopinnan varmistus porakonekairauksella pisteiden sijaitessa visuaalisen tarkastelun perusteella avokallioalueella (tutkimuspisteet 44, 45, 47, 48 ja 49). Tutkimuspiste 50 sijaitsi jyrkällä kalliorinteellä, joten tämän osalta kairaukset todettiin tarpeettomiksi kalliopinnan tai maakerrosten määrittämisen suhteen.

Pisteelle 24 oli määritetty vaihtoehtoinen sijainti lähemmän Koivusillanjokea (piste 24.1). Piste toteutettiin ylimääräisenä, sillä piste 50 jäi pois, mutta valitettavasti teknisen virheen vuoksi puristinkairaustiedot tältä pisteeltä menetettiin, vain porakonekairaustulokset saatiin tallennettua.

Kairaustöitä varten oli Hollolan kunnan puolelta järjestetty tutkimuslupa yksityisten maanomistajien alueilla liikkumiseen, ja tutkimusten suorittamiseen. Tutkimuspisteille saatiin työn aikana myös lupa myös tehdä kulkureittiä raivaamalla pienempiä pensaita ja puita maaston vaikeakulkuisuuden vuoksi. Tutkimusreitit optimoitiin siten, että suuria puita ei kaadettu.

Alueen pohjaolosuhteet vaihtelevat aina avokallioisista alueista syviin ja pehmeisiin savi-/silttipohjiin. Pohjatutkimusasemapiirustukseen on pohjasuhteiltaan eroavat alueet eritelty karkeasti kolmeen eri alueeseen.

Alueen luoteisosa on avokalliota. Alueen keskiosissa ja eteläpäädyssä pintakerroksen alla on paksuudeltaan vaihteleva kitkamaakerros. Alueen kaakkoispäädyssä/itä sivustalla pintakerroksen alla on pehmeä ja painumaherkkä savi-/silttikerros.

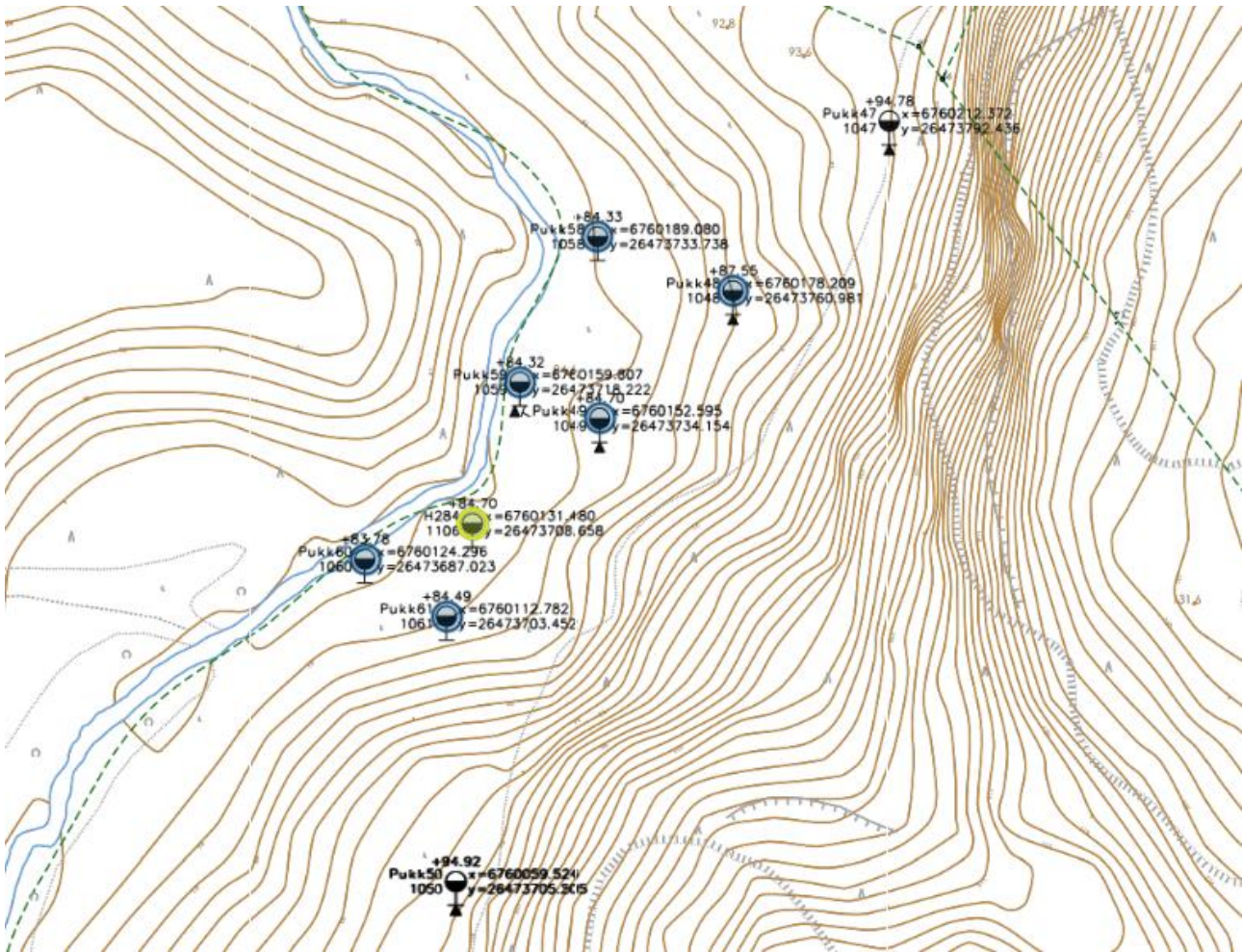
Maapeitepaksuus pääsääntöisesti kasvaa tutkimusalueen luoteispäästä kaakkoispäätyyn kuljettaessa, joskin alueen keskiosassa kalliopinta nousee paikoin lähelle vallitsevaa maanpintaa. Maapeitepaksuus on syvimmillään alueen kaakkoispäässä kairapisteiden 25, 26 ja 27 ympärillä, 15 ... 25 m, jossa kairauksin havaittiin paksuimmillaan noin 15 m paksu pehmeä koheesiomaakerros, joka rajoittuu alapinnastaan pohjan kitkamaakerrokseen.

Kalliopinnan taso alueella vaihtelee voimakkaasti. Alueen luoteisosassa kalliopinta havaittiin lähellä vallitsevaa maanpintaa. Porakonekairauksin kalliopinta määritettiin tutkimusalueella tasovälille +59.5 ... +144.4.

Alueella on alavilla savikkokohdilla epäily paikallisesti paineellisesta pohjavedestä. Pohjavedenpinnan tason määrittämiseen suositellaan jatkotoimenpiteinä pohjavesiputkien asentamista riskipaikoille.

4 Aiemmat pohjatutkimukset alueella

Kappaleessa 1 rajatulla tutkimusalueella ei ole aiemmin suoritettu pohjatutkimuksia. Ko. alueen läheisyydessä, Koivusillanjoen itäpuolella on kuitenkin tehty pohjatutkimuksia Ramboll Finland Oy:n toimesta vuonna 2020. Aineistosta löytyy myös yksi vanhempi kairaustulos vuodelta 2014. Nämä on esitetty kuvassa (Kuva 7).



Kuva 7. Aiempia kairaustuloksia Koivusillanjoen läheisyydestä, Ramboll Finland Oy 2020

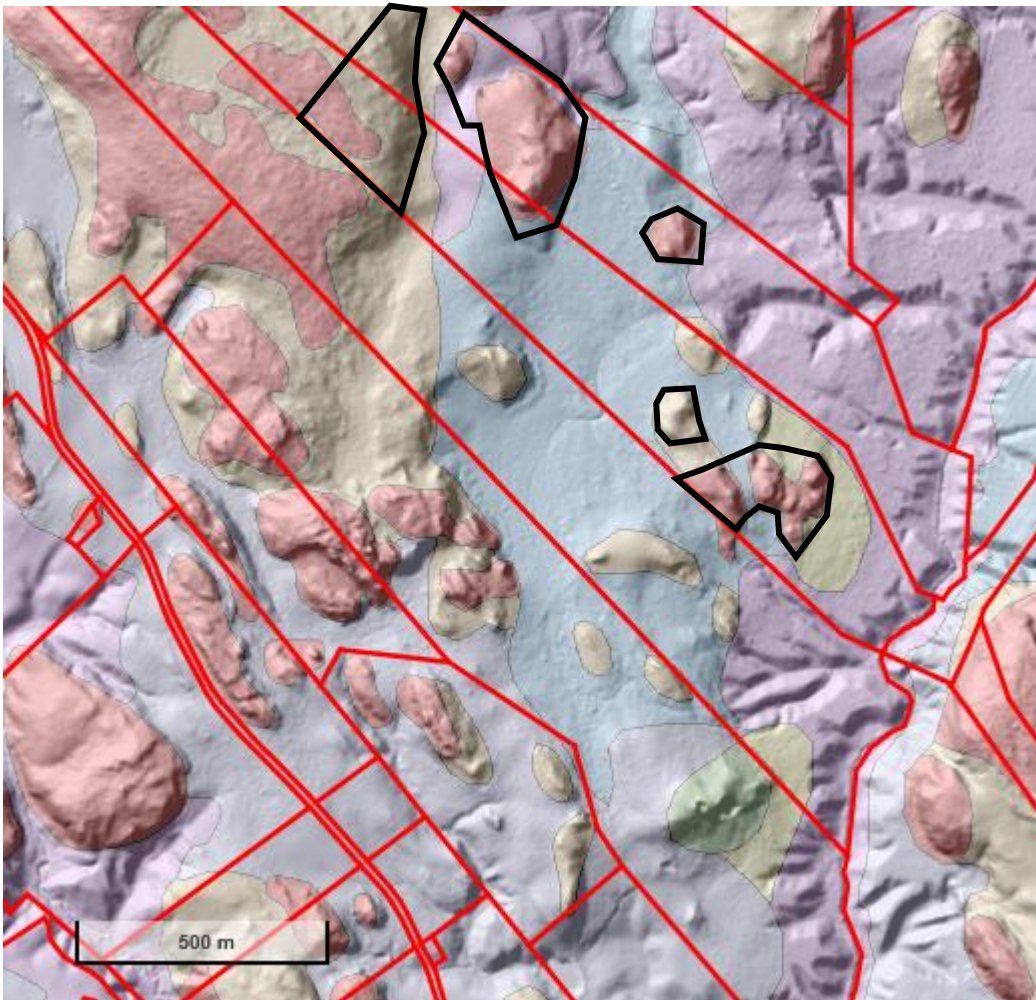
Ko. kairaustulokset eivät sijaitse suoraan tutkimusalueella, mutta hyvin lähellä sitä, jokilaakson maaperämuodostumassa. Näiden tulosten avulla voidaan tehdä joitakin päätelmiä tutkimusalueen tulevista rakentamistoimenpiteistä suhteessa Koivusillanjokilaakson stabiileettiin.

5 Maaperäolosuhteiden arviointi tutkimattomilla osuuksilla

Tässä kappaleessa esitetään lähtökohdat ja perusteet, miten tutkimattomien kiinteistöjen ja kiinteistöjen osien pohjaolosuhteita on arvioitu, ja millaisia arvoja ja tuloksia on käytetty Taratest Oy:n laatimassa kohteen erillisenä liitteenä olevassa kaavaa varten laaditussa rakennettavuusselvityksessä (liitteenä 4). Tarkkoja pohjaolosuhdekuvauksia ei esitetä, mutta kallionpinnan sijainnista, sekä maakerrosten paksuuksista esitetään 3D-pintamallit. 3D-mallissa esitettyjen mallien korkotasot arvioidaan viereisen alueen pohjatutkimustulosten, sekä maaperäkarttojen perusteella (kalliopaljastumat, moreeni- ja savimaa-alueet).

Tutkittujen kiinteistöjen osalta näiden luoteispäädystä on hyvin ohuelti maakerroksia, ja käytännössä kallion pinta on osin paljastuneena. Samantyyppinen muodostelma on havaittavissa myös kiinteistöillä 98-452-3-27 ja 98-401-1-59 hanke-alueen pohjois-/koilliskulmassa. Näin ollen kallion pintamallin luonnissa käytetään tätä yleistystä koko suunnitelma-alueella. Karkea raja-avokallio-alueesta on esitetty kuvassa (Kuva 8). Lisäksi mallin luomisessa huomioidaan erikseen muut tutkimattomien kiinteistöjen alueen kalliopaljastumat ja niiden likimääräinen sijainti GTK:n maaperä-

kartan perusteella. Kallionpinta laskee jokea kohti mentäessä. Joen itärannalta on saatavilla vanhoja kairaustuloksia, joissa kallion pintaa on selvitetty, näiden perusteella tehdään arvio kallion pinnasta alueen itäpäädyssä.



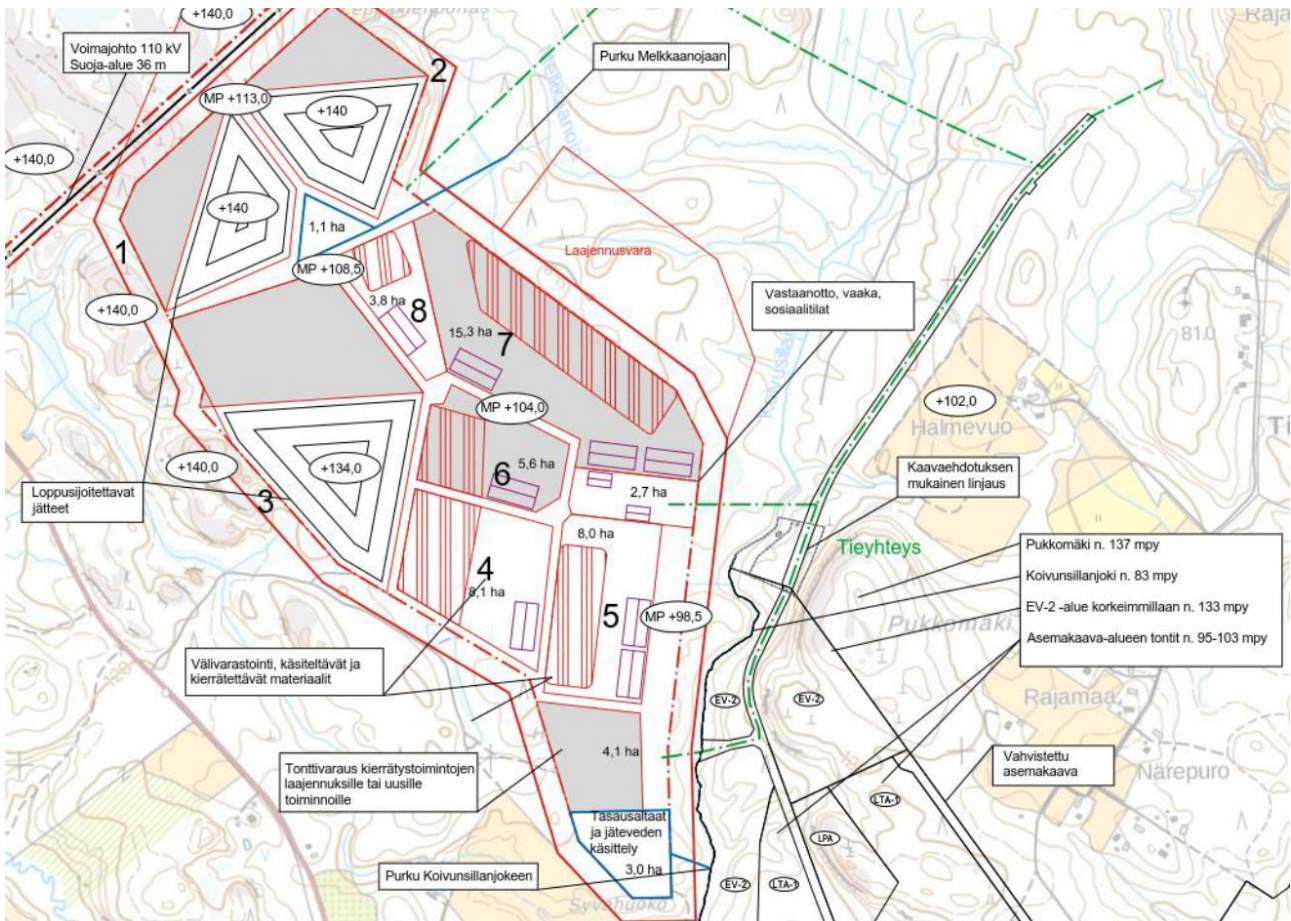
Kuva 8. 3D-Mallissa arvioitu tutkimattoman alueen kalliopaljastumien osuus maaperäkartan ja rinnevarjostustyökalun perusteella (paikkatietoikkuna.fi)

Kallion päällä oleva Moreeni-/kitkamaakerros paksune hieman tutkittujen kiinteistöjen osalta jokea kohden, pääosin moreenikerroksen paksuus on alueella kuitenkin 1- 3m (tutkimuspisteessä 24 paksumpi kerros, n. 10 m). Samantyyppistä paksuuntumista voidaan olettaa tapahtuvan myös tutkimattomien alueiden osalta. Kallion päällä oleva moreenikerroksen paksuus esitetään mallissa 0-10 m paksuisena tutkimustulosten ja arviointien perusteella. Koheesiomaakerrosta esiintyy alueen keskivaiheilla n. 10 m paksuisena kerroksena, ja myös se paksune jokea kohden, jossa selkeästi enemmän silttiä kerrostuneena. Tämä esitetään mallissa 1-15 m paksuisena kerroksena.

6 Pohjaolosuhteiden merkitys rakentamisessa

Alueen luoteispuoliskolla on suoritettava louhintaa alustavien suunnitelmien (kuva 3) mukaisten valmiiden tasojen rakentamiseksi. Louhittavasta kalliosta saadaan täyttömateriaalia alueen kaakkoisosalle täyttöä varten. Alueelle on myönnetty maa-aines ja ympäristölupa kalliokiviaineksen ottamiseen sekä tehty YVA-arviointi v. 2019.

Alustavien suunnitelmien (kuva 3) mukaan alueen kaakkoisosissa tasausta nostetaan merkittävästi nykytilanteesta. Näillä alueilla koheesiomaakerrosten osalta on varauduttava suorittamaan esirakennustoimenpiteitä, kuten stabilointia pohjamaan painumisen rajoittamiseksi ja alueellisen stabi-
liteetin varmistamiseksi, mikäli alue rakennettaisiin näiden suunnitelmien mukaisesti.



Kuva 9. YVA-arviointiselostuksen kuvaleike tutkittavalle alueelle suunnitelluista mahdollisista toiminnoista ja maanpinnan korkotasosta (Lahden seudun kierrätyspuisto, 14.11.2019, luonnos, ympäristövaikutusten arviointiselostus)

Alueet ovat nykyisellään yksityisten maanomistajien omistuksessa, ja niillä on talousmetsää. Metsänhoidolliset toimenpiteet voivat vaikuttaa myös alueen kalliojyrkänteiden maisemalliseen arvoon.

Paineellisen pohjaveden selvittämiseksi alueelle suositellaan jatkotutkimuksina asentamaan notkelmakohtiin pohjavesiputkia pohjavedenpinnan tason ja paineellisuuden selvittämiseksi. Kaivamista mahdollista paineellista pohjavettä tulppaavan hienorakeisen kerroksen läpi tulee rakennustöissä välttää.

Rakentamisen suojaetäisyys Koivusillanjoen ympäristössä

Rakentamista ei suositella ulotettavaksi suunnitelma-alueen itäosissa Koivusillanjoen jokipenkkaan jyrkkien maastonmuotojen ja pohjamaan kantavuuden ja painumien vuoksi. Riskinä on, että jokipenkan stabiileetti ei kestä penkkaan tehtäviä pengertäyksiä.

Mikäli täyttö toteutetaan luiskauksella 1:3, vaatii esimerkiksi 5 metrin täyttö 15 metrin luiskaustilan. Jokiympäristössä luonnontilaisen eliöstön suojaamiseksi tarvitaan lisäksi suojaetäisyys, joka on

tyypillisesti 10–30 metriä. Koivusillanjoen alueella, huomioiden vesistötutkimus (*Hollolan kunta, 2024, Koivusillanjoen vesistötutkimukset 2022–2023*) sekä eroosiosuojauksen tarve, suojaetäisyys on todennäköisesti vähintään 30 metriä, mutta 50 metriin on varauduttava.

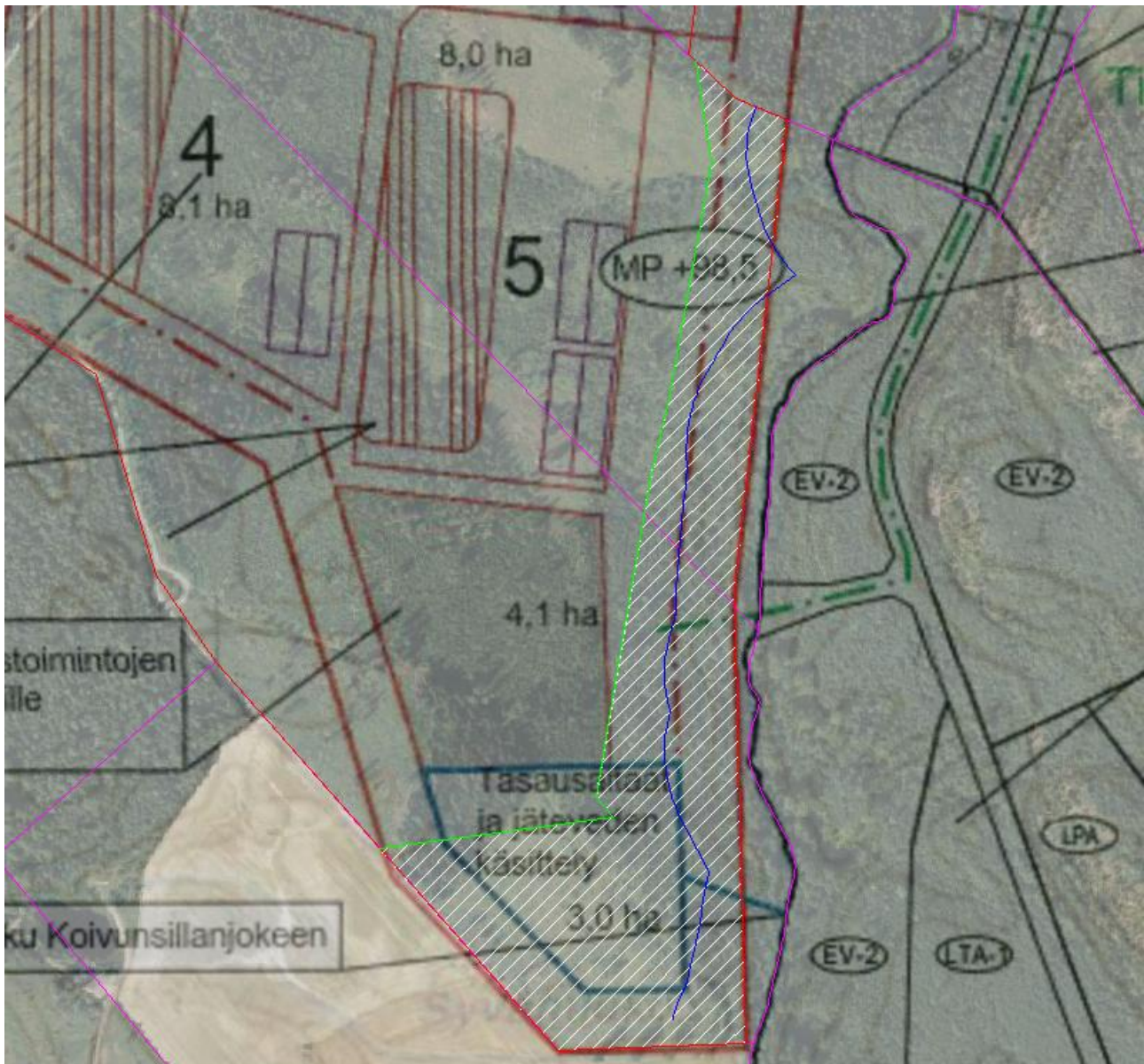
Koivusillanjoki on maakunnallisesti arvokas luontokohde ja ekologinen yhteys. Suunnitellun kiertotalousalueen korkeusasema on +98,5 m alueen itäpäässä, ja suunnitelmien mukaiset tasausaltaat sijoittuisivat liian lähelle jokiuomaa. Lisäksi niiden läheisyydessä on varattava tilaa geoteknisen stabiliteetin varmistamiseksi sekä rakennusaikaisille vesienhallintaratkaisuille, mikä lisää tilantarvetta joen suojaetäisyyden reunassa 10–20 metriä.

Alueen esirakentaminen vaatii työkoneille tasaista alustaa, ja jyrkkä jokipenger asettaa myös tälle haasteita. Käytännössä jokipenkereen aluetta pitää täyttää vaihteittain, kaivamalla silttisiä ja savi-sia, luiskaan soveltumattomia, geoteknisesti heikompia maa-aineksia pois, ja täyttämällä jokipengertä esim. murskeella tai karkealla soramoreenilla. Työteknisesti täyttö tulee tehdä alueen länsipuolelta, levittäen maa-ainesta jokiuoman suuntaan kuitenkin siten, että suojavyöhyke jää koskemattomaksi. Suojaetäisyydet huomioon ottaen jyrkkä Koivusillanjoen läheinen rinne (jyrkkyys paikoin 1:1) on haastava myös esirakentamistöitä ajatellen, sillä samaan aikaan tulee huomioida joen suojavyöhyke ja reunaojituksen tarve ennen töiden aloitusta, jotta joen kiintoaineskuormitus ei kasva pulssimaisesti.

Stabiliteetin lisäksi mahdollisen tulevan täytön ongelma on eroosio Koivusillanjoen läheisyydessä. Täyttöluiska tulisi eroosiosuojata koko matkalta, samoin nykyisen olemassa olevan rinteiden osalta olisi myös tarve tehdä eroosiosuojausta, mikäli rakentaminen ulotetaan lähelle nykyistä luonnollista rinnemaastoa. Eroosiosuojauksessa on huomioitava esimerkiksi lohkarokivetys, kasvillisuuspeitteet tai suodatinkankaat.

Edellä mainittujen haasteiden vuoksi suositellaan, että altaat sijoitetaan geoteknisesti soveltuvammalle alueelle. Aihetta on avattu enemmän rakennettavuusselvityksessä liitteessä 4.

Em. rakentamista rajoittavien tekijät huomioon ottaen on kuvaan (Kuva 10) rajattu suunnitelma-aluetta huomioiden stabiliteetti, esirakentamistöiden ja hulevesialtaiden toteutettavuus ja joen tarvitsema suojavyöhyke. Suunnitelma-aluetta on rajattu sillä periaatteella, että rajauksen ulkopuolelle ei tehdä enää esirakentamis- tai muita toimenpiteitä, vaan alueet jäävät luonnontilaisiksi.



Kuva 10. Tutkimusalueesta pois jätettävä jokiuoman läheinen alue kuvassa valkoisella rasterilla ja vihreällä rajauksella, jokiuoman suojaetäisyys (kok. 70 m) kuvassa sinisellä.

7 Yhteenveto pohjatutkimuksista ja rakennettavuusselvityksen lähtökohdat

Kalliojyrkänteiden osalta alueelle suositellaan lisäselvityksiä, etenkin kallioalueen geologinen inventointi tulisi tehdä ja maisemallinen arvo tulisi selvittää.

Alun perin tutkimuksen oli tarkoitus kattaa myös kiinteistöt 98-352-3-27 ja 98-401-1-59 tulevaa suunniteltua maankäyttöä varten. Hollolan kunta ei kuitenkaan saanut tutkimuslupia näille yksityisomistuksessa oleville kiinteistöille. Tämän vuoksi tilaaja on ohjeistanut, että muilta osin tutkimusalueen pohjaolosuhteet arvioidaan nyt tutkittujen kahden kiinteistön pohjatutkimustulosten perusteella.

Tutkimusalueelle on tehty yhteensä 30 kairauspistettä, mikä vastaa keskimäärin yhtä tutkimuspistettä noin kahden hehtaarin alueella. Tämän lisäksi n. 85 h alueelle on arvioitu kallion pinnan sijaintia ja maakerrosten paksuutta em. tulosten perusteella. Tutkimusaluetta on lisäksi rajattu kapaleessa 6 esitettyjen rakentamistoimenpiteiden vaikutusten ja maaperäolosuhteiden perusteella.

Alkuperäisen tutkimusalueen koko oli kierrätysalueen suunnitelmat, sekä kuvassa 3 esitetty raja huomioiden n. 158 hehtaaria. Pohjatutkimuksilla tästä alueesta on kartoitettu n. 64 ha. Lisäksi suunnitelma-alueesta rajattiin pois tämän pohjaolosuhdeselvityksen perusteella n. 9,2 ha. Tämä em. on kokonaisalueesta verrattain pieni osuus, n. 6 %. Kuitenkin juuri tämän 6 % rakentamiskustannukset olisivat koko alueesta olleet merkittävästi paljon suuremmat, ja lisäksi rajaukseen vaikuttaa välttämätön jokiuoman suojavyöhyke.

Pohjatutkimusten ja näiden perusteella tehtyjen arviointien sekä rajausten perusteella on mahdollista laskea suunnittelualueen ympäristövaikutuksia. Ympäristövaikutuksilla tässä yhteydessä tarkoitetaan muodostuvien maamassojen määrää ja näiden optimointia alustavalla tasaussuunnittelulla, maarakennustöiden kustannuksia sekä em. hiilijalanjälkeä. Tämä selvitys kierrätysalueen rakentamisesta on liitteenä 4.

SUUNNITELMISTA VASTAA

Taratest Oy

Turkkirata 9 A

33960 Pirkkala

p. 03-368 3322

www.taratest.fi

Yhteyshenkilö: Maria Penttilä

maria.penttila@taratest.fi

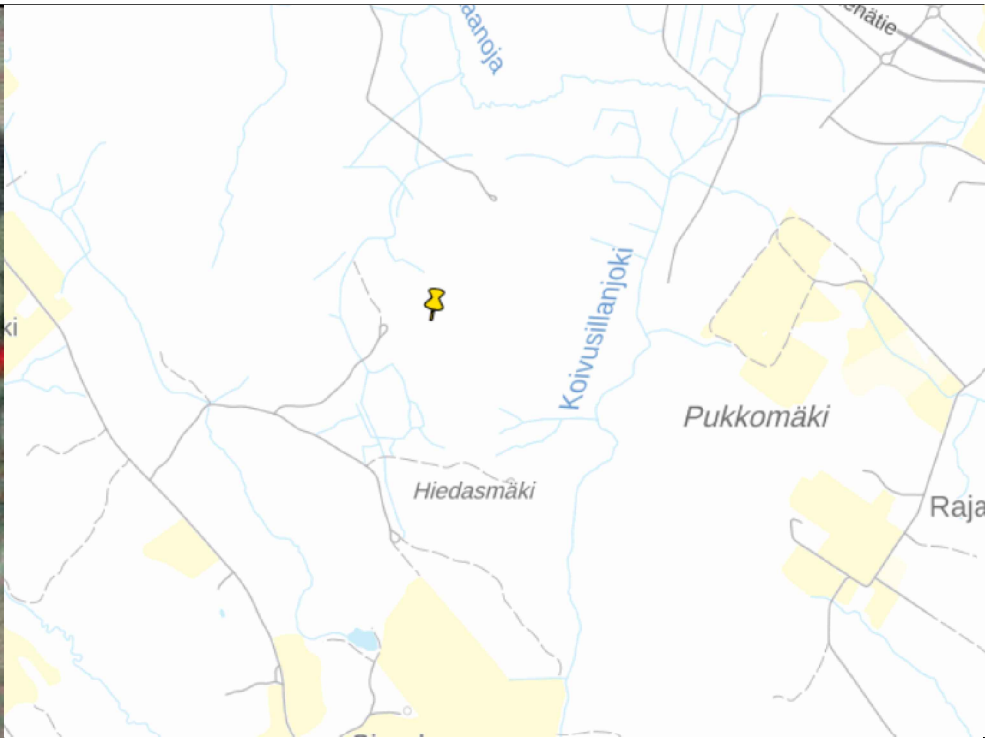
puh. 044 703 5944

Liite 1. Tutkimuskartta 1:7000

Liite 2. Pohjatutkimuskartta, 1:4000

Liite 3. Kairausdiagrammit, pisteet 23-52

Liite 4. Kierrätysalueen osayleiskaavan rakennettavuus- ja massatasapainoselvitys sekä kustannusarviointi, Taratest Oy, 30.6.2025



Tehtävät maastossa

Työ suoritetaan maastotöiden turvallisuusohjeen mukaisesti

Kaapelit

- Ei tiedossa olevia kaapeleita alueella

Mittaus

- valokuvia
- Kairapisteiden merkkaukset ja pisteille pääsy/mahdolliset siirtotarpeet suunnittelijalta Valtteri Aro puh.
- Avokallioalueiden karkea kartoitus ja valokuvia paljastumista (myöhempi näytteenotto)
- Tutkimusajoneuvon reitti ja kairauspisteet määritetään siten, ettei arvopuustolle tai taimikoille koidu tutkimuksista vahinkoa. - Hollolan kunta
- Huom! Tutkimuspiste 24- vaihtoehtoinen sijainti turkoosilla, toteuttamiskelpoisuus arvioidaan maastomittausten yhteydessä

HUOM! EI KULKUA EIKÄ KAUTTAUKULKUA KIINTEISTÖILLE 98-452-3-27 JA 98-401-1-59 MISSÄÄN VAIHEESSA TUTKIMUKSIA!

Kairaus

- 30 HP+PO
- kairapisteet erillisenä tiedostona
- Kalliovarmistus kaikista kairauspisteistä

Aikataulu

- Maastotöiden tavoiteaikataulu vk 52 mennessä

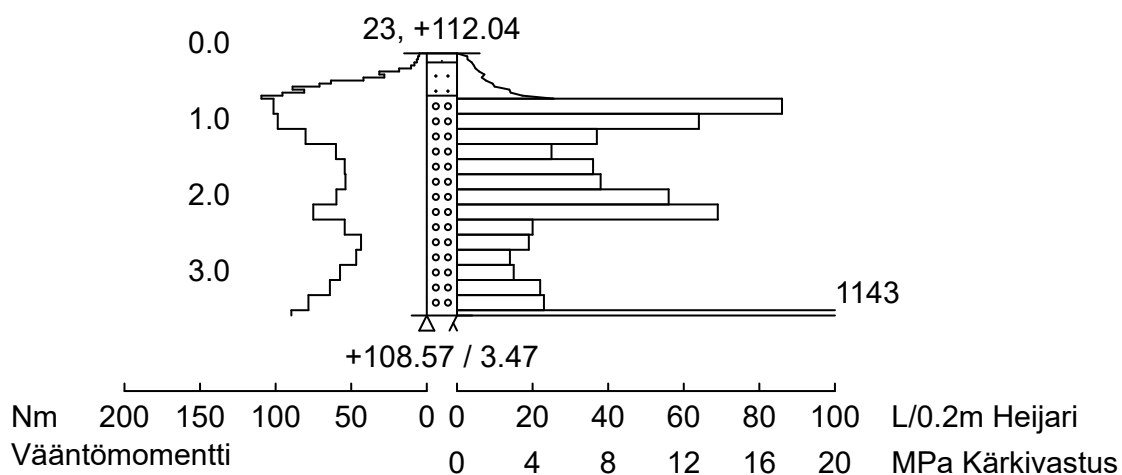


Maasto-ohjelma

TYÖ 22178 Pukkomäentie, Hollola

Maria Penttilä +358447035944

Pvm 3.12.2024



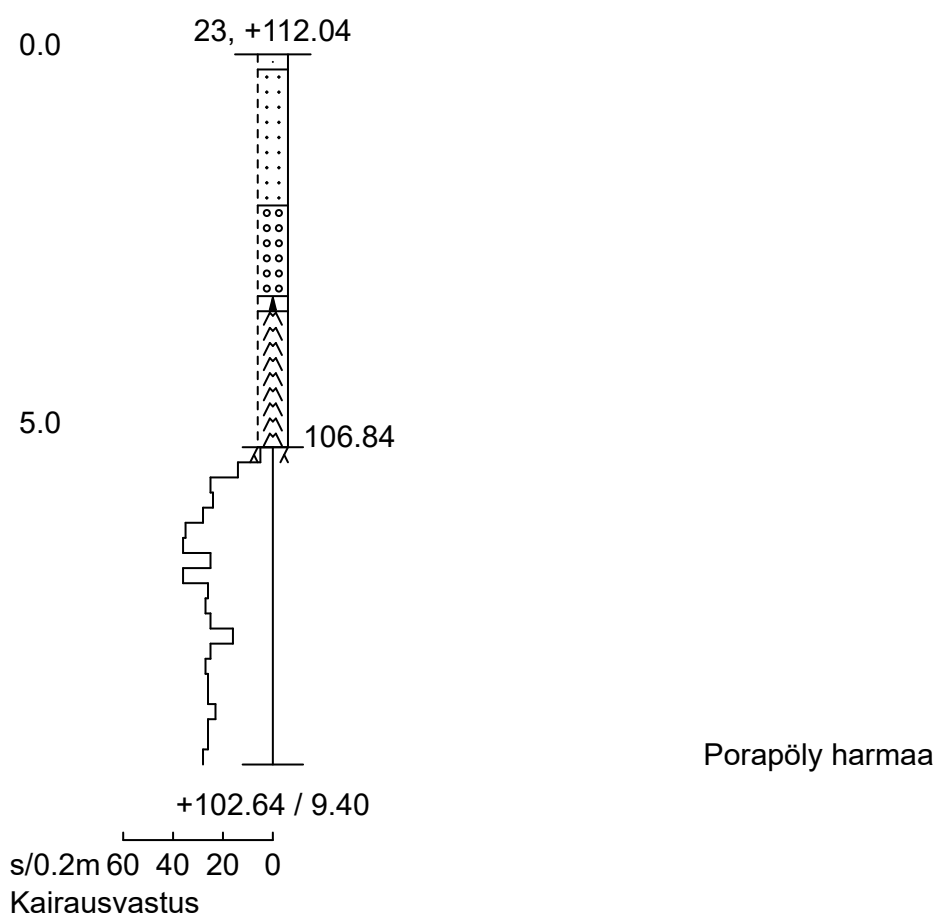
Tilaaaja **Hollolan kunta**

Kohde **Pukkomaentie**

Piste **23** Pohjatutkimus **Puristinheijarikairaus**

N 6759964.650 Z 112.042 Mittakaava 1:100

E 26473345.730 Koordinaatit GK26 PVM 29.1.2025



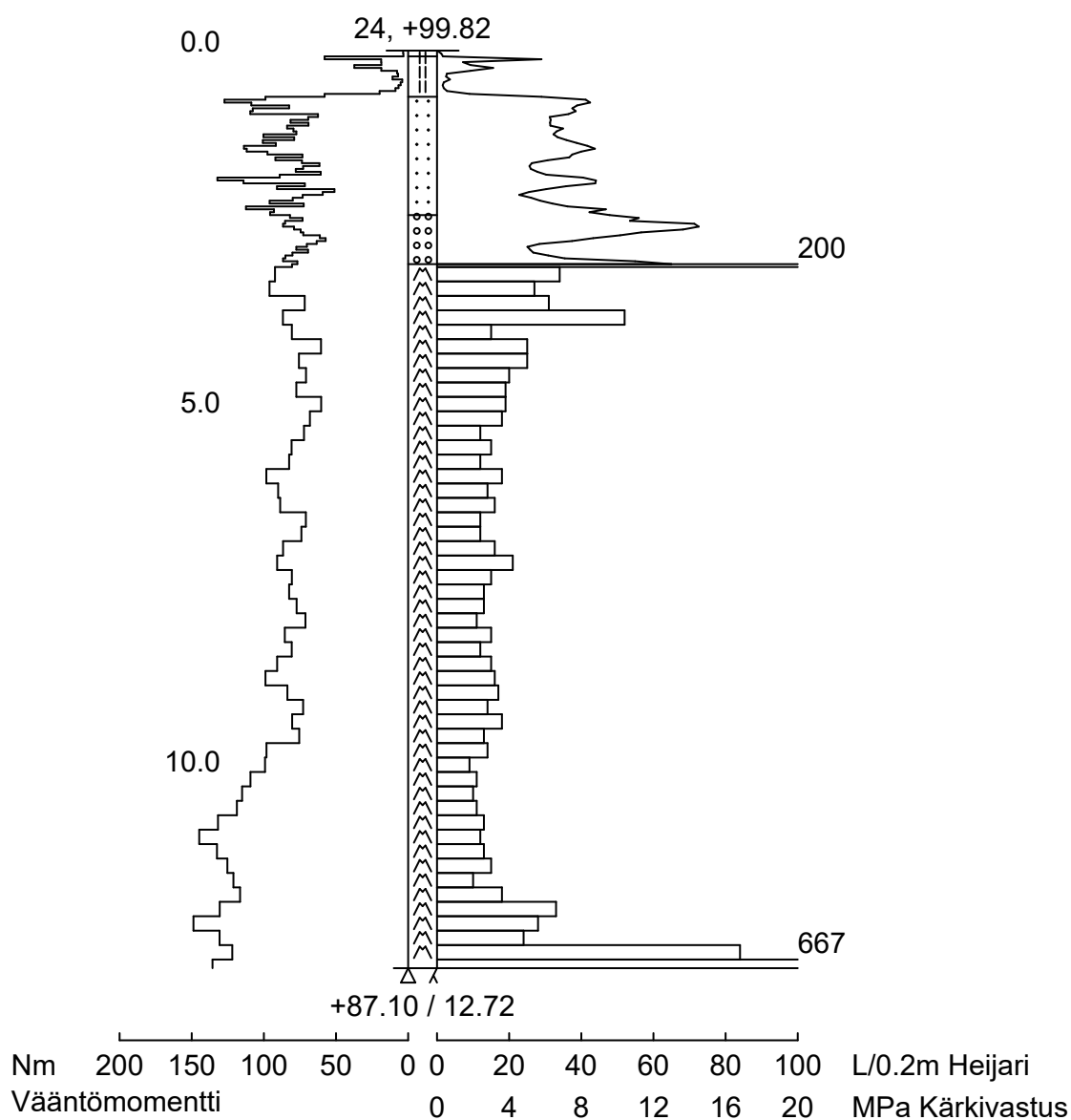
Tilaja **Hollolan kunta**

Kohde **Pukkomaentie**

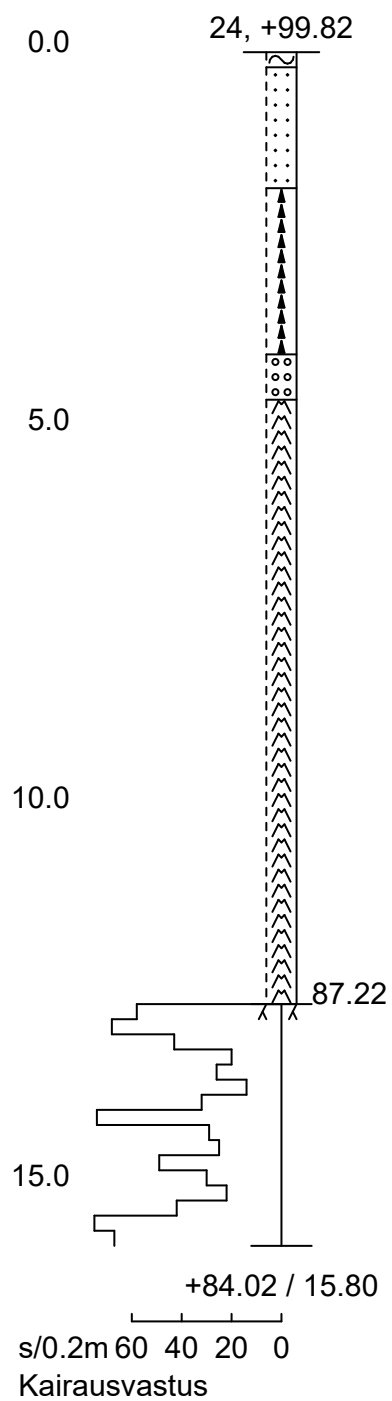
Piste **23** Pohjatutkimus **Porakonekairaus**

N 6759964.650 Z 112.042 Mittakaava 1:100

E 26473345.730 Koordinaatit GK26 PVM 29.1.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	24	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6759982.305	Z	99.815	Mittakaava	1:100
E	26473440.863	Koordinaatit	GK26	PVM	21.1.2025



Tilaja **Hollolan kunta**

Kohde **Pukkomaentie**

Piste **24** Pohjatutkimus **Porakonekairaus**

N 6759982.305 Z 99.815 Mittakaava 1:100

E 26473440.863 Koordinaatit GK26 PVM 22.1.2025

0.0 24.1, +99.21

5.0

10.0

15.0

20.0

+78.61 / 20.60

s/0.2m 60 40 20 0

Kairausvastus

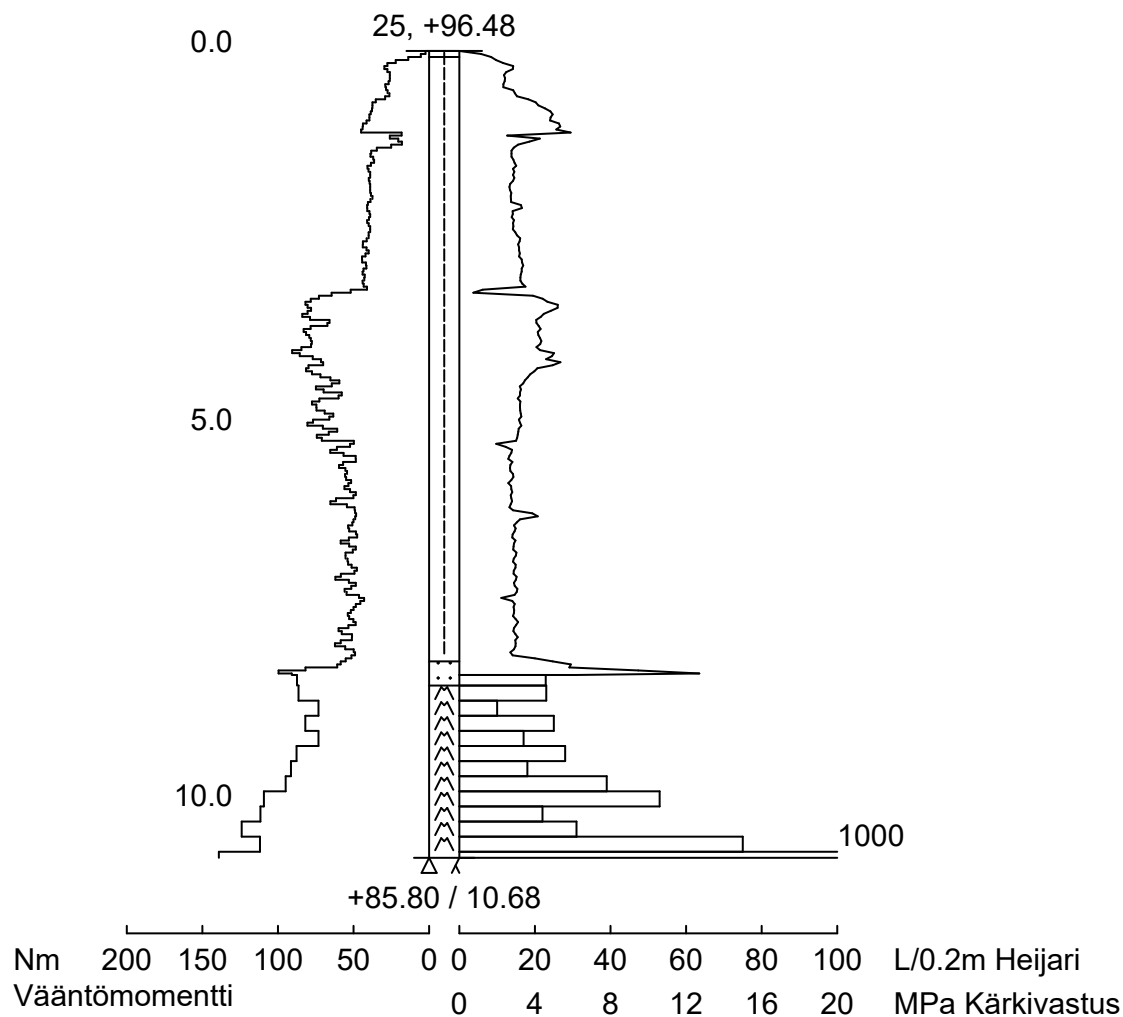
Tilaaaja Hollolan kunta

Kohde Pukkomaentie

Piste 24.1 Pohjatutkimus Porakonekairaus

N 6759872.737 Z 99.213 Mittakaava 1:100

E 26473425.527 Koordinaatit GK26 PVM 27.1.2025



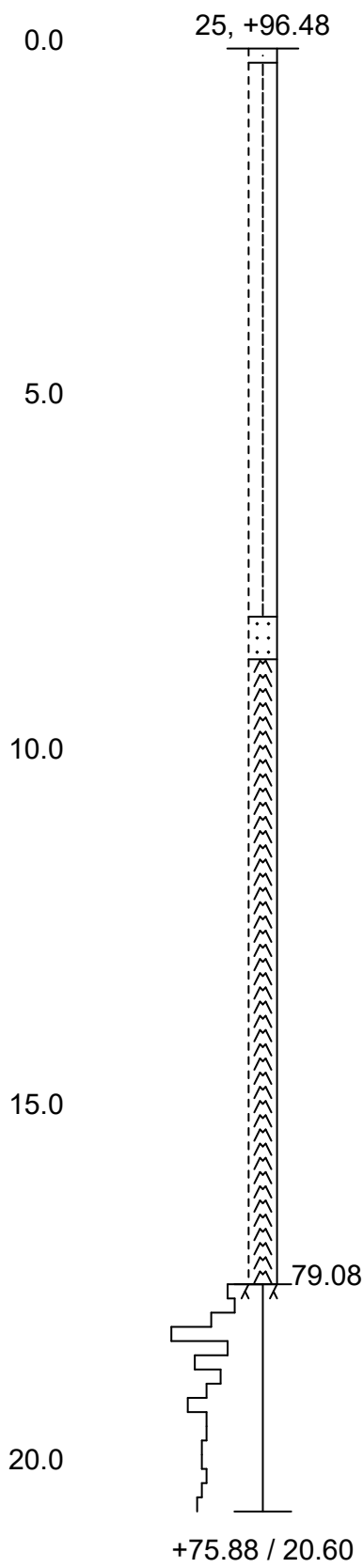
Tilaja **Hollolan kunta**

Kohde **Pukkomaentie**

Piste **25** Pohjatutkimus **Puristinheijarikairaus**

N **6760113.246** Z **96.483** Mittakaava **1:100**

E **26473469.711** Koordinaatit **GK26** PVM **10.2.2025**



s/0.2m 60 40 20 0
Kairausvastus

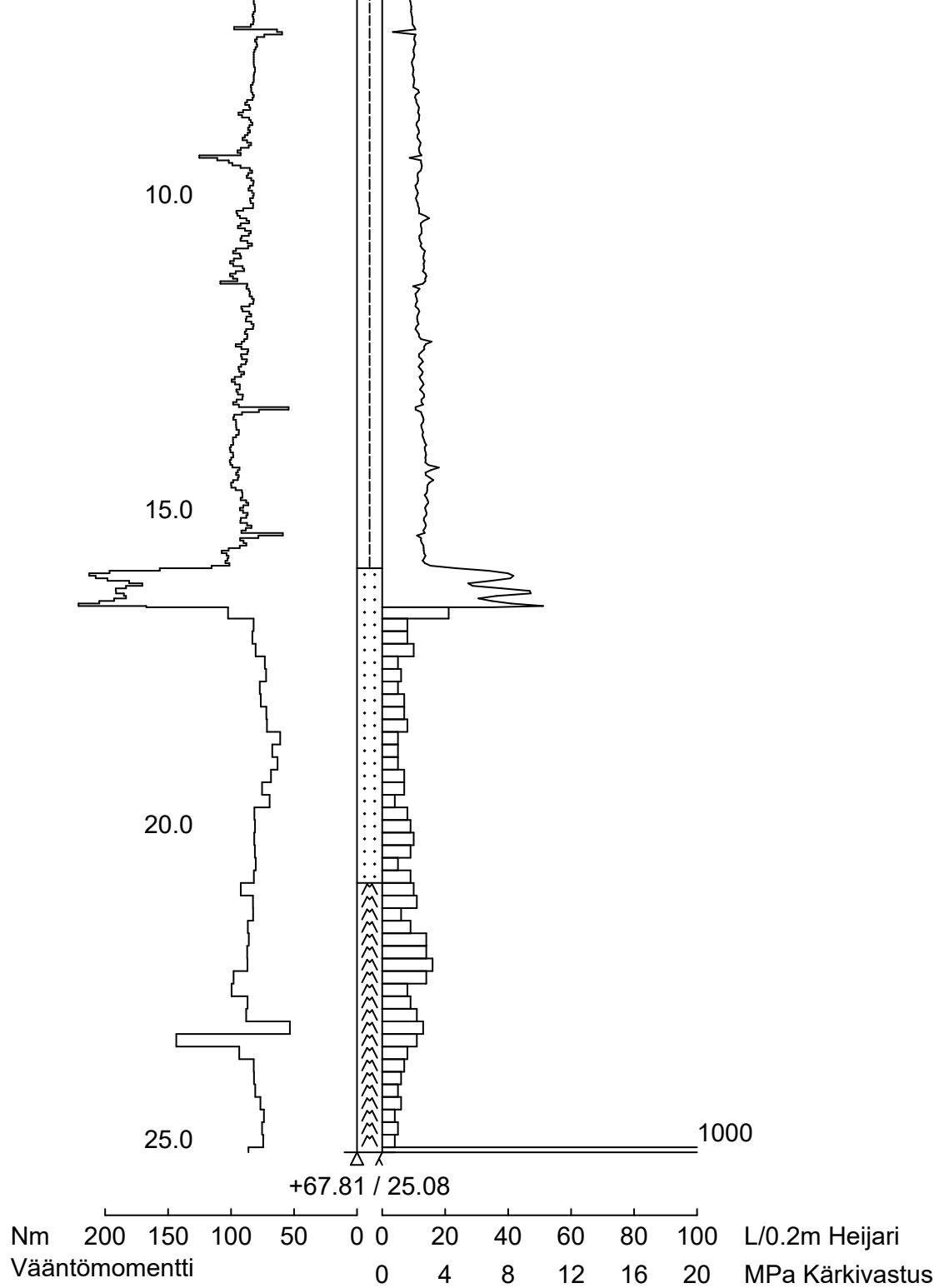
Tilaja **Hollolan kunta**

Kohde **Pukkomaentie**

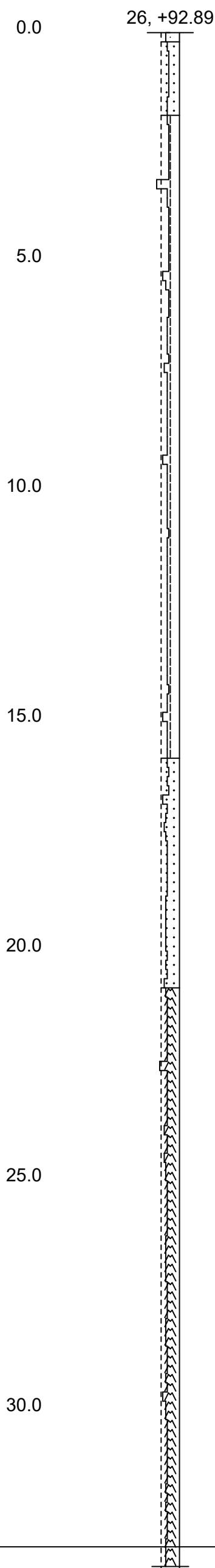
Piste **25** Pohjatutkimus **Porakonekairaus**

N **6760113.246** Z **96.483** Mittakaava **1:100**

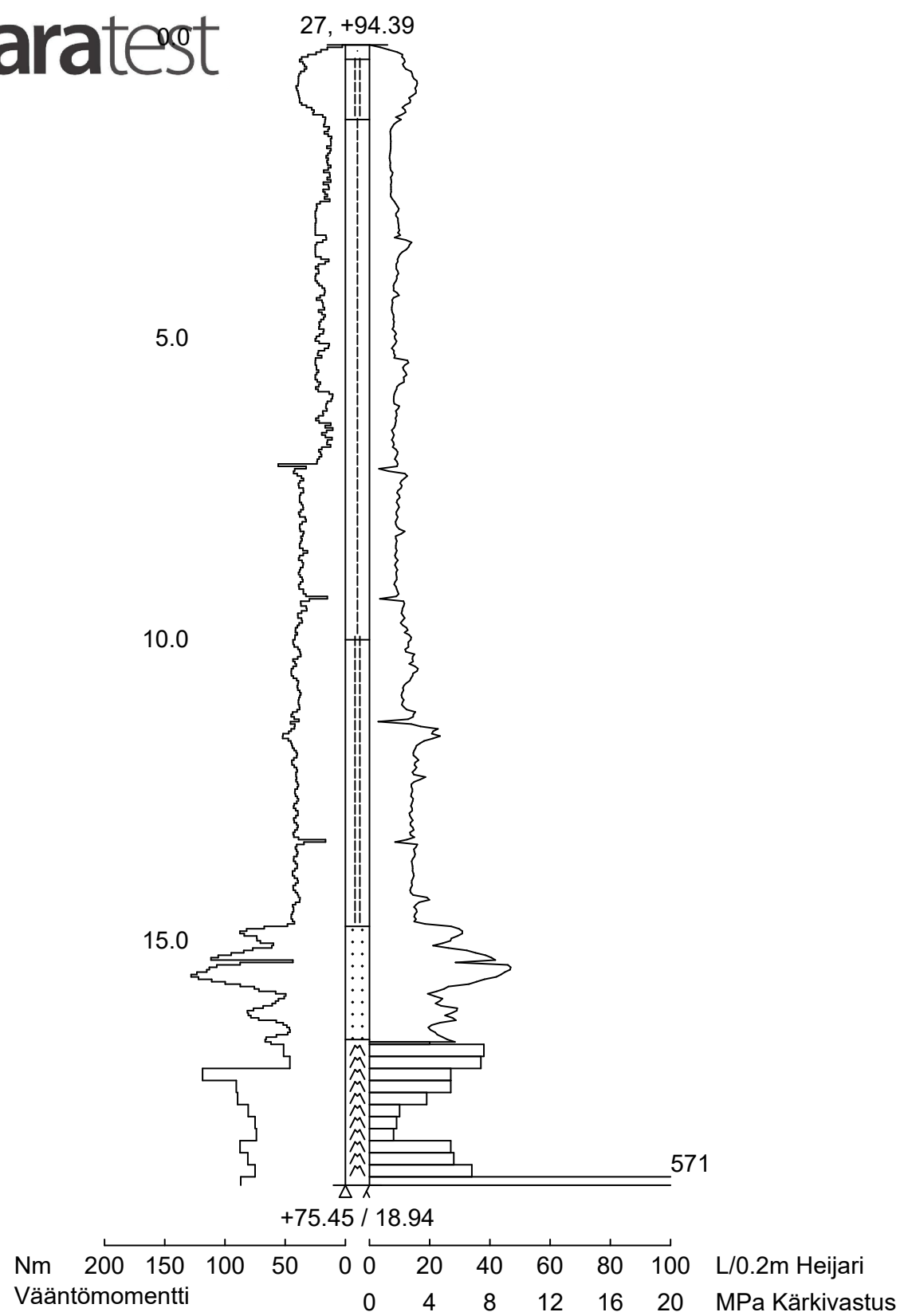
E **26473469.711** Koordinaatit **GK26** PVM **10.2.2025**



Tilaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	26	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760140.158	Z	92.888	Mittakaava	1:100
E	26473588.263	Koordinaatit	GK26	PVM	11.2.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
					+59.49 / 33.40
Kohde	Pukkomaentie				s/0.2m 60 40 20 0
					Kairausvastus
Piste	26	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760140.158	Z	92.888	Mittakaava	1:100
E	26473588.263	Koordinaatit	GK26	PVM	11.2.2025



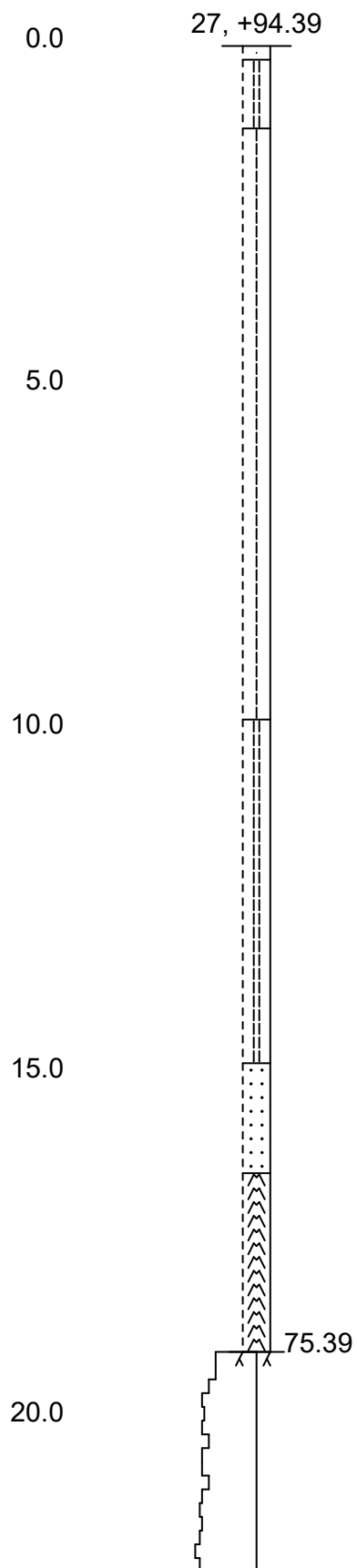
Tilaja Hollolan kunta

Kohde Pukkomaentie

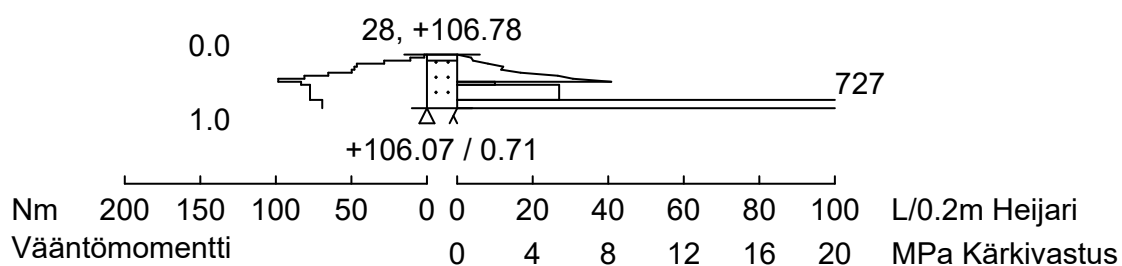
Piste 27 Pohjatutkimus Puristinheijarikairaus

N 6760269.446 Z 94.387 Mittakaava 1:100

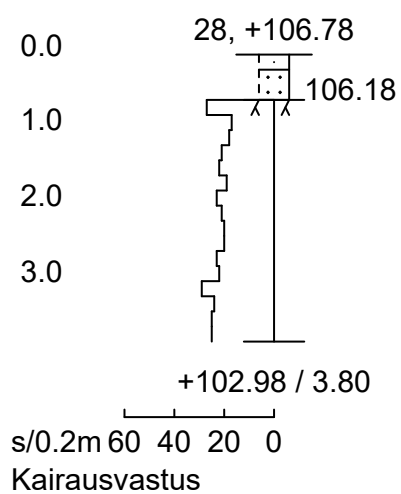
E 26473459.251 Koordinaatit GK26 PVM 6.2.2025



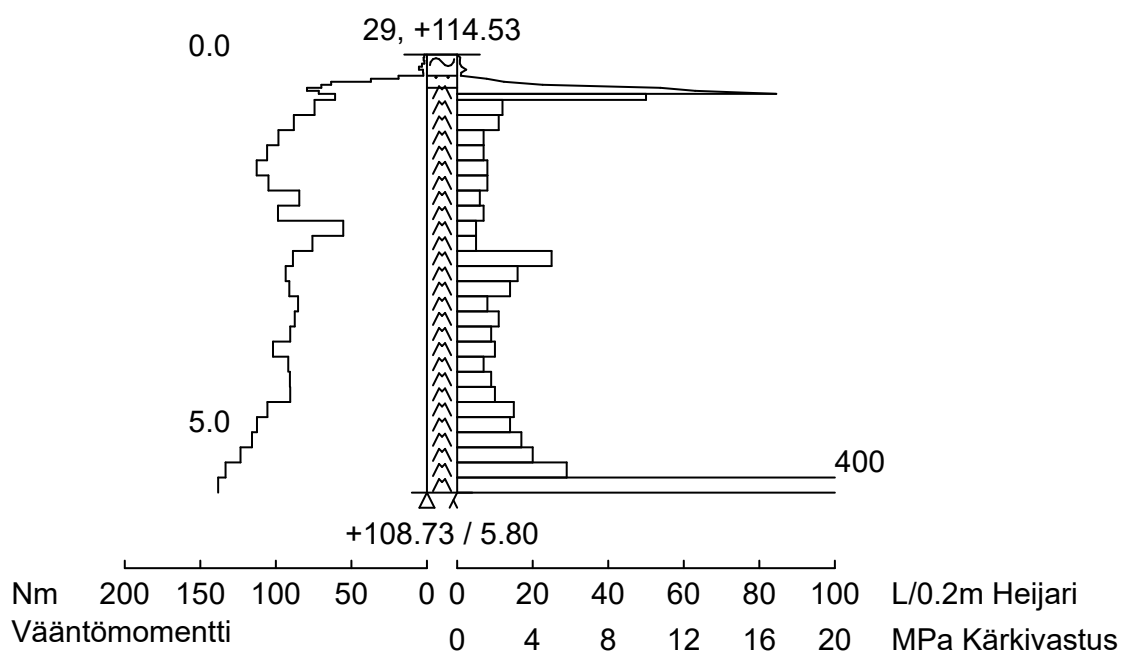
Tilaaja	Hollolan kunta	+72.19 / 22.20			
Kohde	Pukkomaentie	s/0.2m 60 40 20 0			
Piste	27	Pohjatutkimus Porakonekairaus			
N	6760269.446	Z	94.387	Mittakaava	1:100
E	26473459.251	Koordinaatit	GK26	PVM	6.2.2025



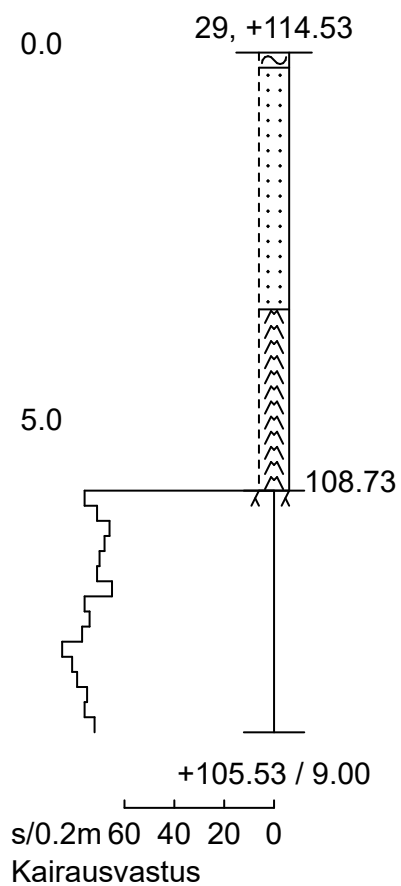
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	28	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760272.950	Z	106.784	Mittakaava	1:100
E	26473320.948	Koordinaatit	GK26	PVM	6.2.2025



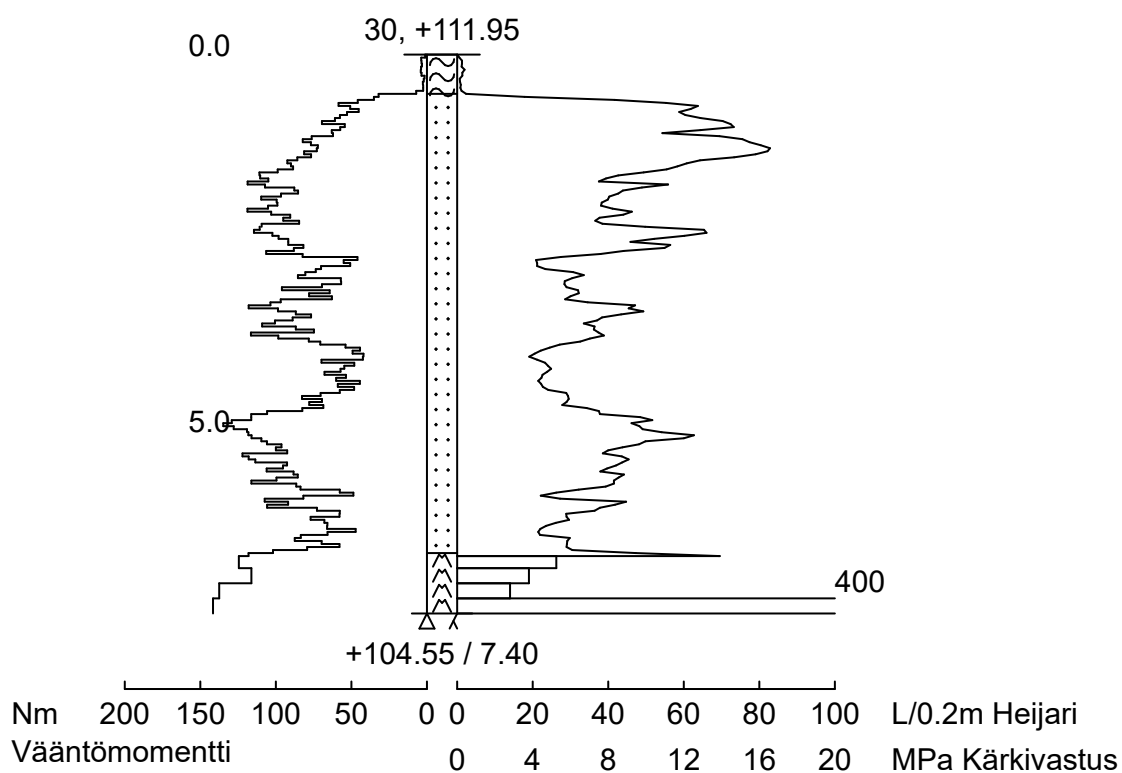
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	28	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760272.950	Z	106.784	Mittakaava	1:100
E	26473320.948	Koordinaatit	GK26	PVM	6.2.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	29	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760053.662	Z	114.534	Mittakaava	1:100
E	26473243.569	Koordinaatit	GK26	PVM	20.1.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	29	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760053.662	Z	114.534	Mittakaava	1:100
E	26473243.569	Koordinaatit	GK26	PVM	20.1.2025



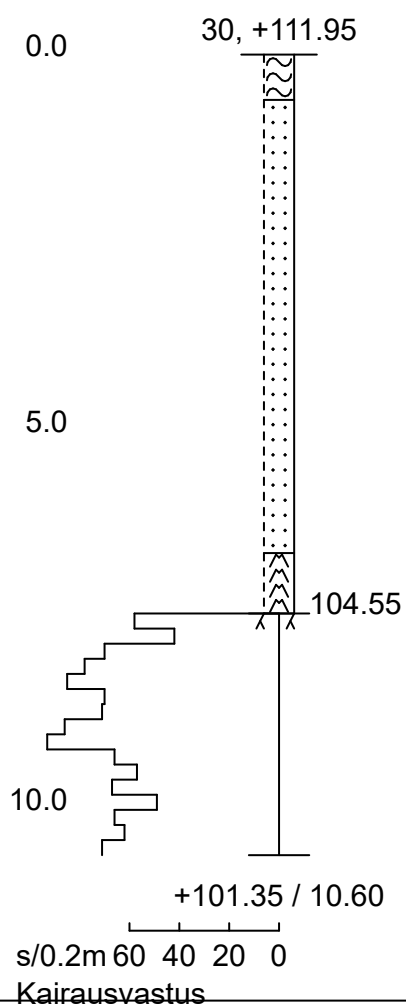
Tilaja **Hollolan kunta**

Kohde **Pukkomaentie**

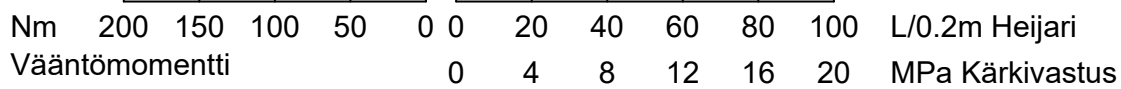
Piste **30** Pohjatutkimus **Puristinheijarikairaus**

N 6760140.339 Z 111.954 Mittakaava 1:100

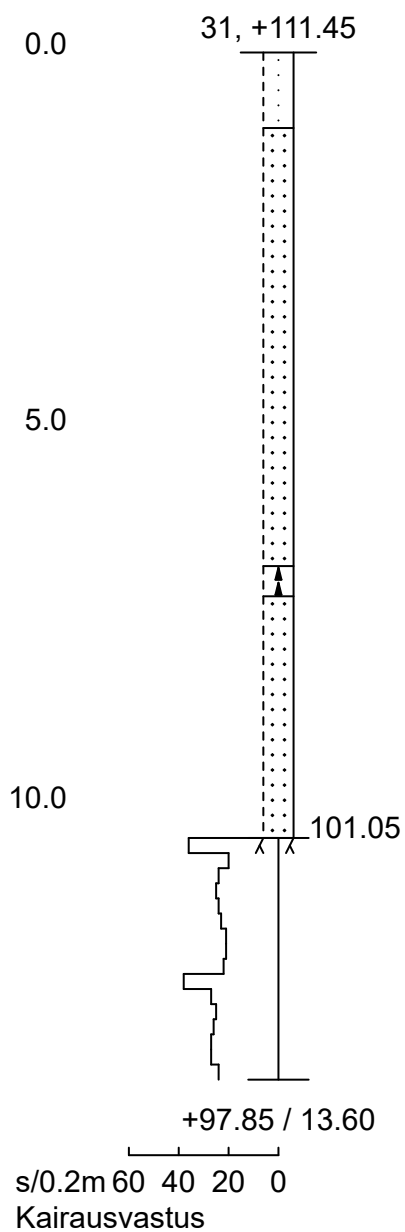
E 26473145.312 Koordinaatit GK26 PVM 21.1.2025



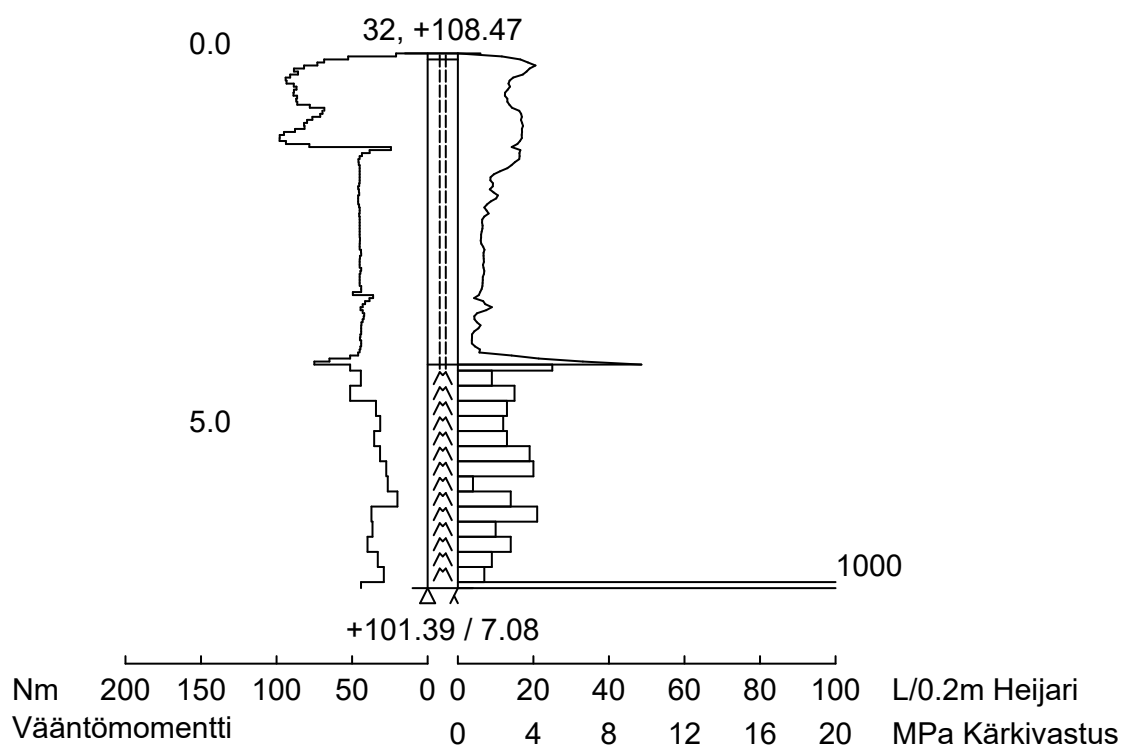
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	30	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760140.339	Z	111.954	Mittakaava	1:100
E	26473145.312	Koordinaatit	GK26	PVM	21.1.2025



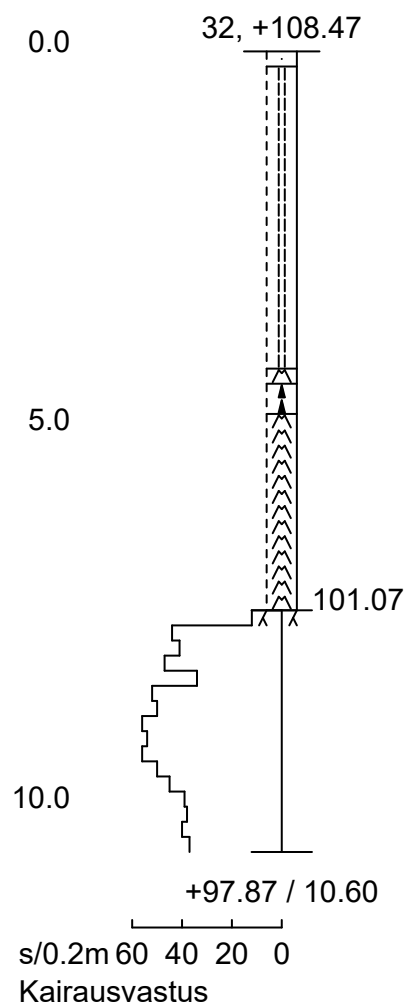
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	31	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760241.833	Z	111.453	Mittakaava	1:100
E	26473164.449	Koordinaatit	GK26	PVM	5.2.2025



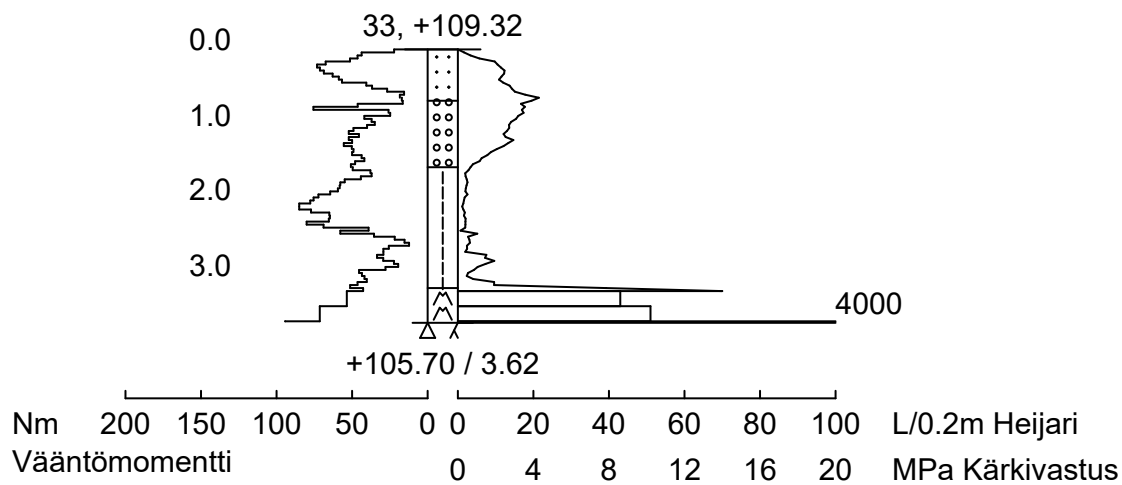
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	31	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760241.833	Z	111.453	Mittakaava	1:100
E	26473164.449	Koordinaatit	GK26	PVM	5.2.2025



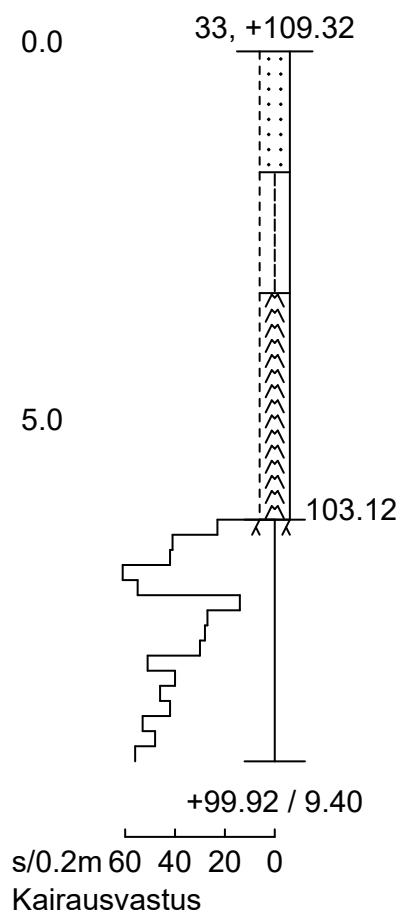
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	32	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760350.846	Z	108.467	Mittakaava	1:100
E	26473234.285	Koordinaatit	GK26	PVM	5.2.2025



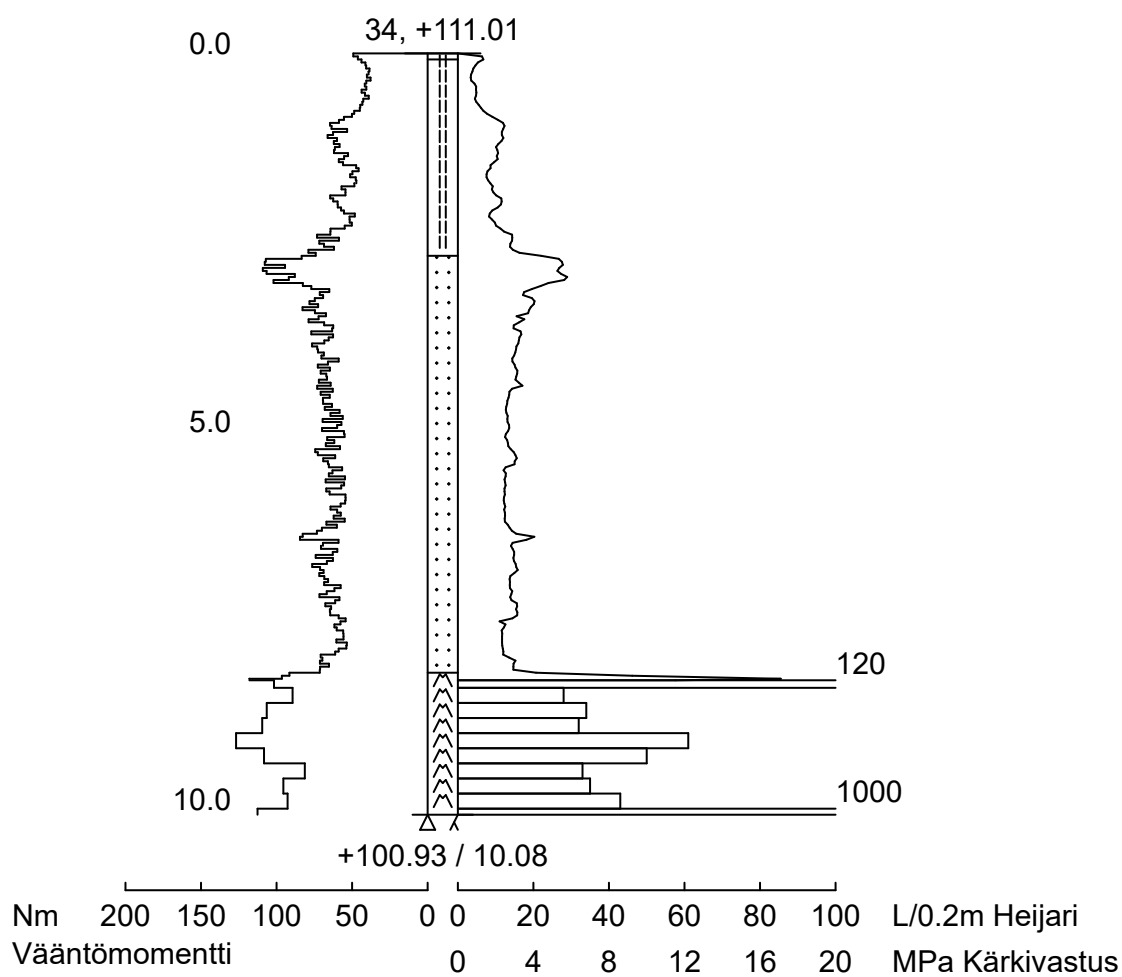
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	32	Pohjatutkimus Porakonekairaus			
N	6760350.846	Z	108.467	Mittakaava	1:100
E	26473234.285	Koordinaatit	GK26	PVM	22.1.2025



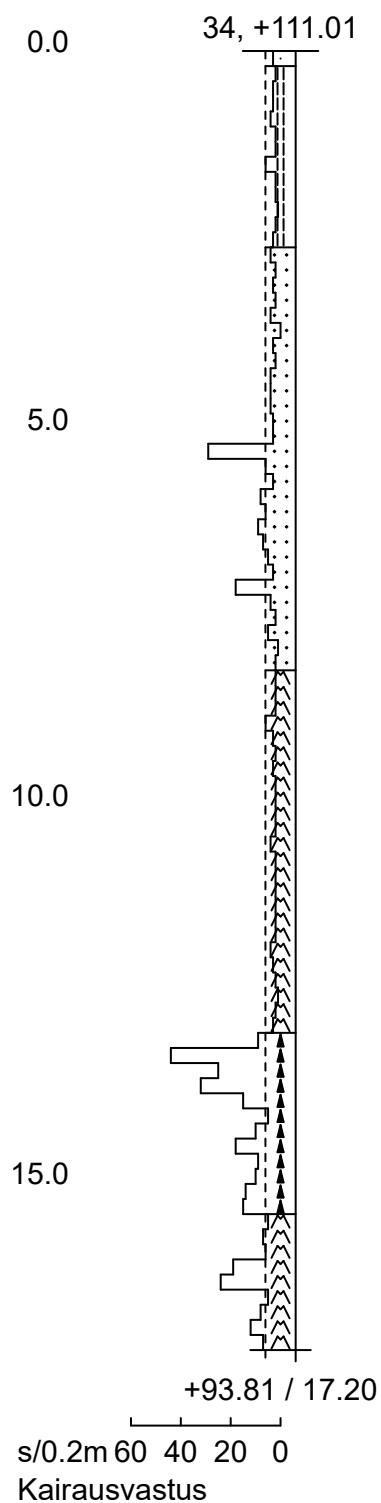
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	33	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760508.457	Z	109.321	Mittakaava	1:100
E	26473266.284	Koordinaatit	GK26	PVM	3.2.2025



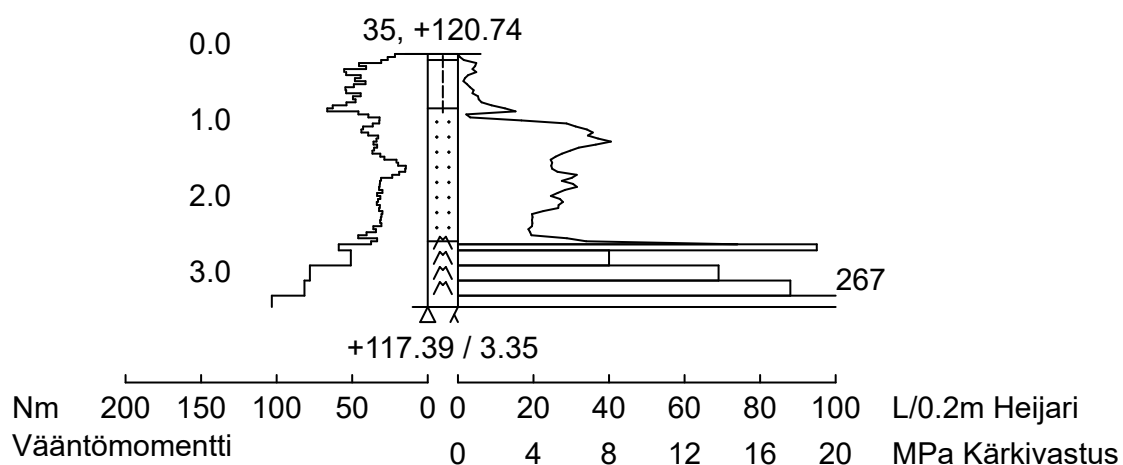
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	33	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760508.457	Z	109.321	Mittakaava	1:100
E	26473266.284	Koordinaatit	GK26	PVM	21.1.2025



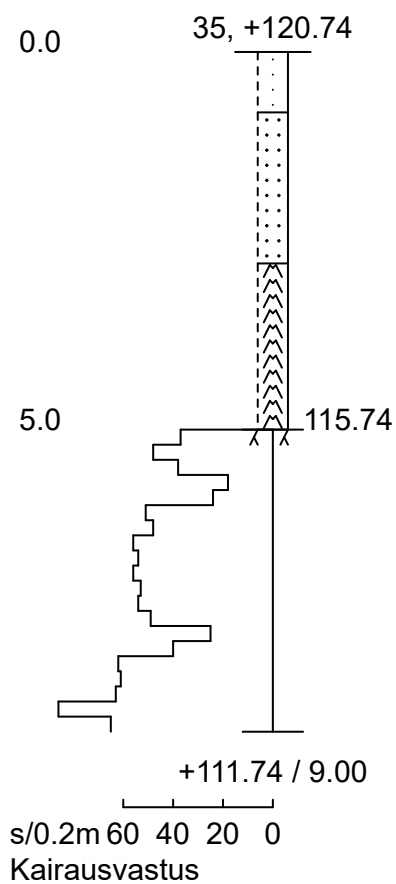
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	34	Pohjatutkimus Puristinheijarikairaus			
N	6760281.583	Z	111.013	Mittakaava	1:100
E	26473008.792	Koordinaatit	GK26	PVM	4.2.2025



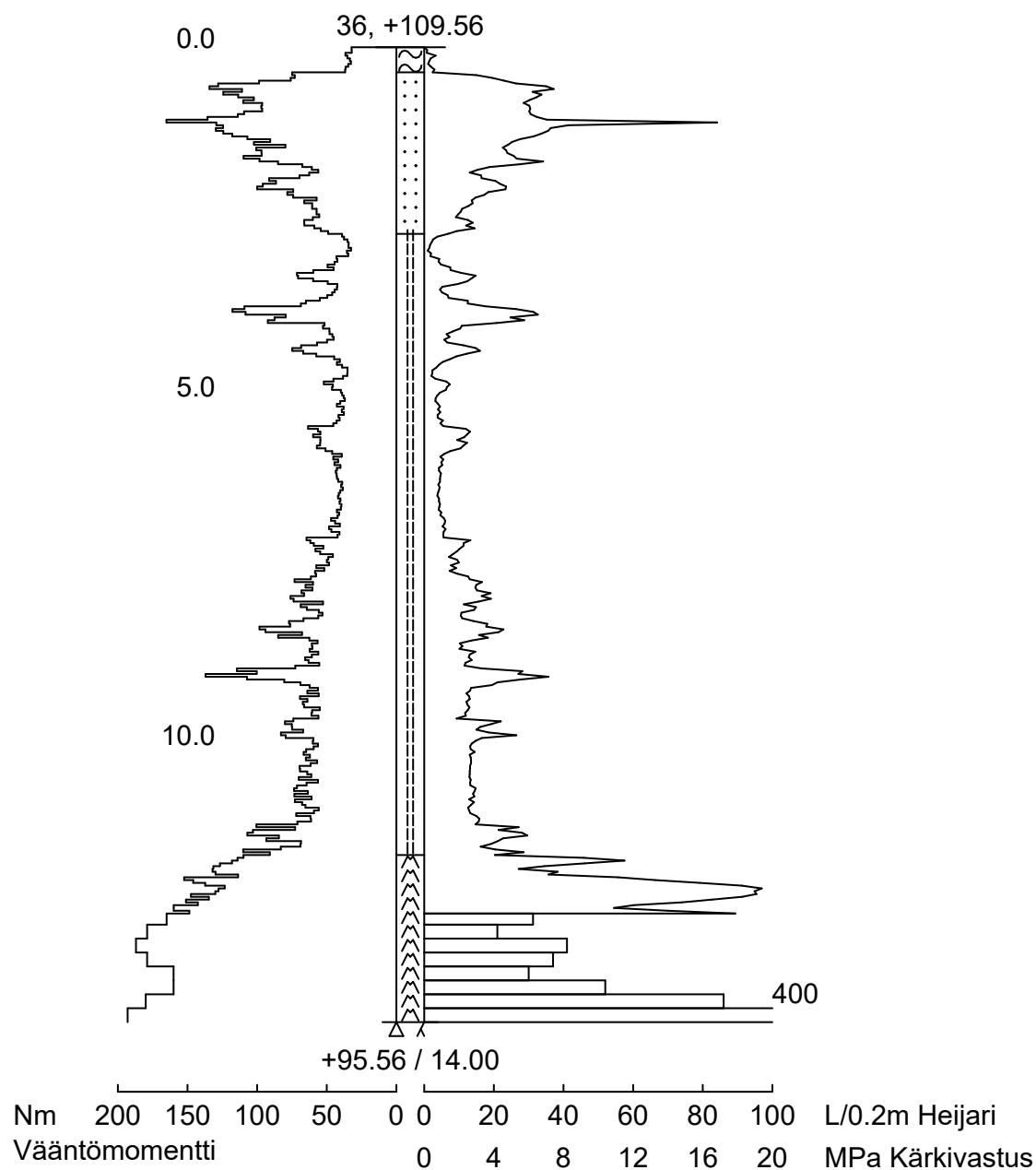
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	34	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760281.583	Z	111.013	Mittakaava	1:100
E	26473008.792	Koordinaatit	GK26	PVM	22.1.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	35	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760414.534	Z	120.739	Mittakaava	1:100
E	26472881.035	Koordinaatit	GK26	PVM	23.1.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	35	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760414.534	Z	120.739	Mittakaava	1:100
E	26472881.035	Koordinaatit	GK26	PVM	23.1.2025



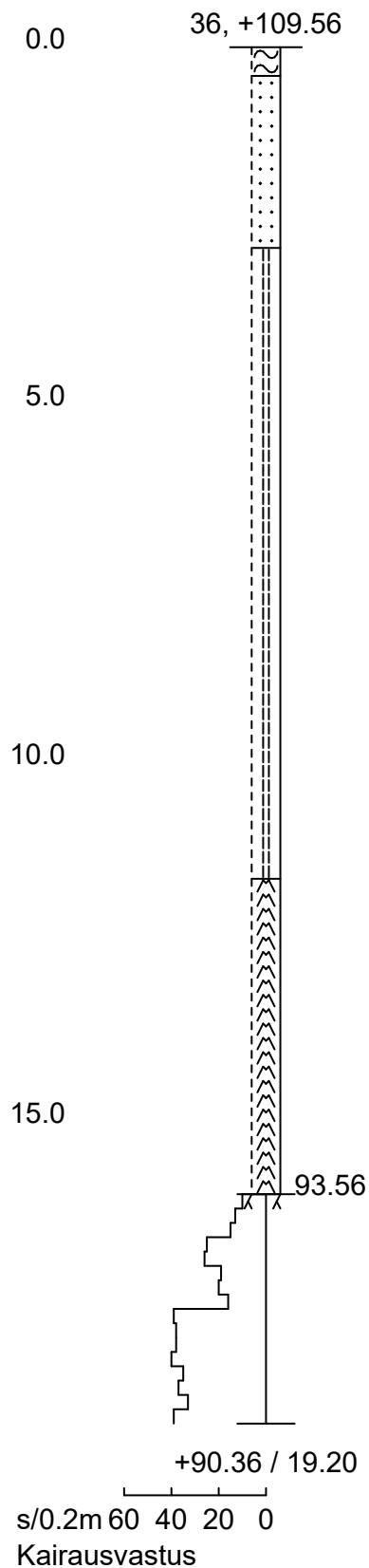
Tilaaja **Hollolan kunta**

Kohde **Pukkomaentie**

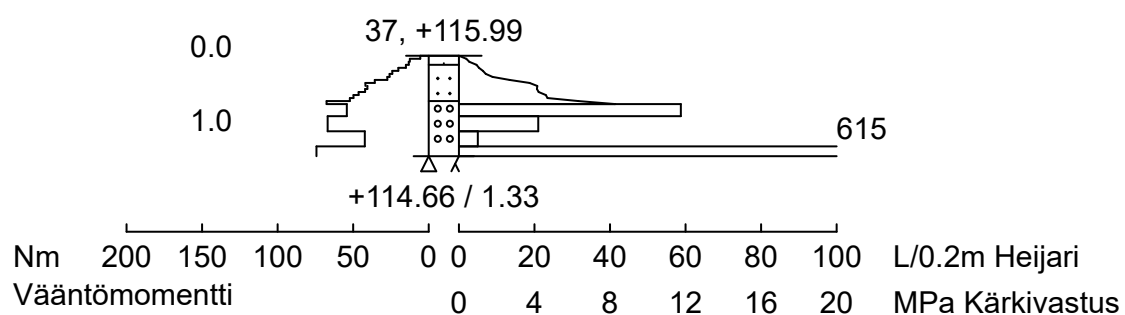
Piste **36** Pohjatutkimus **Puristinheijarikairaus**

N **6760503.332** Z **109.560** Mittakaava **1:100**

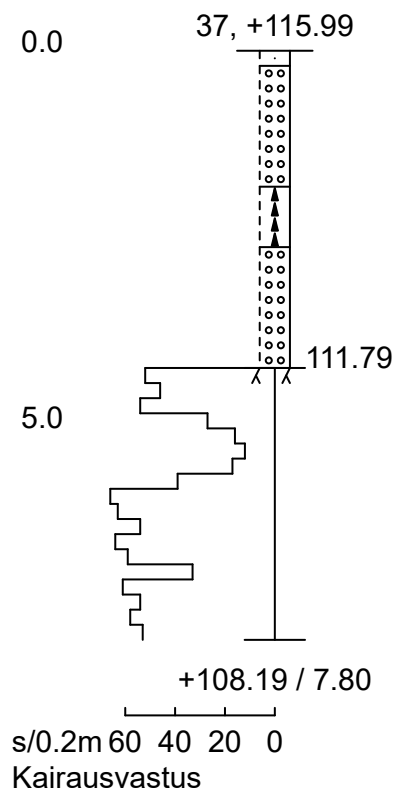
E **26472955.260** Koordinaatit **GK26** PVM **23.1.2025**



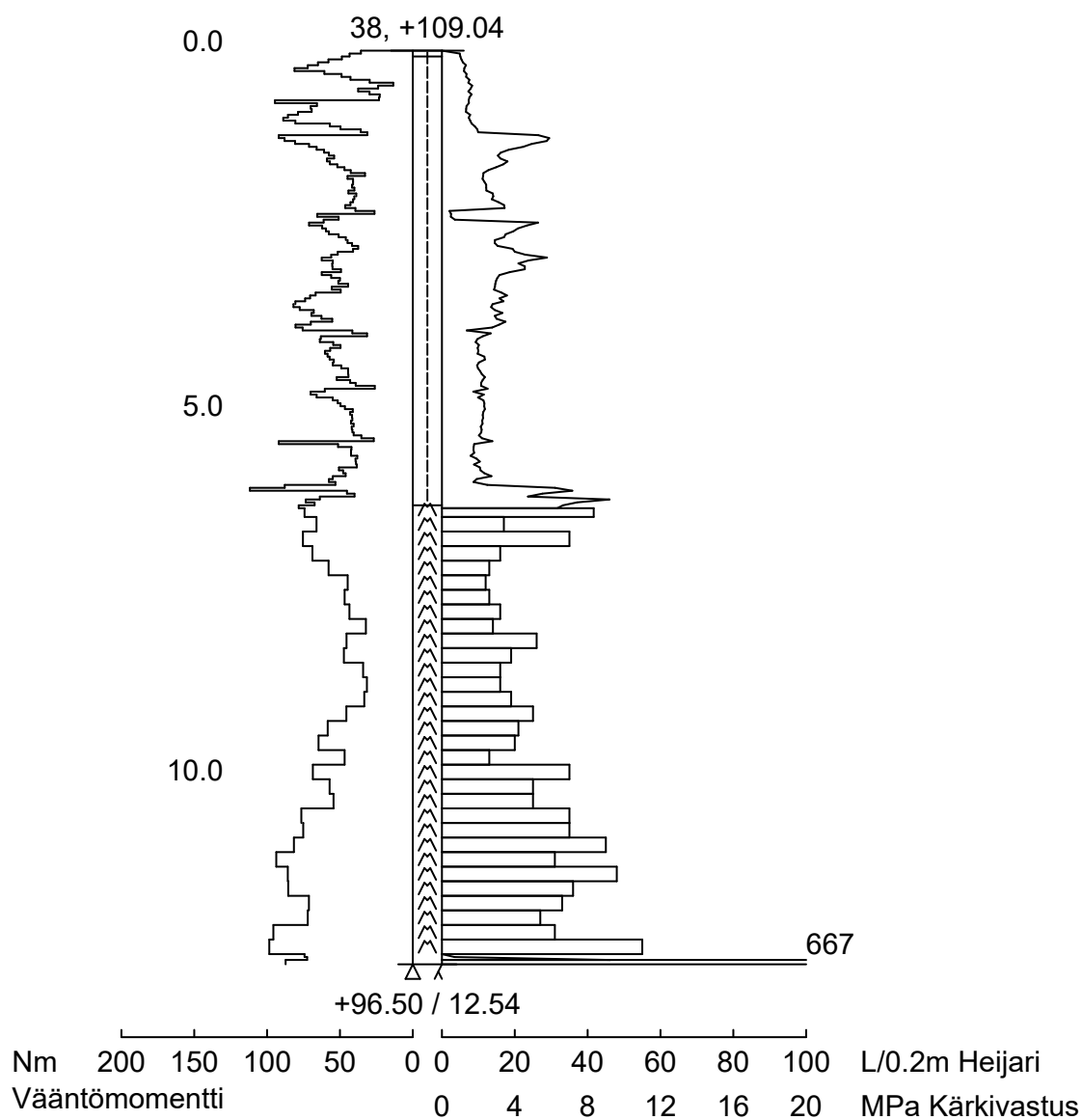
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	36	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760503.332	Z	109.560	Mittakaava	1:100
E	26472955.260	Koordinaatit	GK26	PVM	30.1.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	37	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760480.445	Z	115.988	Mittakaava	1:100
E	26473112.742	Koordinaatit	GK26	PVM	20.1.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	37	Pohjatutkimus Porakonekairaus			
N	6760480.445	Z	115.988	Mittakaava	1:100
E	26473112.742	Koordinaatit	GK26	PVM	20.1.2025



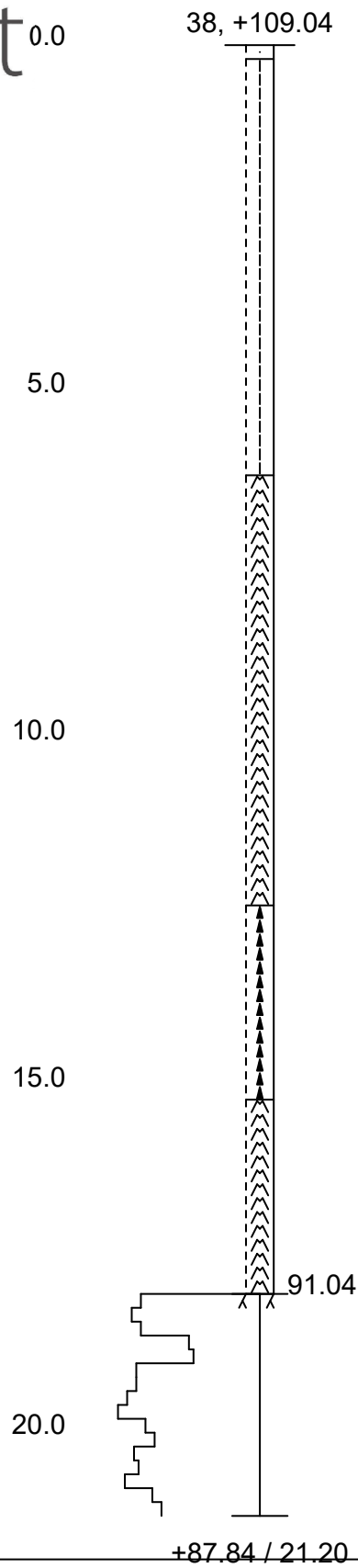
Tilaaja **Hollolan kunta**

Kohde **Pukkomaentie**

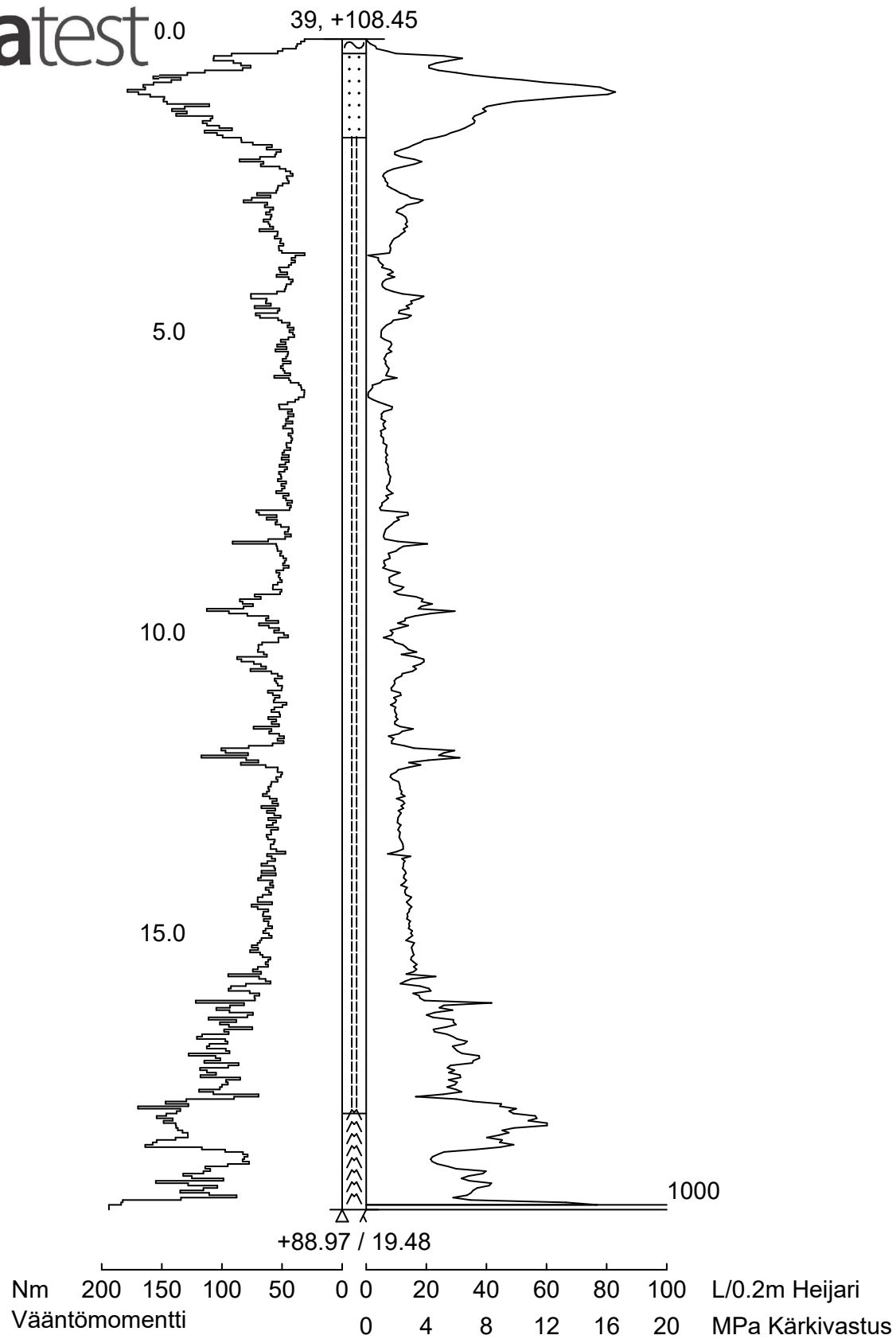
Piste **38** Pohjatutkimus **Puristinheijarikairaus**

N **6760623.276** Z **109.040** Mittakaava **1:100**

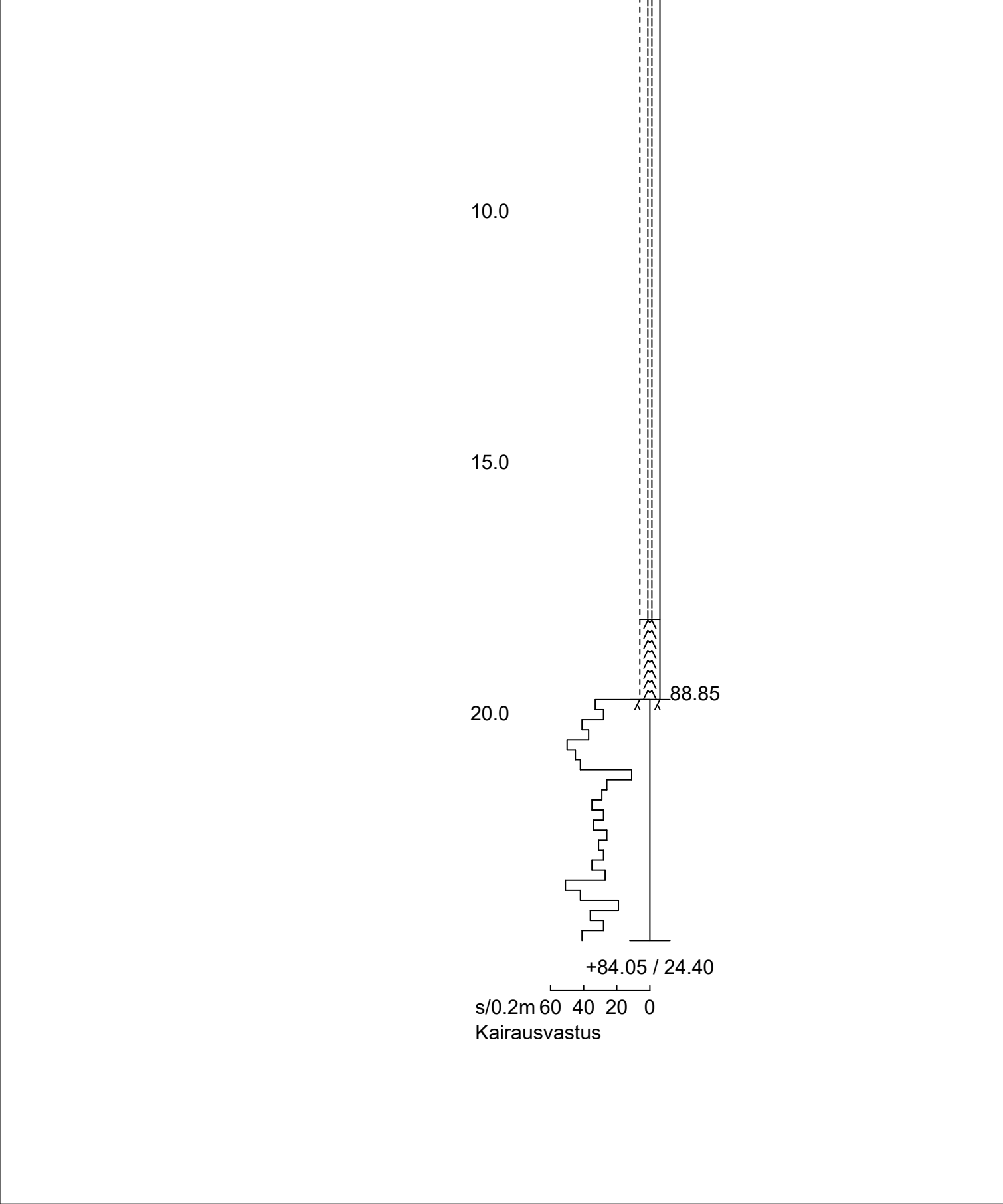
E **26473102.389** Koordinaatit **GK26** PVM **3.2.2025**



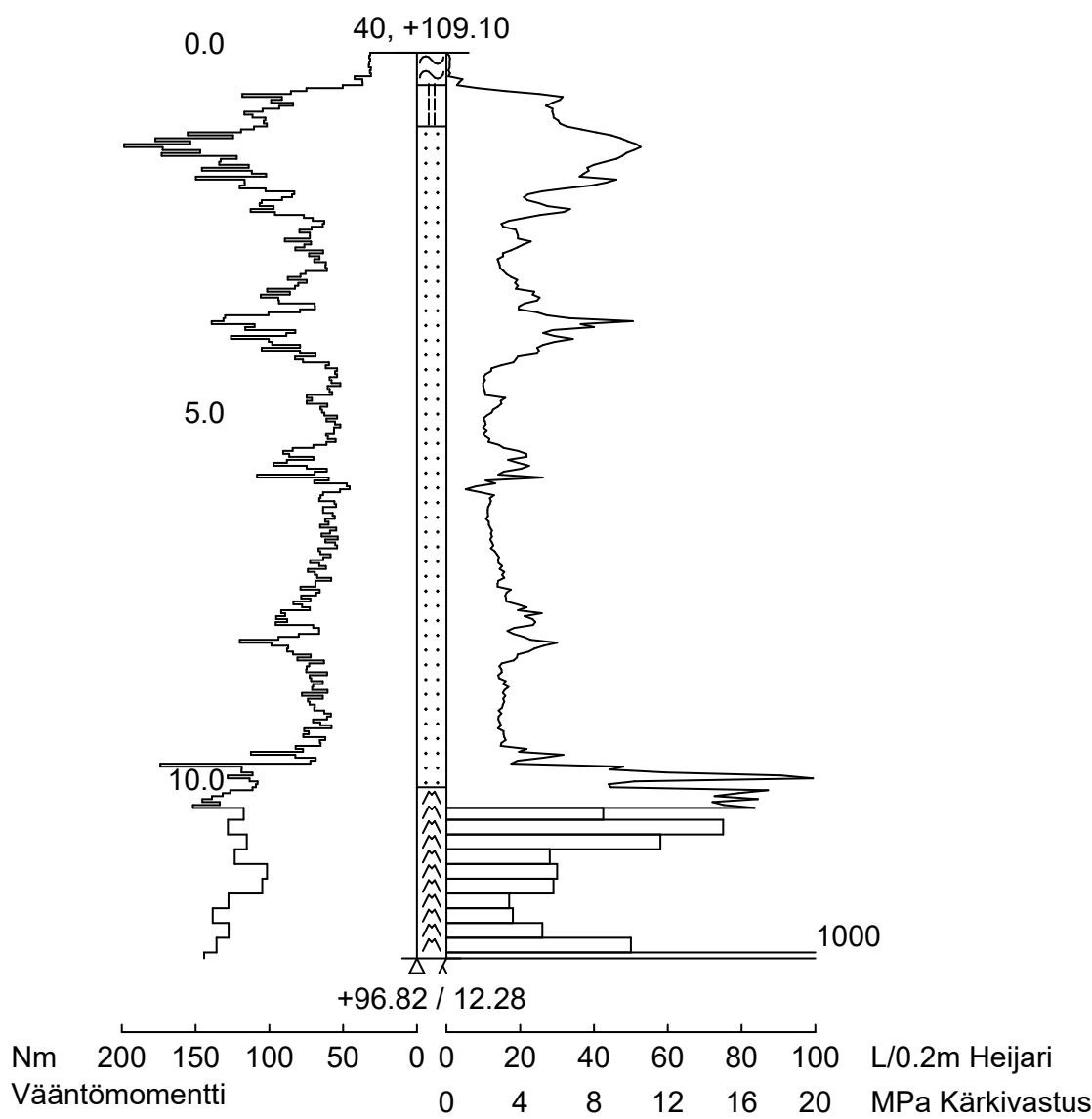
Tilaaja	Hollolan kunta	s/0.2m 60 40 20 0	Kairausvastus
Kohde	Pukkomaentie		
Piste	38	Pohjatutkimus	Porrakonekairaus
N	6760623.276	Z	109.040
E	26473102.389	Koordinaatit	GK26
		Mittakaava	1:100
		PVM	3.2.2025



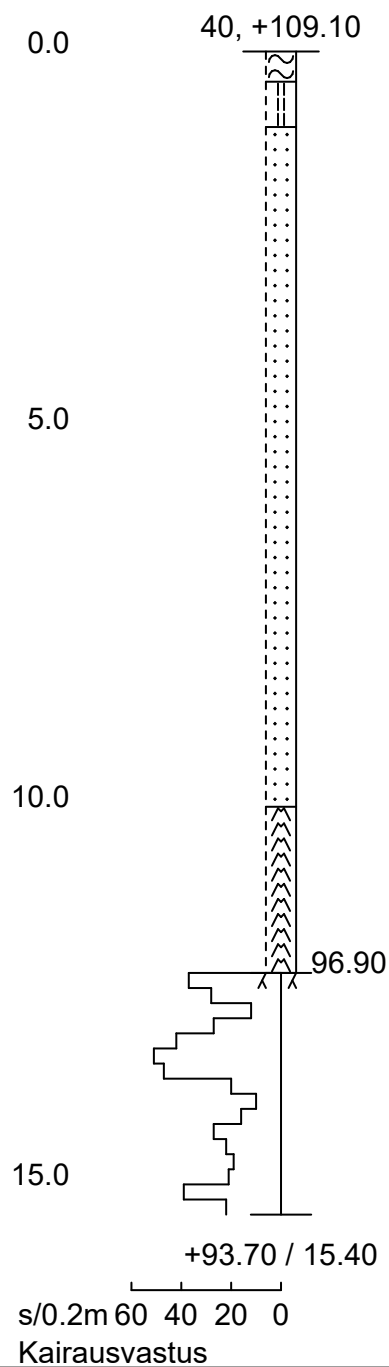
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	39	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760638.171	Z	108.451	Mittakaava	1:100
E	26472966.664	Koordinaatit	GK26	PVM	23.1.2025



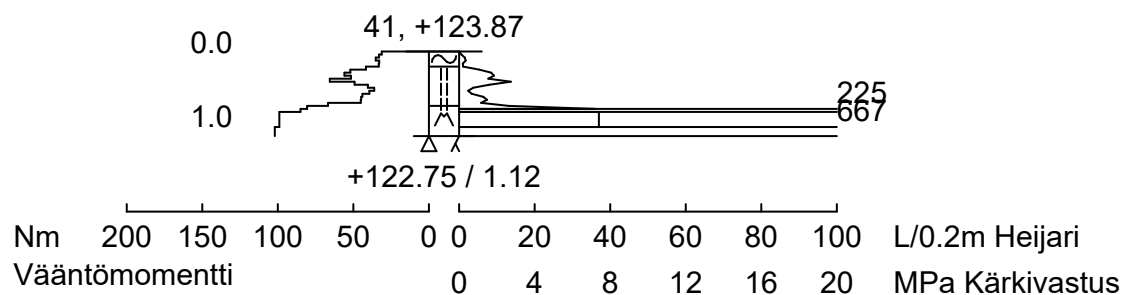
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	39	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760638.171	Z	108.451	Mittakaava	1:100
E	26472966.664	Koordinaatit	GK26	PVM	27.1.2025



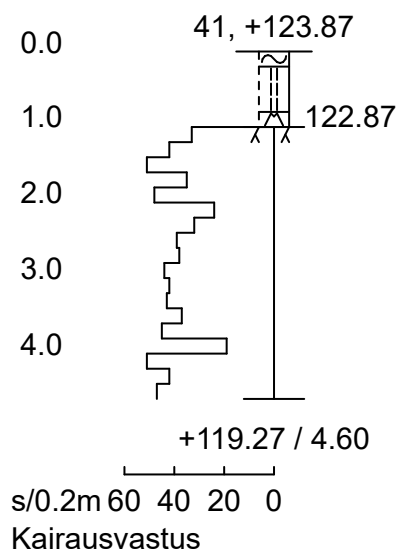
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	40	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760772.093	Z	109.100	Mittakaava	1:100
E	26472980.082	Koordinaatit	GK26	PVM	23.1.2025



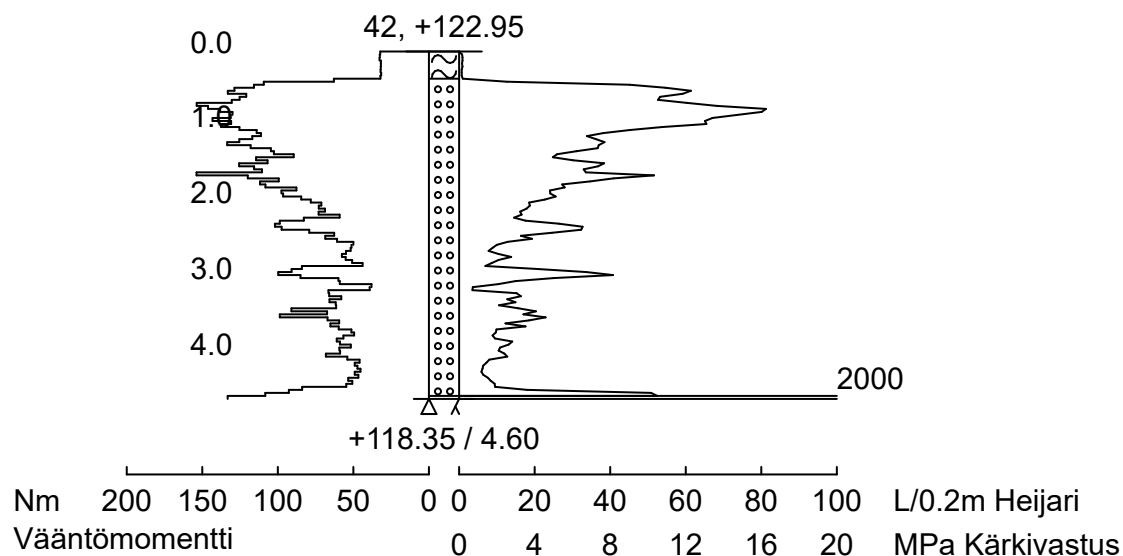
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	40	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760772.093	Z	109.100	Mittakaava	1:100
E	26472980.082	Koordinaatit	GK26	PVM	27.1.2025



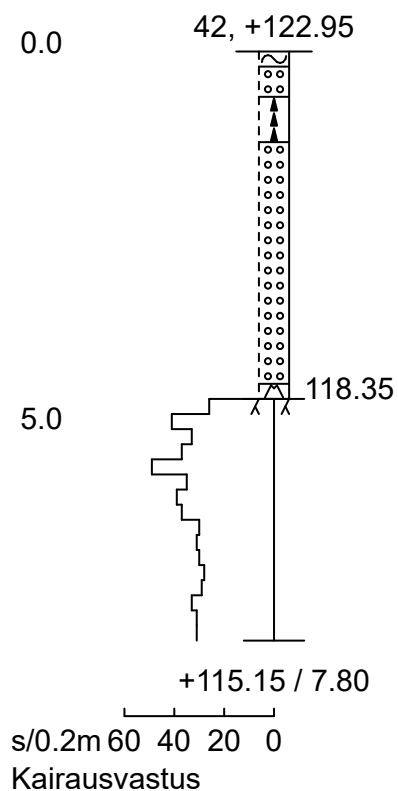
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	41	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760825.194	Z	123.868	Mittakaava	1:100
E	26472893.695	Koordinaatit	GK26	PVM	23.1.2025



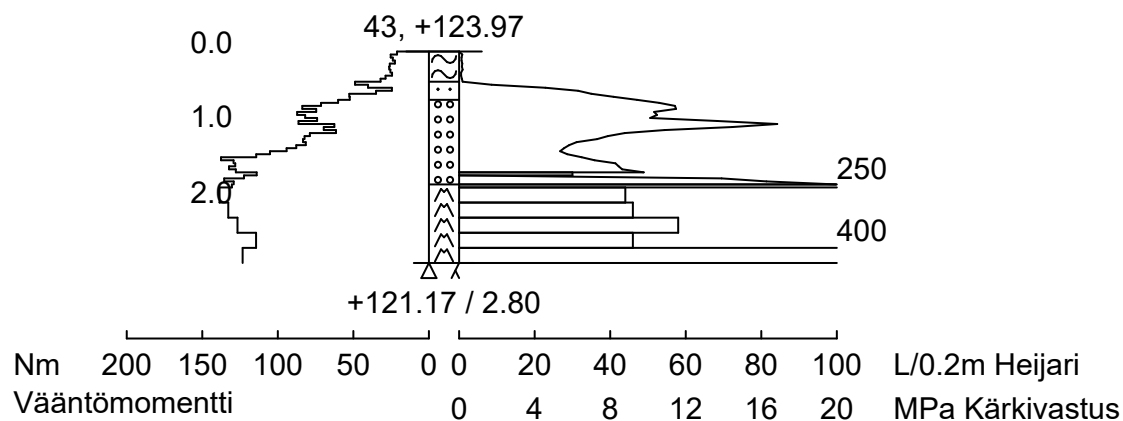
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	41	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760825.194	Z	123.868	Mittakaava	1:100
E	26472893.695	Koordinaatit	GK26	PVM	28.1.2025



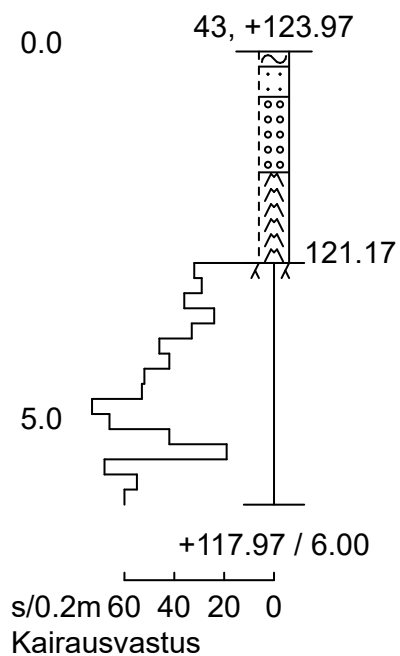
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	42	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760998.067	Z	122.949	Mittakaava	1:100
E	26472786.354	Koordinaatit	GK26	PVM	28.1.2025



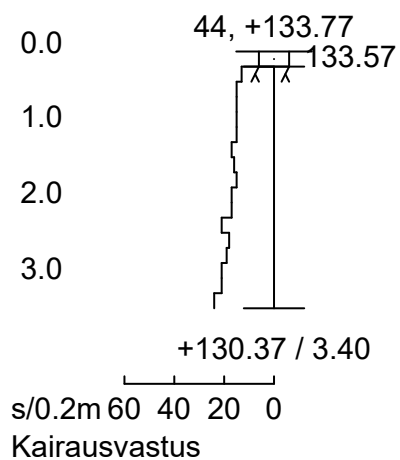
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	42	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760998.067	Z	122.949	Mittakaava	1:100
E	26472786.354	Koordinaatit	GK26	PVM	28.1.2025



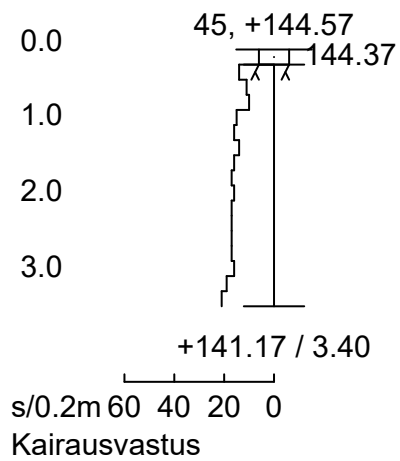
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	43	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760942.687	Z	123.965	Mittakaava	1:100
E	26472651.881	Koordinaatit	GK26	PVM	29.1.2025



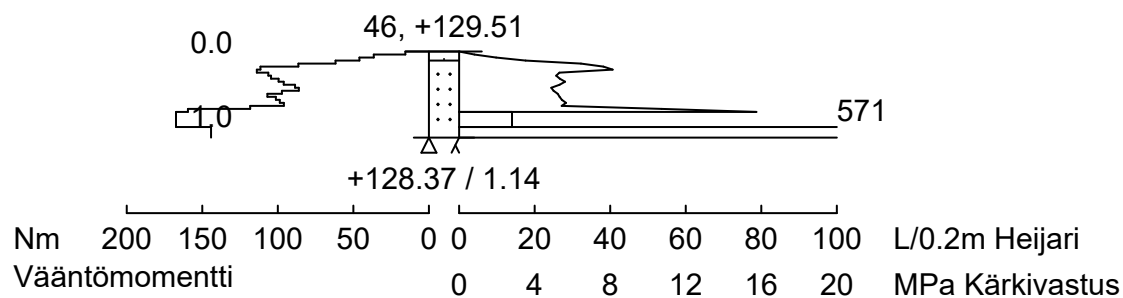
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	43	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760942.687	Z	123.965	Mittakaava	1:100
E	26472651.881	Koordinaatit	GK26	PVM	29.1.2025



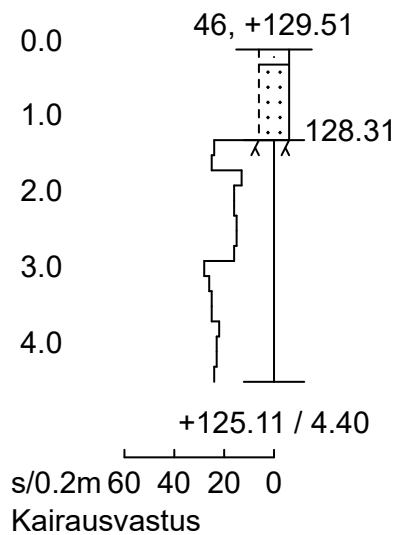
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	44	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6761080.694	Z	133.769	Mittakaava	1:100
E	26472580.970	Koordinaatit	GK26	PVM	12.2.2025



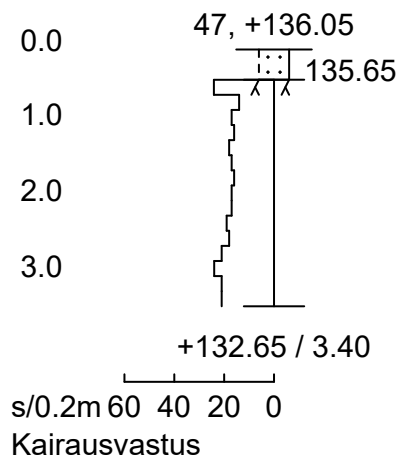
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	45	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6761145.748	Z	144.570	Mittakaava	1:100
E	26472468.475	Koordinaatit	GK26	PVM	12.2.2025



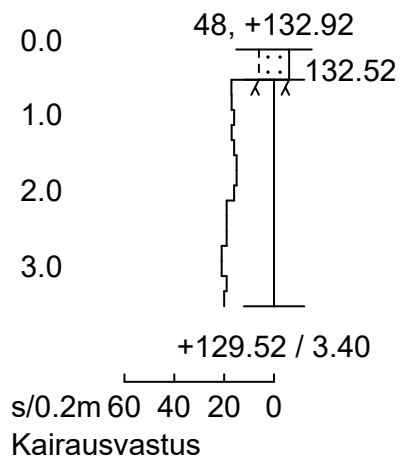
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	46	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760986.819	Z	129.509	Mittakaava	1:100
E	26472306.619	Koordinaatit	GK26	PVM	12.2.2025



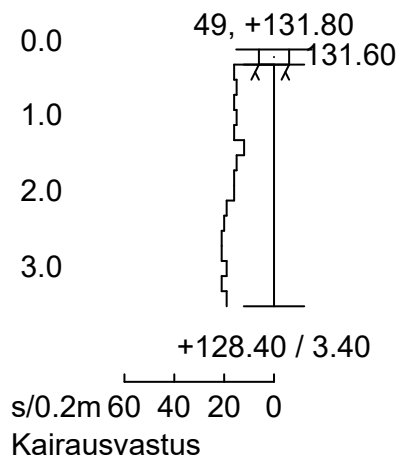
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	46	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760986.819	Z	129.509	Mittakaava	1:100
E	26472306.619	Koordinaatit	GK26	PVM	12.2.2025



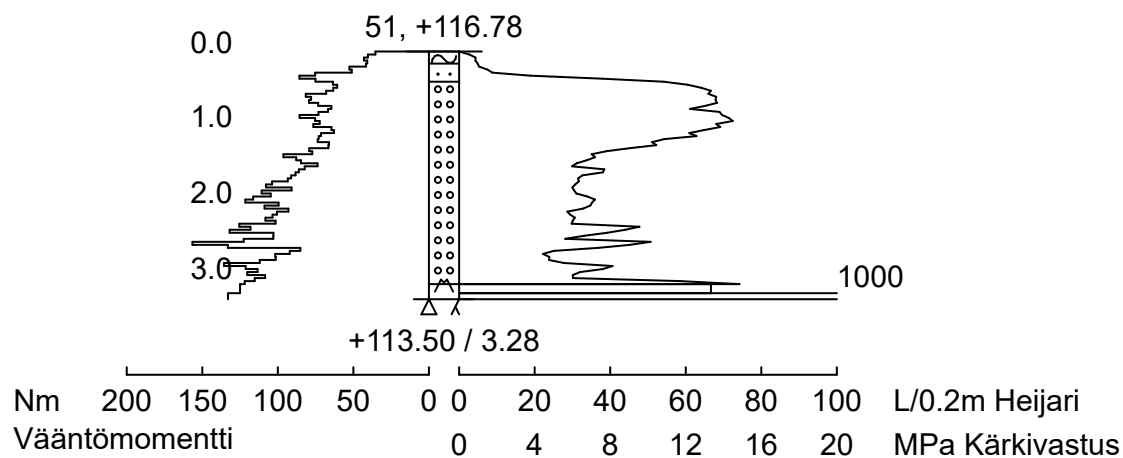
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	47	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760982.579	Z	136.053	Mittakaava	1:100
E	26472487.322	Koordinaatit	GK26	PVM	12.2.2025



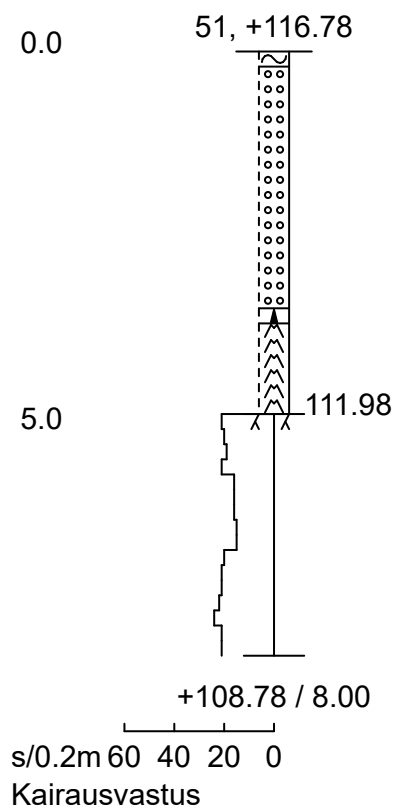
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	48	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760903.682	Z	132.924	Mittakaava	1:100
E	26472519.973	Koordinaatit	GK26	PVM	12.2.2025



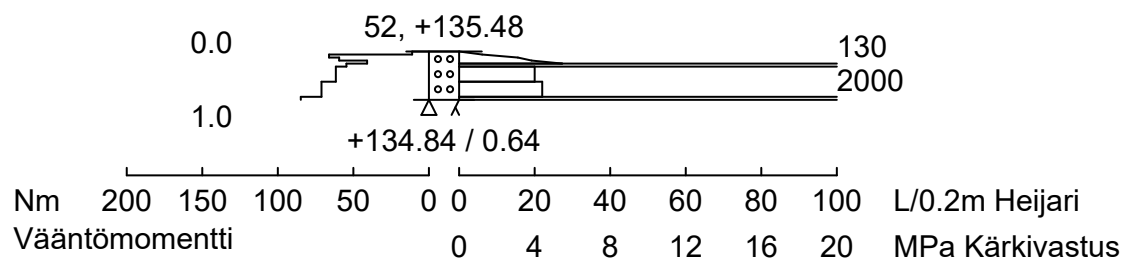
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	49	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760778.654	Z	131.800	Mittakaava	1:100
E	26472536.585	Koordinaatit	GK26	PVM	12.2.2025



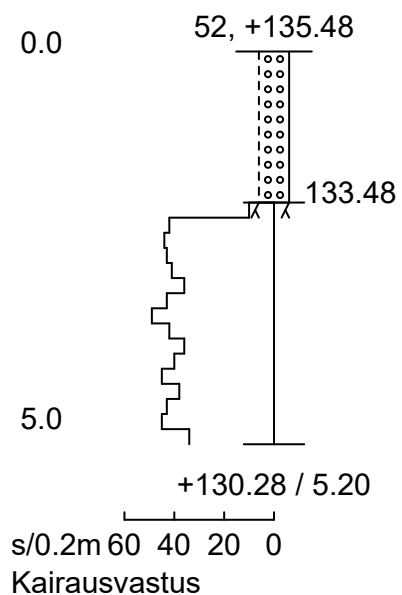
Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	51	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760692.336	Z	116.780	Mittakaava	1:100
E	26472778.018	Koordinaatit	GK26	PVM	4.2.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	51	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760692.336	Z	116.780	Mittakaava	1:100
E	26472778.018	Koordinaatit	GK26	PVM	4.2.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	52	Pohjatutkimus	Puristinheijarikairaus		
N	6760556.669	Z	135.484	Mittakaava	1:100
E	26472749.954	Koordinaatit	GK26	PVM	30.1.2025



Tilaaja	Hollolan kunta				
Kohde	Pukkomaentie				
Piste	52	Pohjatutkimus	Porakonekairaus		
N	6760556.669	Z	135.484	Mittakaava	1:100
E	26472749.954	Koordinaatit	GK26	PVM	30.1.2025

Työ: 22178
30.6.2025

KIERRÄTYSALUEEN OSAYLEISKAAVAN
RAKENNETTAVUUS- JA MASSATASAPAINOSELVITYS SEKÄ
KUSTANNUSARVIOINTI
HOLLOLAN KUNTA

TARATEST OY
Turkkirata 9 A
33960 Pirkkala
p. 03-368 3322
www.taratest.fi

Johdanto

Tämä selvitys liittyy osana kierrätysalueen/kierrätyskentän pohjaolosuhdeselvitykseen, ja se on laadittu täydentämään alueen maaperän ja pohjaolosuhteiden perusteella tehtyä arviointia. Selvityksen tarkoituksena on tarkastella rakentamisen aiheuttamia ympäristövaikutuksia, erityisesti muodostuvien maamassojen määrän, niiden hyödyntämismahdollisuuksien, maarakennustöiden kustannusten sekä rakentamisesta aiheutuvan hiilijalanjäljen näkökulmasta. Selvitys perustuu pohjatutkimusten tuloksiin ja arviointeihin, sekä alustavaan tasaussuunnitelmaan, joiden avulla on mahdollista arvioida ja optimoida rakentamisen ympäristövaikutuksia kokonaisvaltaisesti. Tämä asiakirja toimii liitteenä pohjaolosuhdeselvitykseen ja tukee suunnitteluprosessia tarjoamalla kustannus- ja rakennettavuusnäkökulmia rakentamisen päätöksenteon tueksi.

Pohjatutkimusaineisto, jonka perustella pohjaolosuhdeselvitys on laadittu, ja johon tämä selvitys perustuu, on vajavainen, koska kahdelle yksityisomistuksessa olevalle kiinteistölle ei saatu pohjatutkimuslupia. Geotekniset pohjatutkimukset muodostavat suunnittelun perustan, ja ilman todellisia tutkimustuloksia tarkkojen pohjaolosuhteiden esittäminen on mahdotonta. Tilaajan pyynnöstä tutkimattomien kiinteistöjen pohjaolosuhteita on kuitenkin pyritty arvioimaan ekstrapoloimalla viereiseltä alueelta saatujen tutkimustulosten perusteella. Suomessa maaperäolosuhteet voivat kuitenkin vaihdella merkittävästi jopa pienellä alueella. Näin ollen Taratest Oy:n tekemät ekstrapolointiin perustuvat maaperäolosuhteiden arviot, massalaskennat ja rakentamiskustannusten arvioinnit ovat luonteeltaan teoreettisia laskelmia, eivätkä ne voi täysin korvata varsinaisia pohjatutkimuksia.

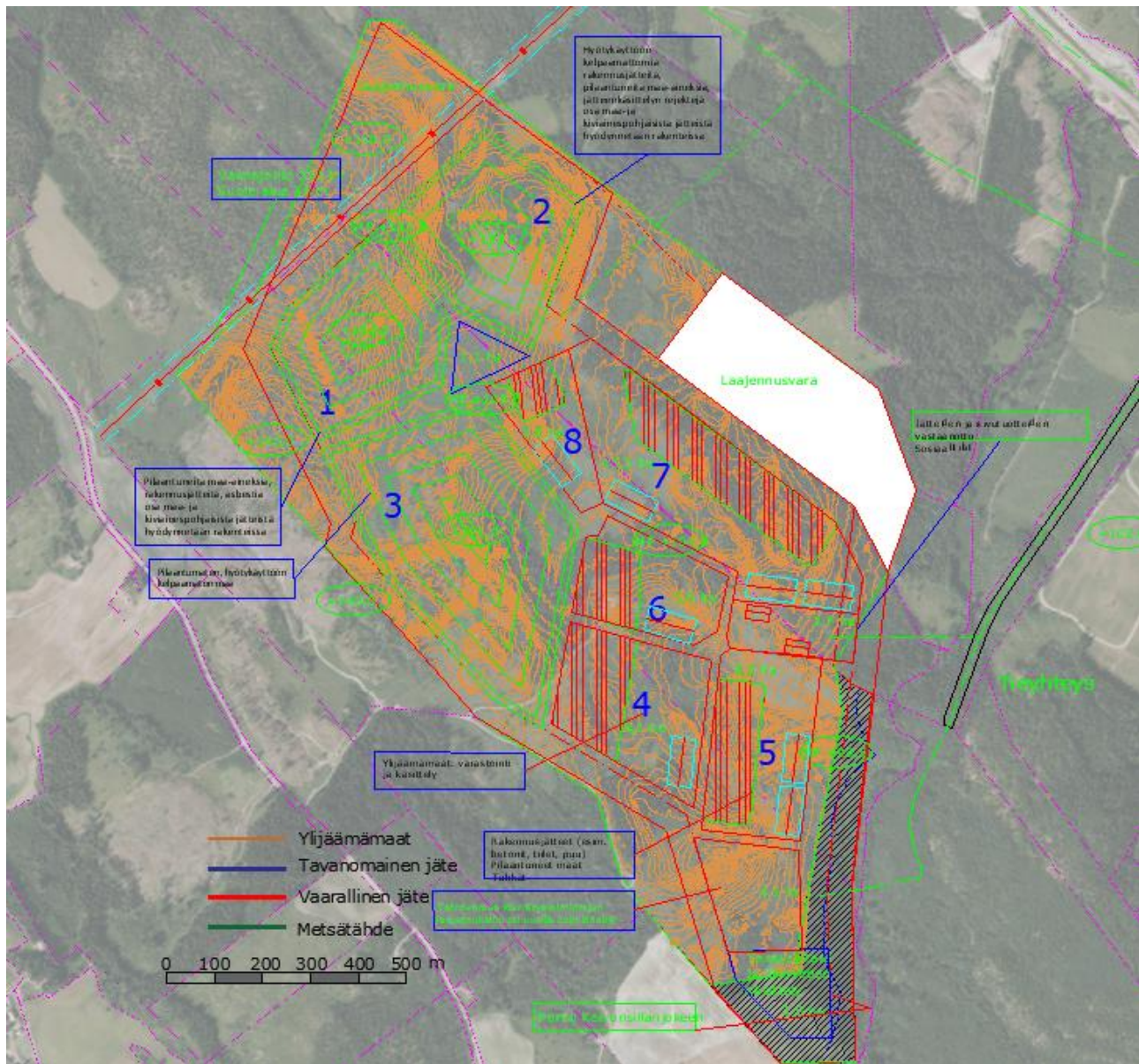
Käytännössä, koska tutkimuslupia ei saatu, asiakkaalla ei ole muuta mahdollisuutta tulevien rakentamistoimenpiteiden tarkasteluun ja arviointiin kuin tämä nyt tehty laskennallinen arvio kahden muun tutkitun kiinteistön perusteella. Tämä tulee huomioida mahdollisissa jatkosuunnitelmissa ja riskienhallinnassa.

Sisällysluettelo

Johdanto.....	2
Sisällysluettelo.....	3
1 Selvitysalueen raja.....	4
2 Massalaskentojen mallinnusperusteet	5
2.1 Massalaskenta ja saadut massamäärät.....	6
2.2 Massojen optimointi.....	8
3 Maa- ja kiviaines alueella	12
3.1 Alueelta saatavan kalliokiviaineksen laatu ja hyötykäyttökelpoisuus.....	12
3.2 Koheesiomaiden laatu ja hyötykäyttökelpoisuus.....	14
3.3 Moreenimaiden laatu ja hyötykäyttökelpoisuus.....	15
4 Massojen hyödyntäminen ja sijoitus.....	16
4.1 Kiviaineksen valinta: kustannus-, ympäristö- ja standardinäkökulmat	16
4.2 Moreenimaiden ja koheesiomaiden hyötykäyttö	17
5 Esirakentaminen ja pohjanvahvistustyöt.....	17
6 Kenttärakenteet ja rakennekerrokset.....	18
6.1 Eroosiosuojaus.....	19
6.2 Hulevesialtaat, ojitus ja vesiensuojeluratkaisut	20
6.3 Hulevesialtaiden tekniset vaatimukset ja sijoittelu.....	21
6.4 Uusiomateriaalien käyttö	22
7 Kenttäalueen koon optimointi ja stabiliteettitarkastelu.....	22
8 Arvio kierrätysalueen perustamiskustannuksista	22
9 Rakentamisen päästöjen arviointi.....	24
9.1 Rakennekerrosten kiviainekset.....	24
9.2 Alueen asfaltointi ja käytettävä kiviaines	25
10 Hankkeen toteuttamiskelpoisuuden arviointi ympäristönäkökohtien perusteella	26
11 Yhteenveto ja suositukset	26
12 Jatkotutkimustarpeet.....	28

1 Selvitysalueen rajaus

Selvityksen aluerajaus on laadittu pohjaolosuhdeselvityksen perusteella hieman pienemmäksi, kuin alustavassa kierrätysalueen perustamissuunnitelmassa on esitetty, johtuen jokilaakson jyrkistä korkeusvaihteluista, joen suojavyöhykkeestä sekä stabiliteetista. Selvitysalue on rajattu kuvaan 1.



Kuva 1. Yhdistetty tutkimusalueen rajaus, jossa huomioitu kierrätysalueen suunnitelmat.

Hankealueen rajaukset on tehty ottaen erityisesti huomioon jokilaakson ja rinne-eroosion vaikutukset sekä alueen stabiliteetti. Alueelle suunniteltujen rakennusratkaisujen tarkastelu ja optimointi on esitetty erillisessä kappaleessa 7. Ko. kappaleessa arvioidaan tarkemmin, kuinka lähelle rинnettä ja jokilaaksoa on tarkoituksenmukaista rakentaa turvallisesti ja ympäristön kannalta kestävästi.

2 Massalaskentojen mallinnusperusteet

Massalaskentojen perustaksi on laadittu useita pintamalleja 3D-Win-laskentaohjelmistossa. Pintamallit on tuotettu pohjatutkimustietojen, suunnittelualueen geoteknisten arviointien sekä avokallioalueiden sijaintien perusteella. Rakennetut mallit käsittävät kallionpintamallin, moreenipintamallin ja maanpintamallin. Näiden avulla on mahdollista tarkastella maakerrosten paksuuksia ja määriä alueella.

Hienoainespitoisten maa-ainesten pintamalli on johdettu laskennallisesti maanpinnan ja moreenipinnan välisenä erotuksena. Tämä mahdollistaa arvion erityisesti rakennushankkeen kannalta merkittävien maamassojen määrästä ja sijainnista. Esitetyt pintamallit eivät kuvaa maaperää täysin yksityiskohtaisesti, vaan ne antavat suuntaa-antavan ja yleispiirteisen kuvan alueen rakennekerroksista. Tästä huolimatta mallit mahdollistavat luotettavan arvion maamassojen määristä, ja ne soveltuvat hyvin suunnitteluvaiheen ympäristövaikutusten ja kustannustarkastelujen tueksi.

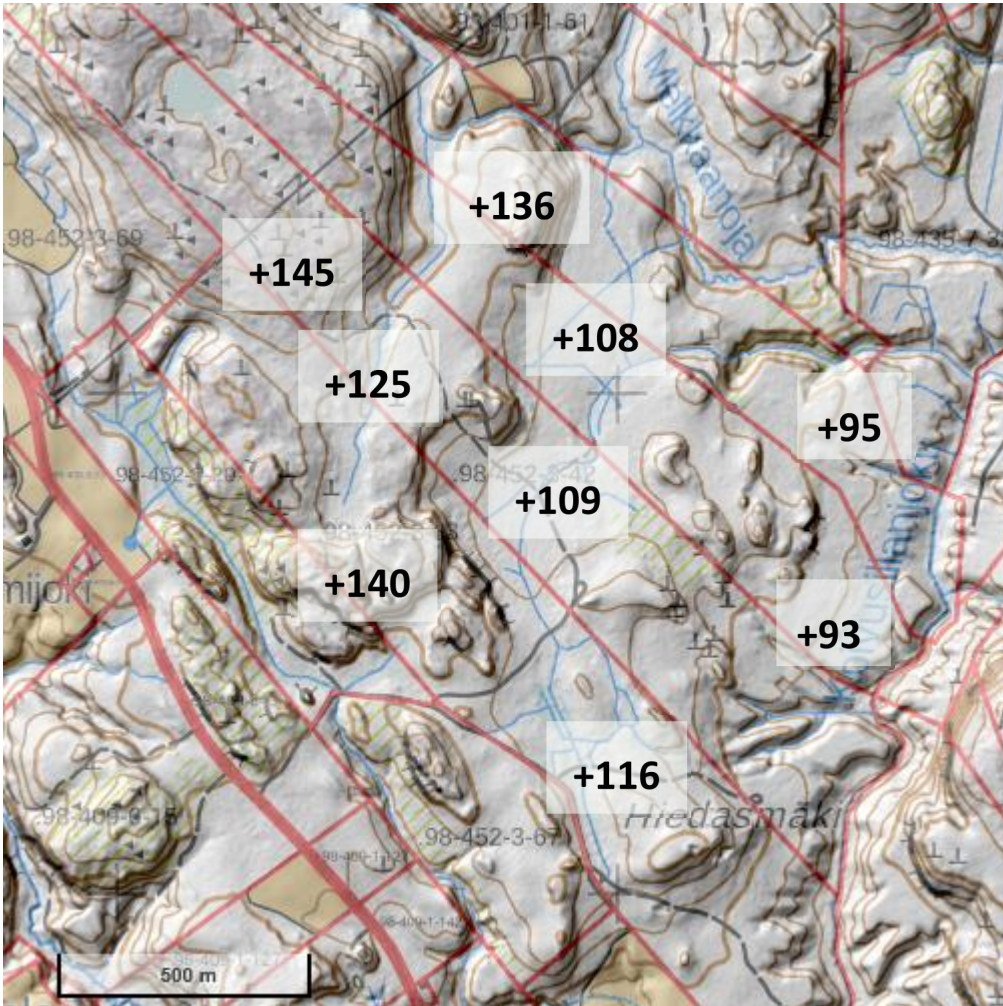
Lisäksi on tuotettu pintamalli tulevasta maanpinnasta. Tähän käytettiin lähtöaineistona ollutta kierrätysalueen luonnossuunnitelmaa, jossa alustavia maanpinnan tasoja on esitetty. Massalaskennassa käytettiin tasoa -1,1 m tulevasta maanpinnasta (rakennekerrokset). Mallin avulla on mahdollista vertailla nykyisiä maaperän korkeuksia suunniteltuihin maanpintoihin ja arvioida tarvittavia leikkaus- ja täyttömassoja. Karkea esitys tulevasta tasauksesta on kuvassa (Kuva 2).



Kuva 2. Alustava esitys pinnantasauksesta perustuen lähtöaineistoon.

2.1 Massalaskenta ja saadut massamäärät

Suunnittelualueen topografia nousee merkittävästi itäosasta länteen siirryttäessä, mikä asettaa haasteita yhtenäisen kentän rakentamiselle ja edellyttää huomattavia maamassojen siirtoja. Alueen nykyisiä viitteellisiä korkotasoja on esitetty kuvassa 2.



Kuva 3. Alueen korkotasot nykyisellään, paikkatietoikkuna.fi, luettu 8.4.2025.

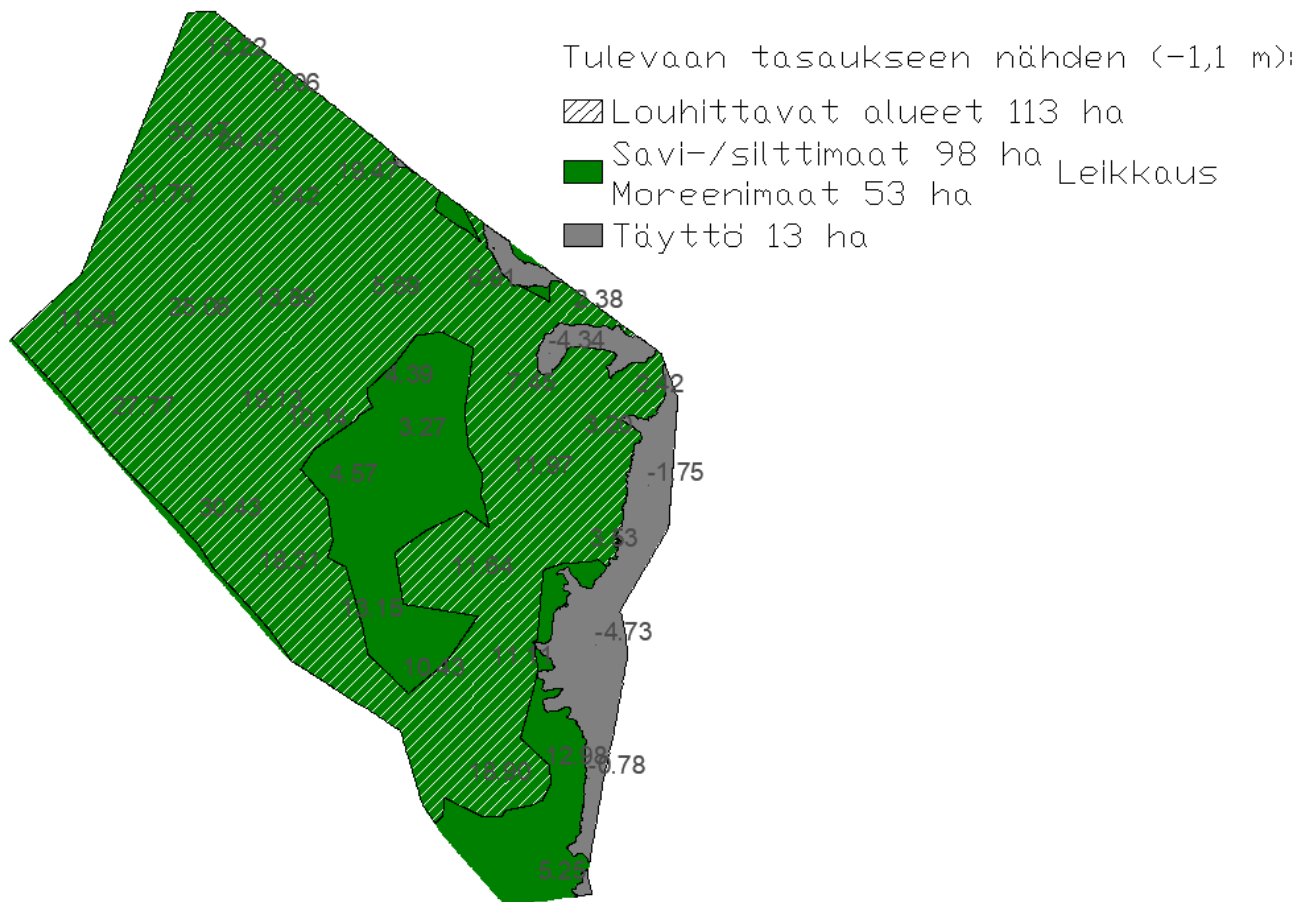
Alueen nykyisen maanpinnan ja suunniteltujen tasauspintojen väliset korkeuserot on analysoitu 3D-Win-ohjelmistolla laadittujen pintamallien avulla, joiden perusteella on arvioitu karkeasti tarvittavat leikkaus- ja täyttömäärät. Massamäärät on esitetty taulukossa 1. Pintamaat ovat mukana laskennoissa, eikä niitä ole tässä eritelty. Pintamaan arvioitu osuus on (n. 20 cm kerros koko suunnitelma-alueella, pois lukien avokallioalueet) 290 000 m³.

Taulukko 1. Kierrätysalueen suunnitelmaluonnoksen mukaisen alustavan tasauksen vaatimat leikkaus- ja täyttömäärät.

MATERIAALI	[m ³]	Tapa
Kalliokiviaines	14 060 000	Louhinta
Moreenimaat	1 350 000	Kaivuu
Savi-/silttimaat	3 300 000	Kaivuu
Täyttömateriaali	340 000	Täyttö

Laskelmien perusteella ko. tasauksen perusteella hankkeessa muodostuisi merkittäviä määriä maa- ja kalliokiviainesta.

Kuvassa (Kuva 4) on esitetty 3DWin- ja CAD-ohjelmistoilla laadittu graafinen havainnekuva alueen leikkausmassojen ja täytön jakaumasta sekä leikkauskorkeuksista suhteessa lopulliseen maastopintaan.



Kuva 4. 3DWin- ja CAD-ohjelmistolla luotu esitys alustavasta tasauksesta: leikkaus-, louhint- ja täyttöalueet, sekä suuntaa antavat korkoerot tulevaan tasaukseen nähden

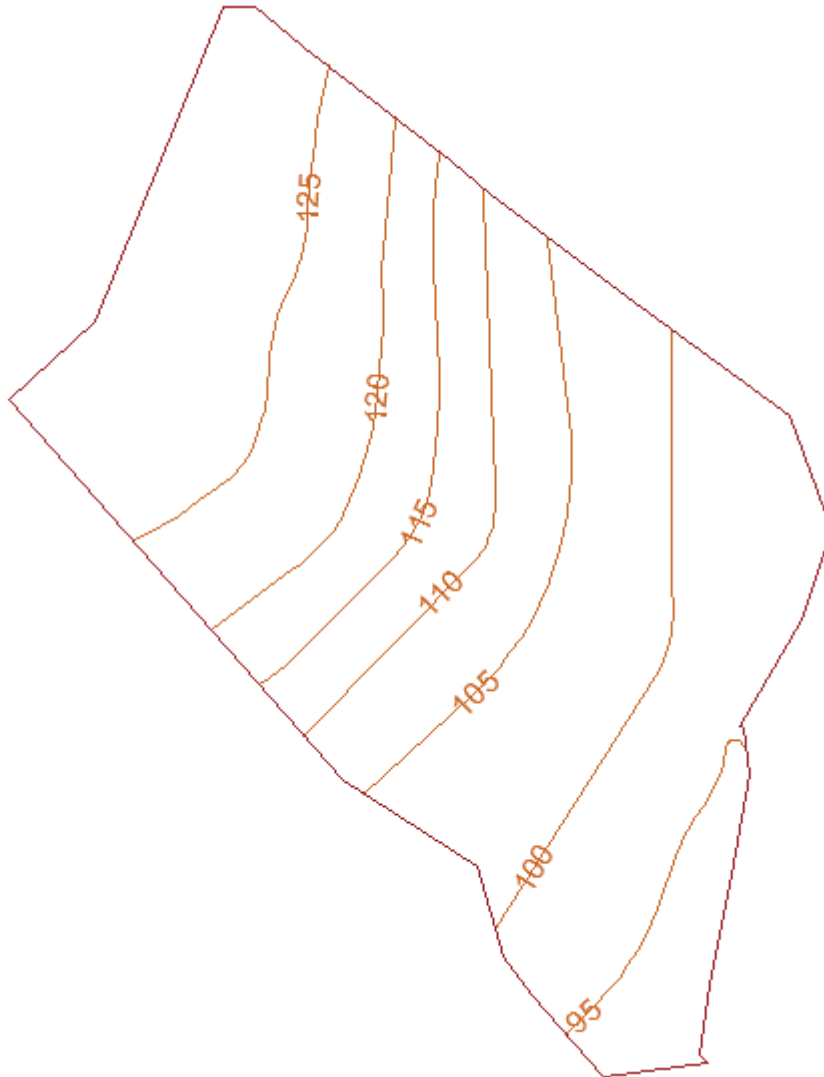
Mallin perusteella leikkausmassojen kokonaismäärä on niin suuri, että niiden käsittely itsessään saattaisi hidastaa hankkeen toteutumista, mikäli kaikille maa- ja kiviaineksille ei löydy nopeasti hyötykäyttökohteita lähialueelta. Tämä on epätodennäköistä huomioiden erityisesti leikkausmassojen valtava määrä.

Alustavan suunnitelmaluonnoksen mukainen toteutus yhtenäisen kenttäalueen saavuttamiseksi vaatisi merkittäviä leikkaus- ja täyttötöitä, erityisesti alueen länsiosassa, jossa korkeuserot ovat suurimmat. Tämä johtaisi laajoihin massansiirtoihin, mikä puolestaan lisäisi maarakennustöiden kustannuksia sekä aiheuttaisi kasvavia ympäristövaikutuksia.

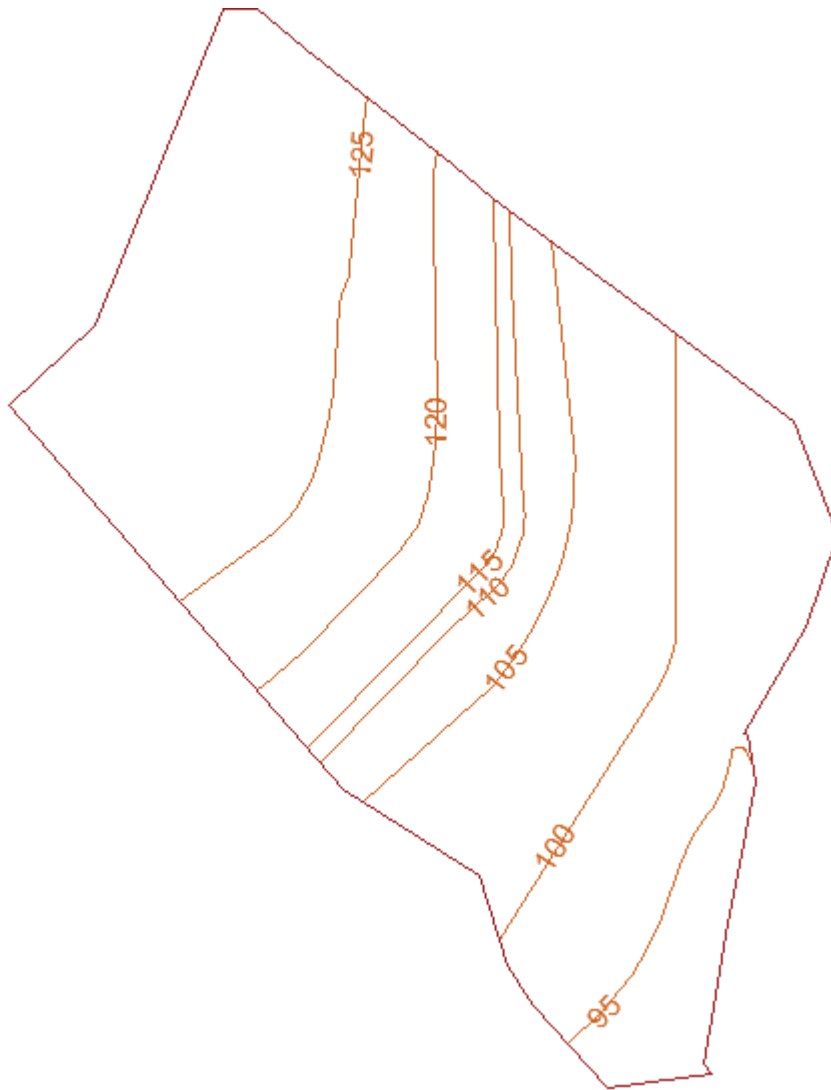
2.2 Massojen optimointi

Huomattavan suurten leikkaus- ja täyttömassojen takia alueelle laadittiin vielä kaksi vaihtoehtoista esitystä tulevasta pintamallista. Kaksi muuta mallia perustuvat massalaskennan kanssa suoritettuun optimointiin. Mallissa 2 on pyritty lähinnä pienentämään suurta kalliolouhinnan määrää alueella, ja

mallissa 3 on pyritty optimoimaan massoja siten, että leikkaus- ja täyttömassat olisivat suurelta osin hyödynnettävissä hankealueella. Em. syystä on kierrätysalue tässä mallissa jaettu kahteen tasoon, eli alueen keskellä on pengerrys. Kahteen tasoon jakaminen pienentäisi maarakennustöiden kustannuksia ja ympäristövaikutuksia merkittävästi. Mallien 2 ja 3 karkeat pinnantasausesitykset on esitetty kuvissa (Kuva 5 ja Kuva 6).



Kuva 5. Alustava esitys pinnantasauksesta massaoptimoinnin perusteella, vaihtoehto 2.



Kuva 6. Alustava esitys pinnantasauksesta massaoptimoinnin perusteella, vaihtoehto 3.

Em. perusteella lasketut leikkaus- ja täyttömäärät on esitetty taulukoissa (Taulukko 2 ja Taulukko 3).

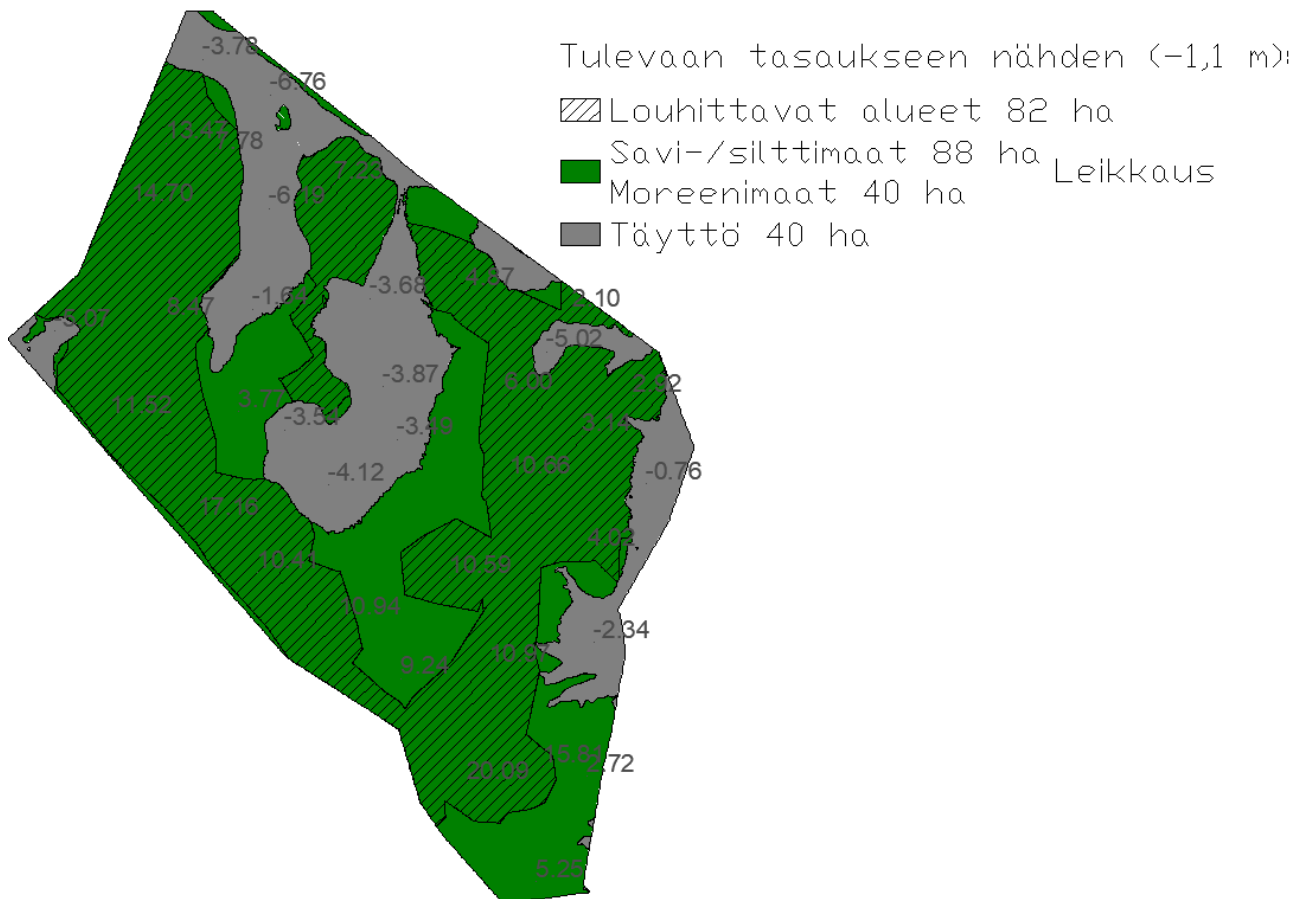
Taulukko 2. Kierrätysalueen 2. vaihtoehdon mukaisen alustavan tasauksen vaatimat leikkaus- ja täyttömäärät

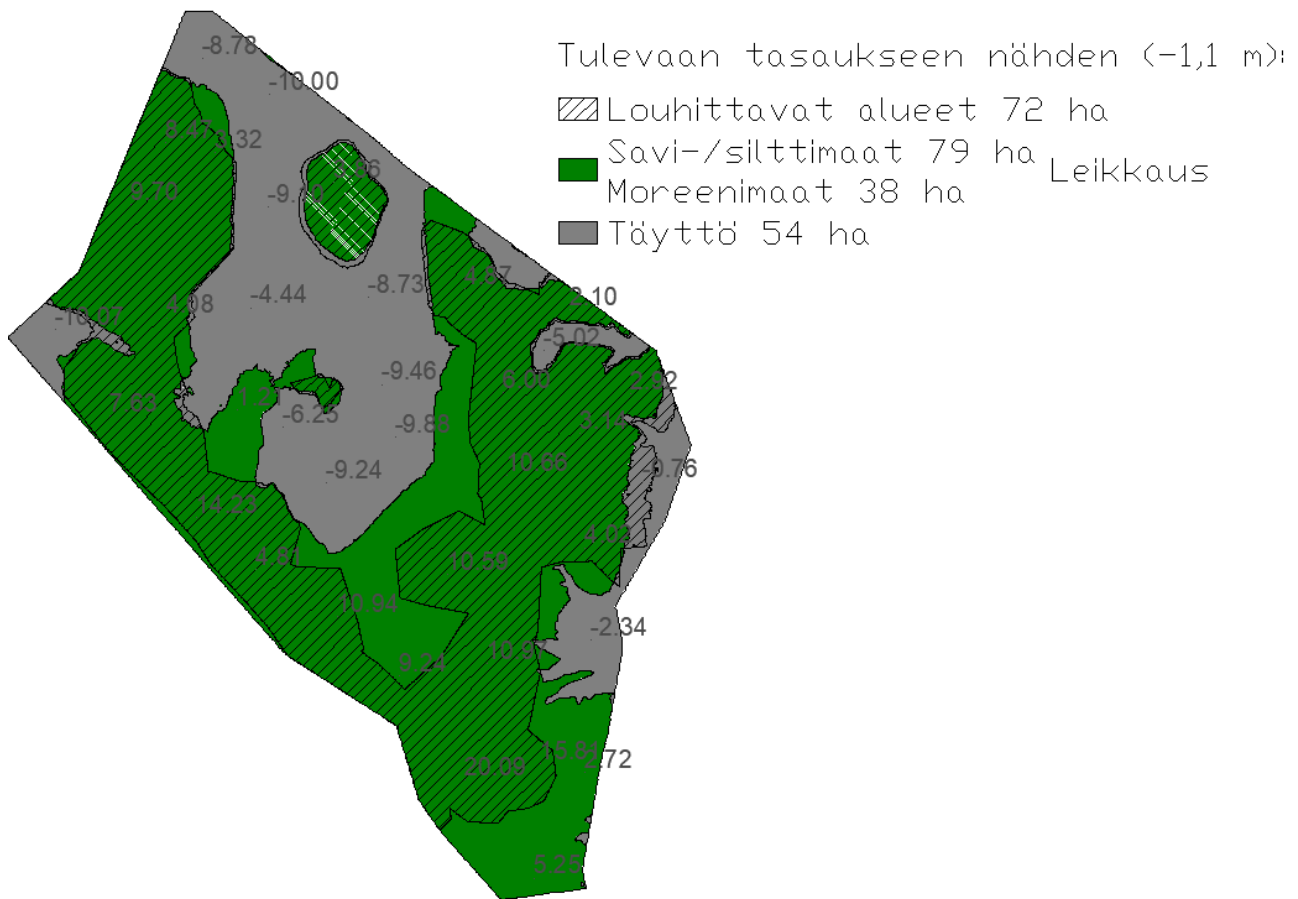
MATERIAALI	[m ³]	Tapa
Kalliokiviaines	4 960 000	Louhint
Moreenimaat	1 080 000	Kaivuu
Savi-/silttimaat	2 770 000	Kaivuu
Täyttömateriaali	1 175 000	Täyttö

Taulukko 3. Kierrätysalueen 3. vaihtoehdon mukaisen alustavan tasauksen vaatimat leikkaus- ja täyttömäärät

MATERIAALI	[m ³]	Tapa
Kalliokiviaines	3 400 000	Louhinta
Moreenimaat	1 005 000	Kaivuu
Savi-/silttimaat	2 570 000	Kaivuu
Täyttömateriaali	2 670 000	Täyttö

Kuvissa (Kuva 7 ja Kuva 8) on esitetty 3DWin- ja CAD-ohjelmistoilla laadittu graafinen havainnekuva alueen leikkausmassojen ja täytön jakaumasta sekä leikkauskorkeuksista suhteessa lopulliseen maastopintaan.





Kuva 8. 3DWin- ja CAD-ohjelmistolla luotu esitys tasausvaihtoehdosta 3: leikkaus-, louhinta- ja täyttöalueet, sekä suuntaa antavat korkoerot tulevaan tasaukseen nähden

3 Maa- ja kiviaines alueella

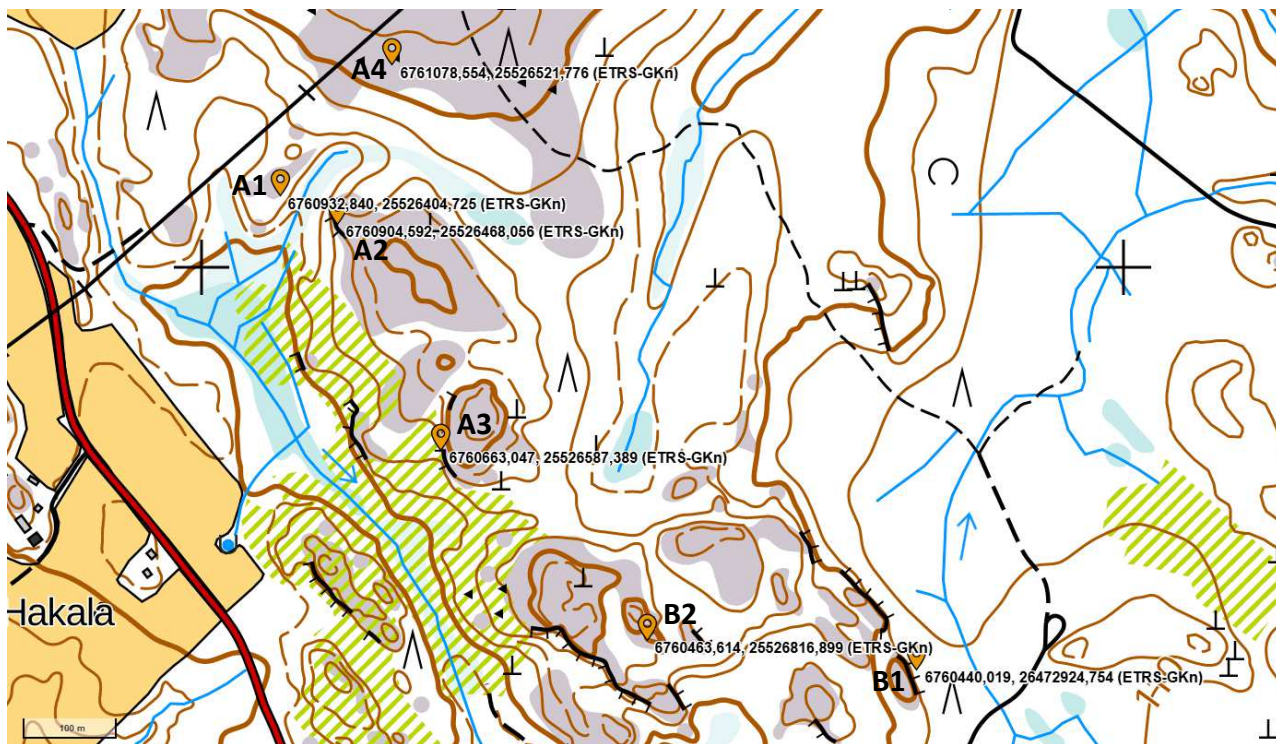
Selvitysalueella maaperä koostuu monentyyppisistä maamateriaaleista sekä kalliokiviaineksesta. Kierrätysalueen rakentamisen yhteydessä muodostuu maamassoja ja kalliokiviainesta, joita voidaan hyödyntää paikallisesti alueella, tai Lahden seudun rakennuskohteissa. Tässä kappaleessa kuvataan yleisesti kohteessa esiintyvien koheesio- ja moreenimaiden ominaisuuksia ja hyötykäyttökelpoisuutta, sekä yksityiskohtaisemmin alueelta saatavaa kalliokiviainesta, josta pohjatutkimusten yhteydessä otettiin näytteitä, ja selvitettiin kiviaineksen käyttökelpoisuutta infrarakentamisessa.

3.1 Alueelta saatavan kalliokiviaineksen laatu ja hyötykäyttökelpoisuus

Kallionäytteenotossa tavoitteena oli ottaa jokaisesta kivilajista näytettä noin 50 kg kokoomanäytteenä siten, että eri alueilta otettua samaa kivilajia yhdistettäisiin yhteen kokoomanäytteeseen.

Näytteenotot aloitettiin tutkimusalueen pohjoisosasta, jossa kallionäytettä kerättiin alueilta 1–4 (Kuva 9). Kyseisen alueen kokoomanäytteelle annettiin nimi N1. Kivilajina alueilla 1–4 oli silmämääräisesti määriteltynä heikosti suuntautunut granodioriitti tai graniitti (koska kalimaasälvän ja plagioklaasin määrä vaikutti vaihtelevan). Kokonaisuutena katsottuna kivi oli melko homogeenista syväkiveä.

Toinen osa kallionäytteenottoa suoritettiin alueen eteläosassa, jossa kallionäytettä otettiin alueilta B1 ja B2 (Kuva 9). Alueen kokoomanäytteelle annettiin nimi N2. Tällä alueella kivi oli kokenut selvästi enemmän deformaatiota, jonka vuoksi sitä voisi silmämääräisen tarkastelun perusteella kutsua graniittigneissiksi. Kivi oli huomattavasti heterogeenisempaa, raitaista ja voimakkaasti suuntautunutta kuin alueilla A1-A4. Näytteenottojen päätteeksi jokaiselta näytteenottoalueelta mitattiin piste, jonka läheisyydestä näytteenottoa on tehty.



Kuva 9. Kallionäytteenoton näytteenottoalueet merkittynä kartalle. Mitattu 13.2.2025, Taratest Oy.

Näytteet tutkittiin Taratest Oy:n PANK-hyväksytyssä laboratoriossa Pirkkalassa, lukuun ottamatta petrografista kuvausta, joka teetettiin Labroc Oy:ssä. Testaukset suoritettiin 17.2 – 1.4.2025 välisenä aikana. Tulokset ja käytetyt testausmenetelmät on esitetty taulukossa 3. Petrografiset kuvaukset ovat liitteenä 1.

Taulukko 4. Kiviainesnäytteiden lujuuskokeiden testaustulokset ja käytetyt menetelmät.

	LA-luku (SFS-EN 1097-2)	Kuulamyyllyarvo K_R (PANK 2207)
Näyte 1 (N1)	40	32
Näyte 2 (N2)	30	27

Taulukko 5. Kiviainesnäytteiden kiintotiheys ja vedenimeytymisen arvo, SFS-EN 1097-6.

	Kiintotiheys, näennäinen ρ_a [Mg/m ³]	Kiintotiheys, uunikuivattu ρ_{rd} [Mg/m ³]	Kiintotiheys, kyllästetty ja pintakuivattu ρ_{ssd} [Mg/m ³]	Vedenabsorptio WA ₂₄ [%]
Näyte 1 (N1)	2,72	2,70	2,71	0,3
Näyte 2 (N2)	2,80	2,77	2,78	0,3

Tutkimustulosten perusteella kiviaineksen käytölle maa- ja vesirakentamisessa ei ole estettä. Kiviaines soveltuu myös betonin kiviainekseksi, mutta ei korkealujuusbetoniin. Kiviaineksen LA-luku on korkea, joten se ei todennäköisesti sovellu kantaviin kerroksiin. Toinen näytteistä täyttää kuitenkin juuri InfraRYL 2010 vaatimuksen LA₃₀. Tuotannon aikainen testaus määrittelee tarkemmin ko. soveltuvuuden. Korkea LA-luku rajaa kiviaineksen käyttömahdollisuuksia, mutta ei estä sen käyttöä maa- ja vesirakentamisessa.

Kiviaines ei sovellu asfaltin kiviainekseksi tie- ja katualueille, sillä sen kuulamyllyarvo on korkeahko. Näytteen 2 kiviaines voi soveltua vähäliikenteisille teille (KVL alle 500 autoa/vrk, A_{N30}). Ennakko-näytteillä ei vielä saada tarkkaa tulosta kulumiskestävyydestä, joka määritetään tuotannon aikaisella testauksella standardin SFS-EN 1097-9 mukaan. Tässä tapauksessa tuloksista on kuitenkin selkeästi pääteltävissä, että korkeintaan näytteen 2 kiviaines voi soveltua vähäliikenteisten teiden asfalttipintauksiin.

Em. perusteella kiviainesta voidaan käyttää seuraavissa:

- Kevyen liikenteen väylien rakennekerrokset
- Päälystämättömien teiden pintausta ja kunnossapito
- Betonin kiviaines, huomioiden ettei sovellu korkealujuusbetoniin
- Katu- ja tierakenteiden jakavat kerrokset
- Täytöt ja penkereet.

3.2 Koheesiomaiden laatu ja hyötykäyttökelpoisuus

Koheesiomaat, kuten savi ja siltti, ovat hienorakeisia maita, joille on ominaista merkittävä koheesio eli partikkelien välinen sisäinen kitka, mutta usein heikko kantavuus ja suuri painuma-alttius. Geoteknisten ominaisuuksiensa vuoksi koheesiomaat eivät sovellu maarakentamiseen yleensä ilman esikäsittelyä. Ne voivat kuitenkin olla hyödyllisiä tietyissä maa- ja ympäristörakentamisen kohteissa, kun käyttö perustuu maamateriaalin tiivistyvyyteen, tiiviyteen tai massan tasapainotukseen.

Koheesiomaita voidaan hyödyntää esimerkiksi:

- Täyttöihin ja massanvaihtokohteisiin, joissa kantavuusvaatimukset ovat vähäisiä.
- Maisemointitöihin ja maastonmuotoiluun, esimerkiksi kaatopaikkojen peittorakenteissa tai melu- ja näköestevallituksissa.

- Hulevesien hallintaan, erityisesti viivytys- ja kosteikkorakenteissa, joissa saven tai silttisen maan pieni vedenläpäisevyys auttaa veden pidättämisessä ja ohjauksessa.
- Tiiviyskerroksiksi tai eristäviksi maakerroksiksi, esimerkiksi kaatopaikkojen sulkurakenteisiin tai pilaantuneiden maiden kapselointeihin.
- Tilapäisten rakenteiden perustaksi, kuten työmaatäyttöihin, jos painuma ja routivuus voidaan hyväksyä tai hallita.

Koheesiomaiden hyödyntäminen edellyttää usein suunnitelmallista käsittelyä. Tavallisia menetelmiä ovat massan stabilointi, kuivatus, varastointi kuivumista varten tai sekoitus karkearakeisten maa-ainesten kanssa. Hyötykäyttö on ympäristön kannalta sekä taloudellisista syistä perusteltua, kun halutaan välttää suuria kuljetusmatkoja ja uuden materiaalin käyttöä.

3.3 Moreenimaiden laatu ja hyötykäyttökelpoisuus

Moreenimaat koostuvat vaihtelevassa suhteessa hienoaineksesta, hiekasta, sorasta ja kivistä. Niiden geotekniset ominaisuudet vaihtelevat suuresti raekokojakauman mukaan. Kohteessa on todennäköisesti sekä siltti- että hiekkamoreenia. Silttimoreeni on hienorakeinen ja usein routiva maa, kun taas hiekkamoreeni on karkeampi, paremmin kantava ja vähemmän routiva.

Hiekkamoreeni soveltuu yleisesti hyvin maarakentamiseen, erityisesti:

- **Täyttöihin ja penger- sekä kenttärakenteisiin**, joissa vaaditaan kohtalaista kantavuutta ja tiivistyvyyttä.
- **Jakaviin ja suodatinkerroksiin**, kun raekoko ja hienoaineksen määrä ovat sopivia (vaatii testauksen).
- **Routimattomiin kerroksiin**, kun moreeni ei sisällä liikaa hienoainesta (vaatii testauksen).
- **Työmaatäyttöihin ja tilapäisiin rakenteisiin**, joissa paikallisesti saatavilla olevien massojen hyödyntäminen tuo merkittäviä kustannus- ja ympäristöhyötyjä.

Silttimoreeni on käyttökelpoista erityisesti:

- **Täyttömateriaalina matalissa rakenteissa**, joissa ei vaadita korkeaa kantavuutta.
- **Maisemointiin ja massanvaihtokohteisiin**, kun huomioidaan mahdollinen routivuus ja tiivistyvyys.
- **Meluvallien ja muiden suurivolyymisten täyttörakenteiden materiaalina**, erityisesti alueilla, joissa maanläheisyys ja käytettävyyks ovat tärkeämpiä kuin tekniset huippuominaisuudet.

Silttimoreenin käyttöä rajoittaa sen taipumus routimiseen ja heikkoon vedenläpäisyyteen, mutta sen käyttö voi siltti olla kannattavaa, mikäli käyttöolosuhteet sallivat tai rakennekerrokset suunnitellaan sen mukaisesti. Molempien moreenityyppien käyttö edistää materiaalien kierrätystä ja paikallisten maa-ainesten hyödyntämistä, mikä vähentää tarvetta kuljettaa maamassoja pitkiä matkoja ja säästää neitseellisiä luonnonvaroja.

4 Massojen hyödyntäminen ja sijoitus

Kierrätysalue tulee olemaan suurelta osin päällystettyä kenttärakennetta. Alueella pyritään hyödyntämään hakkeen omia massoja mahdollisimman tehokkaasti niiden lujuus ja geotekninen soveltuvuus huomioiden. Materiaalien käyttökelpoisuutta rajoittavat kuitenkin kappaleessa 3 esitetyt seikat. Kiviaineksen osalta LA-luku 30–40 rajoittaa sen käyttökelpoisuutta kantavissa rakennekerroksissa. Kiviaineksen kulutuskestävyys rajoittaa sen soveltuvuutta asfaltin kiviaineksena. Mikäli hankkeelta muodostuvia kalliokiviaineksia myydään seudullisiin hankkeisiin, niiden käyttö rajoittuu kappaleessa 3 esitettyihin käyttökohteisiin. Tällä on vaikutusta alueelta saatavan materiaalin taloudelliseen ja ekologiseen hyötyyn – vaikka louhintamassoja syntyy, niiden käyttömahdollisuudet ovat rajoitettuja.

4.1 Kiviaineksen valinta: kustannus-, ympäristö- ja standardinäkökulmat

Asfalttikentän kiviaineksen valinnassa on tarkasteltu vaihtoehtoja, jotka täyttävät tekniset vaatimukset ja samalla minimoivat sekä kustannukset että rakentamisen hiilijalanjäljen. Kohteen liikennekuormitus jää käytännössä vähäiseksi (KVL < 500 ajoneuvoa/vrk), ja käyttö painottuu materiaalien varastointiin ja käsittelyyn, ei jatkuvaan liikenteeseen. Tämän perusteella voidaan harkita alueelta saatavan kiviaineksen käyttöä, jonka kuulamyyllyarvo (AN) ylittää arvon 19. Kyseisen kiviaineksen käyttö voi merkittävästi alentaa kustannuksia, erityisesti kun materiaali olisi saatavilla lähialueelta. Paikallisen kiviaineksen hyödyntäminen vähentää myös kuljetuksesta aiheutuvia päästöjä, mikä tukee kiertotalouden ja vähäpäästöisen rakentamisen periaatteita. Lisäksi kestävä käyttö tällaisessa kohteessa, jossa liikenteellinen rasitus on vähäinen, ei todennäköisesti lyhennä päällysteen käyttöikää merkittävästi.

Asfalttinormit 2023 määrittelevät pääasiassa liikennöityjen teiden ja katujen asfalttimassojen vaatimuksia, ja niissä viitataan eurooppalaiseen tuotestandardiin SFS-EN 13043 sekä kansalliseen soveltamisstandardiin SFS 7004. Maa- ja vesirakentamisessa käytettävien kiviaineksien osalta sovelletaan standardia SFS-EN 13242, joka kattaa esimerkiksi murskeet ja sorat, joita käytetään kantavissa ja suodatinkerroksissa. Tutkitut kiviainekset täyttävät testatuilta osin ko. standardien vaatimukset. Kohteessa ei voida suoraan soveltaa asfalttinormien vaatimuksia, sillä kyseessä on kierrätysalue, jonka toiminnallisuus poikkeaa tie- ja katualueen käytöstä. Em. perusteella kiviainesta voitaisiin siis käyttää myös kohteen asfalttipäällysteessä. Päällysteen suunnittelussa tulee huomioida riittävän vahva kulutuskerros. Kantavaan kerrokseen tulee käyttää hyvälaatuista kiviainesta, joka täyttää vaatimuksen LA 30, jotta kuormat jakautuvat tasaisesti, mikä pidentää myös asfaltin käyttöikää, ja vähentää paikkaustarvetta. Tästä syystä kantavaan kerrokseen suositellaan muualta tuotavaa kiviainesta tai kohteeseen soveltuvaa uusiomaamateriaalia.

Myös jakavaan kerrokseen/tukikerrokseen on suositeltavaa käyttää alueelta saatavaa kiviainesta, Kierrätyskentän päällystetyn alan ollessa arviolta 143 ha, voidaan karkeasti arvioida materiaalimekkinä näihin. Ojituksille, ja vesienhallintaratkaisuille arvioidaan alustavasti n. 15 ha tilantarve, joten päällystetyn kentän osuudeksi jää 143 ha. InfraRYL 2010 kantavuusvaatimuksista kohteeseen voidaan soveltaa katuluokkaa 2 tai 3, sekä pohjamaan luokkaa F (siltti/moreeni). Tällöin suositeltava tukikerroksen paksuus olisi n. 75 cm, ja rakenteeseen tiivistettyä kalliomursketta (2,1 tn/m³) kuluisi alueella n. 1 072 500 m³.

Alueelta saatavan kiviaineksen laadun takia on myös suositeltavaa pyrkiä rajoittamaan muodostuvien kalliomassojen määriä ja hyödyntämään kiviainesta paikallisesti. Em. perusteella kappaleessa 2.2 esitetyt massojen optimoinnit nousevat keskeiseen asemaan hankkeen kustannus- ja ympäristövaikutuksia arvioitaessa.

4.2 Moreenimaiden ja koheesiomaiden hyötykäyttö

Moreenimaiden osalta hyötykäyttökohteet ovat seuraavat:

- Täytöt ja penkereet

Hienoainespitoisten maiden osalta käyttöä rajoittaa geotekninen heikko kantavuus, ja suuri vesipitoisuus. Nämä materiaalit soveltuvat lähinnä maavalleihin ja täyttöihin, joihin ei kohdistu merkittäviä kuormia (maisemointitäytöt). Alueelle suunnitteilla olevan kierrätyskentän rakenteita varten hienoainespitoisia maita voidaan sijoittaa seuraaviin kohteisiin:

- Niskaojituksen tueksi tiivistyspenkereeksi (estämään alueella muodostuvien hulevesien pääsyn alueen ulkopuolelle esimerkiksi tulvatilanteessa.) Niskaojat ovat kuivatusoja, jotka sijoitetaan suunnittelu- tai työalueen "yläpuolelle", eli yleensä rinteeseen tai leikkausalueen yläreunaan. Niiden tehtävänä on katkaista ja ohjata valumavedet pois työalueelta, ennen kuin ne pääsevät valumaan rinteeseen tai rakenteisiin ja aiheuttamaan eroosiota, liettymistä tai kosteushaittoja. Niskaoja estää näin sade- ja sulamisvesiä kertymästä käsiteltävälle alueelle ja vähentää muun kuivatusjärjestelmän kuormitusta. Tiivistyspengeriä niskaojituksen vieressä estää puolestaan alueelta muodostuvien hulevesien pääsyn niskaojaan, ja täten estää alueella muodostuvien hulevesien sekoittumisen alueen ulkopuolisiin vesiin.

Karkeasti arvioiden kierrätysalueen piiri on n. 5 km. Mikäli maavalli rakennetaan 0,5 m korkeaksi, ja luiskaus 1:3, menee alueen ojitusta tukevaan maavalliin 6 500 t maa-ainesta, eli n. 3800 m³.

Tasausaltaiden pohjiin voidaan myös käyttää hienoainespitoista materiaalia vesisulkuna, mikäli materiaali vastaa geotekniseltä rakeisuudeltaan esimerkiksi laihaa savea. Altaille varattua alaa on suunnitelmassa n. 3 ha, mikä merkitsee puolen metrin kerroksena n. 15 000 m³. On myös huomioitava, että savimateriaalin tiivistys edellyttää erityistä maarakennuskalustoa ja osaamista. Mikäli alueella käsitellään pima-maita, asetetaan alaiden vesisululle kuitenkin ympäristöviranomaisen toimesta todennäköisesti sellaisia vaatimuksia, että pohjan suojauksessa päädytään bentoniittimattoon tai muovikalvoon.

5 Esirakentaminen ja pohjanvahvistustyöt

Kierrätyskentän alueen esirakentaminen edellyttää maaperän ominaisuuksien huomioimista ja erilaisten maa-ainesten käsittelyä osana kenttärakenteiden perustamista. Alueella esiintyy vaihtelevasti kallio-, moreeni- sekä hienorakeisia savi- ja silttimaita. Alueen pohjoisosissa suoritetaan enemmän louhintaa, lähes koko alueella on moreenimaiden poistoa, minkä lisäksi tuleva alueen tasaus edellyttää myös savi- ja silttimaiden poistoa. Em. eivät suoraan sovellu kantavuudeltaan tai routivuudeltaan kenttärakenteiden perustaksi.

Pehmeiden koheesiomaiden alueilla suositellaan toteutettavaksi esikuormitusta käyttämällä alueelta saatavaa mursketta, jota hyödynnetään myöhemmin käsittelykentän jakavan kerroksen materiaalina. Esikuormitus toteutetaan kasaamalla mursketta suoraan hienorakeisten maakerrosten päälle. Esikuormitusalueiden lopullinen sijainti ja tarve tarkentuu suunnitelmien edetessä. Huomiona, että tulevan tasauksen takia osin näiltä alueilta poistetaan maita, mikä vähentää esikuormituksen tarvetta, mikäli näille alueille ei ole odotettavissa suuria kuormia kierrätysalueen toiminnassa. Esikuormitusta suositellaan erityisesti alueille, joihin on tulossa suuria materiaalien varastokasoja (painavat kuormat).

Esikuormituksen tavoitteena on vähentää maaperän painumia ja parantaa kantavuutta ennen pysyvän rakennekerroksen rakentamista. Suodatinkankaita voidaan myös käyttää esikuormituksessa urakoitsijan suositusten mukaisesti.

Tavoitteena on hyödyntää alueella syntyviä tai louhittavia materiaaleja mahdollisimman tehokkaasti paikan päällä, minimoiden kuljetustarpeet, mikä tukee hankkeen ympäristötavoitteita ja vähentää rakentamisen kokonaispäästöjä.

6 Kenttärakenteet ja rakennekerrokset

Kentän rakennekerrokset toteutetaan teknisten vaatimusten ja kentän käyttötarkoituksen mukaisesti vaiheittain siten, että alimpana on jakava kerros, sen päällä kantava kerros ja ylin päällysrakenne muodostuu sidotuista rakennekerroksista ja kulutuskerroksesta.

Jakava kerros rakennetaan noin **800 mm** vahvuiseksi, ja sen materiaalina käytetään kierrätyskentän alueella louhittavaa ja murskattavaa kiviainesta. Jakava kerros tasaa pohjamaan rasituksia ja toimii alustana ylemmille rakennekerroksille. Koska materiaali saadaan pääosin paikan päältä, voidaan vähentää kuljetuksia ja näin pienentää sekä kustannuksia että rakentamisen hiilijalanjälkeä.

Kantava kerros toteutetaan murskeesta **150 mm** vahvuiseksi. Tämä kerros rakennetaan pääosin muualta tuotavasta kiviaineksesta, koska vaatimusten mukaisen murskeen laatu ja rakeisuus eivät kaikilta osin täyty alueella saatavilla materiaaleilla. Kantavan kerroksen tehtävä on jakaa liikennekuormia ja tukea sidottuja kerroksia.

Sidottu kantava kerros (AB) tehdään **130 mm** paksuisena, ja siihen voidaan käyttää jalostettua alueen kiviainesta asfaltin raaka-aineena, mikäli tekniset vaatimukset täyttyvät. **Kulutuskerros 70 mm** asfaltoidaan samalla periaatteella, hyödyntäen mahdollisuuksien mukaan alueen omia kiviaineksia, mikäli ne täyttävät asfalttinormien (PANK Asfalttinormit 2023) vaatimukset vähäliikenteisille alueille.

Taulukossa (Taulukko 6) on esitetty alustava arvio materiaalmääristä alueille, joissa pohjamaa on moreenia/koheesiomaata. Arviossa on käytetty massalaskennasta saatuja laskelmia alueiden koosta. Taulukossa (Taulukko 7) on esitetty alustava arvio materiaalmääristä alueille, joissa pohjamaa on kalliota, myöskin massalaskennasta saatujen laskelmien perusteella.

Louhepohjaisille osille käytetään hieman toisentyypistä rakennetta, josta tarkempi kuvaus taulukossa 7.

Taulukko 6. Kierrätyskentän alustavat rakennekerrokset pohjamaan ollessa moreenia tai koheesiomaata (arviolta n. 131 ha).

Rakennekerros	Paksuus (m)	Tilavuus (m ³)	Kiviaineksen alkuperä
Jakava	0,75	982 500	Alueelta saatava
Kantava	0,15	196 500	Muualta tuotava
Sidottu kantava (AB)*	0,13	154 000	Alueelta saatava
Kulutuskerros (AB)*	0,07	83 000	Alueelta saatava

*Sideaineen ja tyhjätilan huomiointi, karkea arvio n. 10 %

Taulukko 7. Kierrätyskentän alustavat rakennekerrokset pohjamaan ollessa kalliota (karkeasti arvioiden 12 ha).

Rakennekerros	Paksuus (m)	Tilavuus (m ³)	Kiviaineksen alkuperä
Kiilaus 0/63 mm murske	0,15	18 000	Alueelta saatava
Tasauskerros 0/32 mm murske	0,15	18 000	Muualta tuotava
Sidottu kantava (AB)	0,13	14 000	Alueelta saatava
Kulutuskerros (AB)	0,07	7 600	Alueelta saatava

*Sideaineen ja tyhjätilan huomiointi, karkea arvio n. 10 %

Pehmeiden maakerrosten ja jakavan kerroksen väliin suositellaan käytettäväksi suodatinkangasta, erityisesti silloin kun kenttä rakennetaan savi- tai silttimaalle. Suodatinkangas estää hienoainesten nousemisen rakennekerroksiin, parantaa pitkäaikaista kantavuutta ja vähentää routavaurioiden riskiä. Käyttö on erityisen perusteltua kohteissa, joissa liikennekuormat vaihtelevat tai pohjamaa on kosteusherkkää.

6.1 Eroosiosuojaus

Rakennettavuusselvityksen perusteella ei ole esitetty tarvetta suorittaa laajamittaista läjitystä tai korkeita täyttöjä kenttäalueella Koivusillanjoen läheisyydessä, mutta kokonaisuutena suunnittelualueelle kuitenkin muodostuu täyttöluisia jossain määrin. Seuraavassa annetaan yleisohjeet eroosiosuojauksen toteutukseen.

Eroosiosuojauksen suositukset:

- **Täyttöluisikat:** Mikäli täyttöjä tehdään, tulee koko luiska suojata eroosiota vastaan. Suositeltavia menetelmiä ovat:

- Lohkarekivien käyttö luiskan pinnassa tai jalustassa, erityisesti veden valumareittien kohdalla.
- Kasvillisuuspeitteet: nurmetus tai muuta nopeasti juurtuvaa kasvillisuutta, joka sitoo pintamaata. Tämän toteutus edellyttää usein pintamaan vakauttamista ja tarvittaessa juurtumista tukevia verkkoja.
- Biohajoavat suodatinkankaat tai eroosiosuojamatot eroosion hallintaan erityisesti rakentamisen alkuvaiheessa. Maatuvat suojarakenteet, kuten kookoskuidusta tai juutista valmistetut matot, tarjoavat tehokkaan suojan pintavaluntaa ja eroosiota vastaan ennen kasvillisuuden vakiintumista. Ne tukevat samalla siemenkasvillisuuden juurtumista ja luonnollista maisemointia ilman pysyviä rakenteita. Tällaiset ratkaisut ovat ympäristöystävällisiä ja tukevat alueen luontaista kehitystä. Lisäksi biohajoavat materiaalit vähentävät kunnossapidon tarvetta myöhemmässä vaiheessa, kun suojauksen tehtävä siirtyy kasvillisuudelle.
- **Luonnonrinne:** Mikäli rakentaminen ulottuu lähelle nykyistä luonnollista rinnettä, myös tämä alue voi edellyttää suojausta eroosion ehkäisemiseksi, etenkin jos pintavesivalunnat ohjautuvat rinteeseen. Sama suojausperiaate pätee kuin täyttöluiskien kohdalla, ja lohkarekiveys sekä kasvillisuuspeitteet voivat olla soveltuvia ratkaisuja.

Toteutettavat eroosiosuojauksen ratkaisut tulee valita paikallisten maaperäolosuhteiden ja veden virtausolosuhteiden perusteella.

6.2 Hulevesialtaat, ojitus ja vesiensuojeluratkaisut

Alueelle on suunnitteilla pilaantuneiden maiden (pima) vastaanotto ja sijoitus, mikä edellyttää mahdollisesti kaatopaikkarakenteisiin rinnastettavia pohjarakenteita sekä erityistä huolellisuutta alueen vesienhallinnassa ja vesiensuojelussa. Koska suunnittelu on alkuvaiheessa, eikä pilaantuneiden maiden kokonaismäärästä, sijoittumisesta tai haitta-ainepitoisuuksista ole saatavilla tarkkoja tietoja, ei selvityksessä voida yksityiskohtaisesti määritellä tarvittavia suojaus- ja hallintarakenteita.

Alustavan arvion mukaan kierrätysalueen pinta-alasta noin 143 ha muodostaa kenttä- ja liikennealuetta, ja noin 15 ha varataan vesienhallinnan ja vesiensuojelun tarpeisiin. Alueen ojitus, hulevesien viivytys- ja selkeytysratkaisut sekä suotovesien mahdollinen käsittely edellyttävät kuitenkin yksityiskohtaista suunnittelua, jossa huomioidaan muun muassa alueen maaperän laatu, valuma-alueet, vastaanotettavien maiden ominaisuudet sekä ympäröivien vesistöjen suojelutarpeet.

Suosittelaaan, että alueelle laaditaan yksityiskohtainen vesienhallinta- ja vesiensuojelusuunnitelma siinä vaiheessa, kun alueen käyttötarkoitus ja toiminnalliset ratkaisut tarkentuvat. Suunnitelman tulee sisältää mitoitusperusteet, rakenteiden sijoittelu, tarvittavat suojarakenteet (esim. tiivistys- ja keräysrakenteet, öljynerottimet, selkeytysaltaat) sekä toimenpiteet valuma- ja suotovesien hal-

litsemiseksi ja käsittelemiseksi ennen purkua ympäristöön. Suunnittelussa on huomioitava ympäristönsuojelulain (527/2014) ja valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013) vaatimukset, mikäli alueelle sijoitetaan pysyvästi pilaantuneita maita.

6.3 Hulevesialtaiden tekniset vaatimukset ja sijoittelu

Alustavissa suunnitelmissa alueelle oli suunniteltu kolme suurikokoista hulevesiallasta, kaikki sijoitettuna samaan osaan aluetta, tarkoituksena kerätä koko noin 158 hehtaarin alueen valumavedet keskitetysti yhteen paikkaan. Vaikka alueen pinnanmuodot ohjaisivatkin virtaamia osittain samaan suuntaan, tällainen ratkaisu ei ole teknisesti tai toiminnallisesti suositeltava. Alueella tullaan käsittelemään erilaisia materiaaleja – mukaan lukien mahdollisesti pilaantuneita maita – joilla on erilaiset hulevesien laatuvaatimukset, puhdistustarpeet ja ympäristöriskit. Kolmen yhteiseen paikkaan sijoitetun altaan malli ei mahdollista näiden erityispiirteiden hallintaa tai riskien erottelua.

Lisäksi suureen yksittäiseen allasryhmään kohdistuu suuria virtaamapiikkejä, mikä heikentää veden viipymää ja puhdistustehoa. Keskitetty ratkaisu vaikeuttaa myös altaiden kunnossapitoa, erityisesti lietteenpoistoa ja rakenteiden huoltoa, ja voi lisätä tulvariskiä poikkeuksellisissa sääolosuhteissa.

Suositellaan, että hulevesialtaat sijoitetaan hajautetusti alueen eri osiin, siten että ne palvelevat selkeästi rajattuja toiminnallisia kokonaisuuksia (esim. kenttäalueet, materiaalien käsittelyalueet, huoltoreitit) ja mahdollistavat aluekohtaisen huleveden laadunhallinnan. Hajautettu malli parantaa veden puhdistumista, helpottaa kunnossapitoa ja vähentää paikallisia ylikuormituksia ja tulvariskejä.

On myös todennäköistä, että alueen toimintaa ohjataan ympäristöluvalla, mikäli alueella vastaanotetaan ja käsitellään pilaantuneita maita tai muita ympäristön kannalta kuormittavia materiaaleja. Ympäristöluvassa esitetään usein tarkkoja vaatimuksia hule- ja suotovesien laadun seurannalle. Tällöin hajautettu allasratkaisu tukee myös valvontaa ja raportointia: kun altaat palvelevat erillisiä osa-alueita, voidaan kuormituslähteitä ja veden laatua seurata luotettavammin ja aluekohtaisesti. Tämä helpottaa paitsi viranomaisvalvontaa myös toiminnanharjoittajan vastuullista raportointia ja mahdollisten ongelmien paikantamista.

Hulevesialtaiden teknisessä suunnittelussa on huomioitava seuraavat peruseräperiaatteet:

- Altaiden muoto ja pinta-ala vaikuttavat suoraan viipymäaikaan ja puhdistustehokkuuteen. Laajat, matalat ja loivapohjaiset altaat (kaltevuus yleensä 1:3 tai loivempi) edistävät kiintoaineen laskeutumista ja mahdollistavat kasvillisuuden hyödyntämisen puhdistuksessa.
- Altaiden syvyyden tulee pysyä maltillisena (yleensä 0,5-1,5 metriä) huollon ja turvallisuuden varmistamiseksi.
- Altaat tulee varustaa padotus- ja virtaamansäätörakenteilla, jotka tasaavat virtaamia ja estävät eroosiota.
- Mahdollisuuksien mukaan suositellaan myös öljynerottimia, suodattavia pintarakenteita tai kosteikkovyöhykkeitä, erityisesti, jos alueella käsitellään maita, joissa on haitta-aineita tai raskasmetalleja.

Hajautettu ja toiminnallisesti perusteltu altain sijoittelu tukee paitsi ympäristönsuojelua myös alueen käytännön toimivuutta, pitkäaikaista kunnossapitokelpoisuutta sekä viranomaisvalvonnan ja luvanvaraisten seurantavelvoitteiden toteutusta.

6.4 Uusiomateriaalien käyttö

Alueelle laaditussa YVA-Selostuksessa (Lahden seudun kierrätyspuisto) on arvioitu, että VE1:ssä voitaisiin hyödyntää n. 0,5 milj. m³ uusiomateriaaleja alueen rakennekerroksissa. Käytännössä sekä jakavaan, että kantavaan kerrokseen olisi mahdollista hyödyntää betonimursketta, joka lujittuu rakenteessa. Kuitenkin alueella vaadittavien louhintatöiden, ja muodostuvien suurien kalliomassojen vuoksi olisi suositeltavaa käyttää alueen omaa kiviainesta jakavassa kerroksessa. Koska alueen kiviainesta ei suositeltu kantavaan kerrokseen, suositellaan betonimurskeen käyttöä erityisesti kantavassa kerroksessa korvaamaan neitseellisiä kiviaineksia. Betonimurskeella olisi todennäköisesti mahdollista saavuttaa riittävä kantavuus ko. käsittelykentällä. Rakennekerrokset tulevat olemaan asfalttipäällysteisiä (20 cm), jolloin sidottuja peittokerroksia tulee riittävästi, eikä betoni pääse suoraan kontaktiin sadevesien kanssa. Mikäli koko kantava kerros toteutettaisiin betonimurskeesta, olisi tämä karkeasti n. 200 000 m³.

7 Kenttäalueen koon optimointi ja stabiliteettitarkastelu

Tasausvaihtoehto 3, jossa massatalous on tasapainoisin, ei sisällä läjitystoimintaa lähellä rinnettä, mikä todennäköisesti aiheuttaisi jyrkän rinteiden stabiliteettiongelman. Kuitenkin alueelle voi tulla esimerkiksi vastaanottokasoja tai hulevesialtaita, jotka sijoitetaan harkiten ja stabiliteetti huomioiden ottaen, siten, että kuormitus pohjamaalla ei kasva nykytilanteesta eli vastaanottokasat eivät korkeussuunnassa ylitä nykyistä maanpintaa (kts. leikkauskuvat, liite 2). Tavoitteena on optimoida alueen käyttö siten, että mahdollisimman suuri osa alueesta voidaan käyttää kierrätysalueen rakentamiseen, mutta samalla varmistetaan rakenteiden ja ympäristön kestävyys pitkällä aikavälillä.

Rinteiden alueelta on laadittu muutamia leikkauskuvia (liite 2), joista käy ilmi alustavasti määritelty jokilaakson suojavyöhyke sekä alustava stabiliteetin kannalta olennainen vyöhyke, jonka ulkopuolelle ei suositella rakennuksia tai pysyviä rakenteita. Piirustuksissa esitetyn stabiliteettirajauksen itäpuolelle ei suositella pengerrystä eikä muita rakentamistoimenpiteitä.

Mikäli suunnitellut rakenteet tai maamäärät muuttuvat olennaisesti, suositellaan stabiliteettitarkastelun päivittämistä tarkentuneiden lähtötietojen pohjalta.

8 Arvio kierrätysalueen perustamiskustannuksista

Pohjatutkimuksiin ja yleistasoiin arviointeihin perustuva kustannusarvio on suuntaa antava ja voi vaihdella hankkeen erityisvaatimusten mukaan, sekä suunnitelmien tarkentuessa. Arvion tekemiseen on käytetty saatavilla olevia yleistasoisia maarakennustöiden hintatietoja, sekä mm. Ramboll Finland Oy:n alustavaa kierrätysalueen luonnossuunnitelmaa sekä YVA-selostusta, joissa on alustavasti esitetty alueen toimintoja sijoitettuna.

Kustannusarviossa on käytettyjä reunaehtoja:

- Alueella on reunaojituksen tarvetta, koska alueella käsitellään jätteitä.

- Myös alueen sisällä voi olla lisätarpeita ojitukselle materiaalikasojen reunoilla.
- Alue tulee olemaan pääosin päällystettyä kenttää.
- Kentän rakennekerrosten vahvuus on arvioitu soveltaen InfraRYL Katuluokan 2 /3 mukaisia vaatimuksia, sekä pohjamaan kantavuusluokan F mukaan (huomioitu myös alueet, joissa louhintaa).
- Päällystämättömän alueen suuruutta on arvioitu ojitusten perusteella, sekä hulevesialtaiden pinta-alaan perustuen.
- Kaivojen määrästä on esitetty arvio luonnossuunnitelmassa oleviin avoimiin alueisiin nähden (kaivot eivät sijoitu materiaalikasojen alle).

Asfalttimassa

Mikäli hankealueella hyödynnetään alueelta saatavaa kiviainesta asfalttimassan valmistuksessa, voidaan saavuttaa seuraava kustannussäästö (Taulukko 8).

Taulukko 8. Kustannusvertailu asfalttimassan valmistukseen käytettävästä kiviaineksesta.

Kustannuserä	Ulkopuolelta (louhos 10 km)	Oma tuotanto hankealueella
Kiviaineksen hinta	10 €/t	0 €/t (raaka-aine)
Kuljetus (10 km × 0,61 €/tkm)	6,10 €/t	0 €
Jalostus / käsittely	0 €	~5 €/t
Yhteensä	16,10 €/t	5 €/t*

* Kyseessä on hinta valmistonnille, sillä tässä vaihtoehdossa kulut muodostuvat vain louhinnasta ja murskauksesta.

Jos tarvittava kiviaines on 579 600 t (arviolta n. 90 % asfalttimassan määrästä) tuotetaan kokonaan hankealueella eikä kuljeteta 10 km päähän sijaitsevasta louhoksesta, kustannussäästö olisi arviolta n. 6,4 miljoonaa euroa.

Jakava kerros

Jos kentän rakennekerrokseen hyödynnetään alueen omaa kiviainesta jakavaan kerrokseen, voidaan saavuttaa seuraava kustannussäästö (Taulukko 9). Laskelmassa jakavan kerroksen paksuus on 0,75 m, pinta-ala 140 ha. Tällöin tilavuudeksi saadaan 1 050 000 m³. Kun tiivistetyn kiviaineksen tiheys on 2 100 kg/m³ = 2,1 t/m³, niin jakavaan kerrokseen tarvitaan lähemmäs 2 205 000 tonnia kiviainesta.

Taulukko 9. Kustannusvertailu louhokselta tuodun ja oman kiviaineksen käytön välillä jakavassa kerroksessa.

Kustannuserä	Louhokselta (10 km)	Oma tuotanto alueella
Kiviaineksen hinta	10 €/t	0 €/t (raaka-aine)
Kuljetus 10 km (0,61 €/tkm)	6,10 €/t	0 €/t
Jalostus / murskaus	0 €/t	~5 €/t
Yhteensä per tonni	16,10 €/t	5 €/t
Kiviainesmäärä (tonnia)	2 205 000 t	2 205 000 t
Kokonaiskustannus (€)	~35 500 500 €	~11 025 000 €

Jos jakavaan kerrokseen käytetään oman tuotannon kiviainesta, on mahdollista saavuttaa jopa 24,5 milj. euron kustannussäästö.

Maarakennustöiden kokonaiskustannusarvion laadintaan on käytetty massaoptimoinnin perusteella tehtyä alustavaa tasausvaihtoehtoa 3. Kokonaiskustannusarvio on erillisenä liitteenä 3, ja sisältää alustavan luettelon hankealueen maarakennustoimenpiteistä.

9 Rakentamisen päästöjen arviointi

Rakentamisen päästöjen arviointi on suoritettu käyttäen Infra CO₂ -datan pohjalta laskettuja päästöarvioita. Päästöjen laskennassa on otettu huomioon kaikki hankkeen keskeiset toiminnot, kuten maansiirtotyöt, raivaustyöt, kaivuut, murskaukset ja muut rakennustöiden vaiheet, joissa käytetään työmaalla käytettäviä koneita ja laitteita. Kustannuslaskelman perusteella arvioidut työkoneet on liitetty kunkin työvaiheen päästöihin, ja tämän avulla on saatu laskettua koko hankkeen ympäristövaikutukset suhteessa sen toteuttamiseen käytettyihin resursseihin.

Arvioinnissa käytetyt päästötietokannat ja laskentamallit perustuvat alan vakiintuneisiin standardeihin. Työmaalla käytettävien koneiden polttoainekulutus, työtunnit ja koneiden päästöt on huomioitu päästöjen arvioinnissa. Tämän arvioinnin avulla saadaan kokonaiskuva hankkeen ilmastovaiikutuksista, ja sitä voidaan hyödyntää päätöksenteossa sekä ympäristöystävällisempien ratkaisujen valinnassa rakennusprosessin eri vaiheissa.

9.1 Rakennekerrosten kiviainekset

Alueella on mahdollista käyttää sitomattomiin rakennekerrokseen yhteensä n. 1 000 000 m³ alueelta saatavaa kiviainesta. Tiivistetyn kiviaineksen tiheydeksi oletetaan 2 100 kg/m³, jolloin kiviaineksen massa on lähemmäs 2 100 000 tonnia. Kuljetuksen päästökertoimenä on 0,150 kg CO₂ per tkm. Murskauksen ja jalostuksen päästökertoimenä on 2 kg CO₂ per tonni.

Taulukko 10. Rakennekerrosten kiviainesten arvioitu CO₂-päästö.

Kustannuserä	Louhokselta tuotettuna	Tuotettuna hankealueella
Kuljetus (1,5 kg/t)	$1,5 \times 2\,100\,000\,t = 3\,150\,t\,CO_2$	0
Murskaus/jalostus (2 kg/t)	$2 \times 2\,100\,000\,t = 4\,200\,t\,CO_2$	$2 \times 2\,100\,000\,t = 4\,200\,t\,CO_2$
Yhteensä	~7 350 tonnia CO ₂	~4 200 tonnia CO ₂

Mikäli sitomattomien kerrosten rakentamiseen hyödynnetään hankealueelta saatavaa 1 000 000 m³ kiviainesta, voidaan saavuttaa merkittävä CO₂-säästö kuljetusten osalta. Arvioitu hiilidioksidipäästöero on noin 3 150 tonnia CO₂, kun verrataan tilannetta, jossa sama määrä materiaalia tuotaisiin 10 km:n päässä sijaitsevasta louhoksesta.

9.2 Alueen asfaltointi ja käytettävä kiviaines

Kierrätyskentän päällystettävä alue tulee olemaan todennäköisesti poikkeuksellisen laaja, karkeasti arvioiden noin 140 hehtaaria. Päällystystä vaaditaan, sillä alueella käsitellään jätemateriaaleja, ja erottelu pohjamaasta sekä vesien hallinta ovat keskeisessä asemassa. Mikäli päällystettyjen kerrosten yhteenlaskettu paksuus on keskimäärin 0,2 m, muodostuu kokonaismassaksi arviolta:

- Tilavuus: $1\,400\,000\,m^2 \times 0,2\,m = 280\,000\,m^3$
- Massa (tiheys 2300 kg/m³): $280\,000\,m^3 \times 2300\,kg/m^3 = 644\,000\,000\,kg$

Tämä tarkoittaa, että hanke vaatii noin **644 000 tonnia** asfalttimassaa, mikä tekee siitä erittäin suuren yksittäisen massakohteen.

Kuljetusten vaikutus

Yksi asfaltin kuljetuskuorma on tyypillisesti noin 25 tonnia, joten kokonaiskuormamäärä olisi noin:

- $644\,000\,t \div 25\,t/kuorma = 25\,760\,kuormaa$

Lähin toimiva asfalttiasema sijaitsee Okeroissa, noin 10 km:n etäisyydellä. Tämä tarkoittaa yhteensä 20 km / kuorma kuljetusmatkaa (meno-paluu). Kokonaiskuljetusmatka olisi näin ollen:

- $25\,760\,kuormaa \times 20\,km = \mathbf{515\,200\,km}$

Päästöt

Laskelmassa keskimääräinen päästökerroin asfaltin kuljetukselle 32 tonnin maansiirtoautolla on 0,150 kg CO₂e/tkm. Tällä perusteella kuljetusten hiilidioksidipäästöt olisivat:

- $644\,000\,t \times 20\,km \times 0,150\,kg\,CO_2/tkm = 1\,932\,000\,kg\,CO_2 = \mathbf{1932\,tonnia\,CO_2}$

Paikallisen asfalttiaseman ympäristöperustelut

Mikäli asfalttimassat tuotettaisiin alueelle perustettavalta tilapäiseltä asfalttiasemalta, kuljetusmatkat ja -tarve minimoituisivat, ja samalla voitaisiin hyödyntää myös alueelta saatavaa kiviainesta sitotun kerroksen osalta. Tilapäinen asfalttiasema

- vähentäisi CO₂-päästöjä jopa 1932 tonnia
- vähentäisi raskaan liikenteen määrää paikallistiestöllä
- säästäisi merkittävästi kuljetus- ja työaikakustannuksissa
- ja mahdollistaisi paikallisten materiaalien hyödyntämisen (kiviaines), jolloin säästetään luonnonvaroja ja vähennetään siirtokuljetusten ympäristökuormitusta.

Paikallinen asfalttiasema tukee siten sekä vähähiilisen rakentamisen että kiertotalouden tavoitteita ja on tämän mittakaavan hankkeessa perusteltu myös kokonaistaloudellisesti. Vaikka alueen kiviaineksen kulumiskestävyys ei ole kovin suuri, olisi sen käyttö hankkeessa perusteltua nimenomaan kokonaistalouden näkökulmasta.

Päästöjen laskentaan on käytetty massaoptimoinnin perusteella tehtyä alustavaa tasausvaihtoehtoa 3. Päästöjen kokonaisarviointi on erillisenä liitteenä 4.

10 Hankkeen toteuttamiskelpoisuuden arviointi ympäristönäkökohtien perusteella

Toteutuessaan Lahden seudun kierrätysalue tulee merkittävästi parantamaan maa-ainesten kierrätystä ja jätteiden käsittelyä. Suunnitellun kierrätysalueen toimintaan sisältyy erilaisten jättemateriaalien, kuten maankäytöstä ja rakentamisesta syntyvien ylijäämämaiden, rakennus- ja purkujätteiden (betoni, tiili, asfaltti) sekä eriasteisesti pilaantuneiden maa-ainesten vastaanotto, käsittely, kierrätys ja uusioraaka-aineiden valmistus. Tämä mahdollistaa tehokkaan materiaalien kierrätyksen ja vähentää uuden raaka-aineen tarvetta, edistäen alueen kiertotaloutta.

Kierrätysalue tarjoaa ympäristöystävällisen ratkaisun jätteiden käsittelyyn, sillä se mahdollistaa jätteiden tehokkaan lajittelun ja hyötykäytön. Esimerkiksi Lahden seudulla on jo ennestään vahvaa osaamista ja strateginen tavoite edistää kiertotaloutta, ja uusi kierrätysalue on merkittävä investointi tulevaisuuden elinkeinoelämään ja työllisyyteen. Tämän lisäksi alue tukee jätehuollon toimintoja kehittämään ja monipuolistamaan toimintaansa.

Kierrätysalueen rakentamiseen voidaan hyödyntää paikallisesti saatavia maa- ja kiviaineksia sekä kierrätysmateriaaleja. Alueen pohjarakentamisessa voidaan hyödyntää paikallisia ratkaisuja, kuten esikuormituspenkereitä alueelta saatavilla materiaaleilla, sekä esimerkiksi hankkeen omalla asfalttiasemalla, jolla saadaan merkittävät kustannussäästöt, sekä pienennetään merkittävästi kuljetusten CO₂-päästöjä. Koska alue on pinta-alallisesti suuri, tällä on merkittävä vaikutus sekä kustannuksiin, että rakentamisen hiilijalanjälkeen. Täyttöjä voidaan toteuttaa osittain alueelta saatavalla moreenilla, ja osittain esim. hankkeen omalla louheella/murskeella.

11 Yhteenveto ja suositukset

Hyvin toteutettu ennakkosuunnittelu on keskeisessä roolissa pyrittäessä minimoimaan kierrätysalueen rakentamisen aikaiset ympäristövaikutukset. Samalla voidaan merkittävästi pienentää rakentamisen kokonaiskustannuksia, erityisesti silloin, kun maan- ja kallioperämassojen hyödyntäminen tapahtuu mahdollisimman paikallisesti. Hankealueen laaja pinta-ala korostaa materiaalien sisäisen kierron ja logistiikan merkitystä kokonaiskustannusten hallinnassa.

Alueelle laaditun pohjatutkimuksen perusteella kierrätysalueen rajauksia on tarkennettu siten, että suunnittelualue ei ulotu Koivusillanjoen jokilaakson läheisyyteen. Rajaukset perustuvat alueen rakennettavuuteen ja stabiliteettiin, ja samalla varmistetaan, ettei rakentaminen tai alueen tuleva käyttö heikennä vesistöjen tilaa tai aiheuta haittaa paikalliselle ekosysteemille.

Selvityksessä on tunnistettu mahdollisuuksia vähentää rakentamisen hiilijalanjälkeä suunnittelemalla kenttä kahteen korkotasoon ja optimoimalla massatasapaino siten, että leikkaus- ja täyttömäärät pysyvät kohtuullisina. Alustavan tasauksen suunnittelussa on todennäköisesti otettu huomioon myös tulevien maarakennuskasojen vaikutus maisemakuvaan. Laskelmat kuitenkin osoittavat, että suunnitelman mukainen tasoittaminen tuottaa erittäin suuret määrät maa- ja kiviaineksia, eikä tämän toteuttaminen alkuperäisessä laajuudessaan ole kokonaistaloudellisesti perusteltua.

Selvityksen perusteella kustannustehokkain ratkaisu on alustava tasausvaihtoehto 3, jossa massatalous on tasapainoisin. Tässä vaihtoehdossa myös heikkolaatuisten, jatkokäyttöön huonosti soveltuvien savi- ja silttimaiden osuus jää vähäisemmäksi. Kalliokiviainesta muodostuu edelleen enemmän kuin hankkeen omiin tarpeisiin tarvitaan, mutta tätä voidaan mahdollisuuksien mukaan myydä lähialueiden rakennuskohteisiin. On kuitenkin huomattava, ettei kiviaines laadullisesti vastaa korkealaatuisten kiviaineksien vaatimuksia, joten sen kysyntä riippuu pitkälti hinnoittelusta sekä alueen aktiivisista rakennushankkeista. Pitkäkestoista kalliokiviaineksen ottotoimintaa ei kierrätysalueen kontekstissa pidetä tarkoituksenmukaisena, joten suunnittelussa tulee pyrkiä minimoimaan louhintamassojen määrää.

Tasausvaihtoehto 3 edellyttää kierrätysalueen toimintojen uudelleensuunnittelua sen mukaisesti. Samassa yhteydessä tulee huomioida myös hulevesien hallinta. Alueen laajuus, eri toiminnot ja käsiteltävät materiaalit edellyttävät, että hulevesialtaat sijoitetaan hajautetusti eri osa-alueille niiden toiminnallisten ja vesienlaadullisten erityispiirteiden mukaisesti. Hajautettu allasratkaisu parantaa veden puhdistumista, mahdollistaa aluekohtaisen kuormituksen hallinnan ja helpottaa altainen ylläpitoa.

On lisäksi todennäköistä, että alueen toimintaa ohjataan ympäristöluvalla, jolloin luvassa esitetään vaatimuksia hulevesien ja suotovesien laadun seurannalle. Tällaisessa tilanteessa on selkeä etu, jos valumavedet kerätään ja johdetaan toimintokohtaisiin, erillisiin altaisiin – näin eri osa-alueilta tulevan veden laatua voidaan seurata luotettavasti ja ongelmatilanteissa jäljittää niiden lähde.

Alueelle suositellaan laadittavaksi erillinen vesienhallintasuunnitelma, jossa esitetään yksityiskohtaisesti eri toimintojen hulevesien virtausreitit, käsittelymenetelmät ja rakenteet. Suunnitelman laatiminen edellyttää tietoa alueelle sijoitettavien materiaalien määrästä ja laadusta, ja se voidaan laatia esimerkiksi osana ympäristölupaprosessia tai siihen liittyvänä selvityksenä. Vesienhallintasuunnitelma tukee sekä lupaehtojen täyttämistä että alueen toiminnan suunnittelua kokonaisuutena."

12 Jatkotutkimustarpeet

Vaikka suunnittelualueen kokonaislaajuus kattaa noin 150 hehtaaria, on varsinainen tutkimuslupa saatu vain noin 65 hehtaarin alueelle. Tämän tutkimusalueen sisällä käytettävissä olleiden kairauspisteiden määrä on ollut melko vähäinen, noin 30 kappaletta, mikä ei tarjoa kattavaa kuvaa pohjaolosuhteista edes tutkimusluvan saaneella alueella. Tästä syystä käytettävissä oleva pohjatutkimusaineisto on koko suunnittelualueen mittakaavassa hyvin rajallinen.

Tilaajan pyynnöstä alustavat suunnitelmat, massalaskelmat sekä päästö- ja kustannusarvioinnit on laadittu koko 150 hehtaarin alueelle, perustuen osittain saatavilla olleisiin tutkimustuloksiin ja osittain pohjaolosuhteiden arviointiin. Tämän seurauksena esitetyt arviot ovat luonteeltaan karkeita ja sisältävät merkittävää epävarmuutta erityisesti massatasapainon, louhintatarpeen, maamassojen hyötykäytön sekä ympäristövaikutusten ja kustannusten osalta. Jotta suunnittelua voitaisiin jatkossa tarkentaa ja päätöksenteko pohjautuisi luotettavampaan tietoon, olisi perusteltua laajentaa pohjatutkimuksia kattamaan koko suunnittelualue. Samalla myös tutkimustiheyttä nykyisellä 65 hehtaarin alueella tulisi lisätä, jotta voidaan paremmin arvioida maaperän ja kallioperän vaihteluita sekä niihin liittyviä teknisiä ja taloudellisia reunaehtoja.

Massalaskentojen tarkentamiseksi suositellaan, että tutkimuksia toteutetaan koko alueelle kevenetyllä mutta kattavalla tutkimusverkolla. Suositeltava tutkimustiheys voisi olla noin 1 tutkimuspiste per 1,5–2 hehtaaria, mikä tarkoittaisi noin 75–100 tutkimuspistettä koko 150 hehtaarin alueelle. Tämä mahdollistaa jo merkittävästi tarkemmat arviot kallionpinnan vaihtelusta ja maapeitteiden paksuudesta kuin nykyinen tutkimusverkko, mutta pysyy edelleen kohtuullisena kustannusten näkökulmasta verrattuna tiheämpiin, esim. 25–50 metrin ruutuihin perustuviin verkkoihin, jotka yleensä rakennettavuusselvityksissä ovat suosituksena.

Lisäksi alueen pohjavesiolosuhteista ei ole tällä hetkellä saatavilla riittävää tietoa. Pohjaveden korkeustaso ja mahdolliset virtaussuunnat voivat vaihdella merkittävästi alueen sisällä topografisten ja geologisten tekijöiden johdosta. Suosituksena on, että alueelle asennetaan vähintään 6–8 pohjavesiputkea, jotka sijoitetaan maastonmuodot ja mahdolliset pohjavesialueet huomioiden. Tämä mahdollistaisi sekä pohjaveden pinnankorkeuden seurannan että vesinäytteiden oton tarvittaessa. Tarkempi tieto pohjavesiolosuhteista on keskeistä erityisesti tilanteissa, joissa alueella suunnitellaan merkittäviä leikkauksia, louhintaa tai muita pohjavesitasoon vaikuttavia toimenpiteitä. Pohjavesiseuranta tukee siten myös vesienhallinnan ja rakenteiden kuivatusratkaisujen suunnittelua sekä mahdollisten ympäristöriskien hallintaa.

Jatkotutkimukset ovat näin ollen keskeinen edellytys suunnitelmien tarkentamiselle, riskien hallinnalle sekä kustannustehokkaiden ja ympäristön kannalta kestävien toteutusratkaisujen valinnalle.

SELVITYKSESTÄ VASTAA

Taratest Oy

Turkkirata 9 A

33960 Pirkkala

p. 03-368 3322

www.taratest.fi

Yhteyshenkilö: Maria Penttilä

maria.penttila@taratest.fi

puh. 044 703 5944

LIITTEET

Liite 1. Kiviainesnäytteiden petrografiset kuvaukset, Labroc Oy

Liite 2. Taso- ja leikkauspiirustukset, Taratest Oy

Liite 3. Arvio kierrätysalueen perustamiskustannuksista, Taratest Oy

Liite 4. Päästöjen arviointi, Taratest Oy

LÄHTEET

Asfalttinormit. (2023). *Asfalttinormit 2023: Bitumipäällysteiden tekniset vaatimukset ja ohjeet*. Päällystealan neuvottelukunta PANK ry. Saatavilla: <https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2023/03/Asfalttinormit-2023.pdf> [Viitattu 14.4.2025].

Hollolan kunta. (2025). *Ympäristö ja kaavoitus Hollolassa*. Saatavilla: <https://www.hollola.fi> [Viitattu 14.4.2025].

Hollolan kunta. (2024). *Koivusillanjoen vesistötutkimukset 2022–2023 tutkimusraportti on valmistunut*. Saatavilla: <https://hollola.fi/ajankohtaista/uutiset/koivusillanjoen-vesistotutkimukset-2022-2023-tutkimusraportti-on-valmistunut/> [Viitattu 14.4.2025].

InfraCO₂. (2025). *Infrarakentamisen ilmastovaikutusten laskenta*. InfraCO₂-laskuri. Saatavilla: <https://infraco2.fi> [Viitattu 14.4.2025].

Kymijoen vesi ja ympäristö ry. (2023). *Koivusillanjoen vesistötutkimukset 2022–2023*. Tutkimusraportti 628/2023. Hollolan kunta. Saatavilla: https://hollola.fi/wp-content/uploads/2024/02/Koivusillanjoki_raportti_30.10.2023.pdf [Viitattu 14.4.2025].

Ramboll Finland Oy. 2020. *Lahden seudun kierrätyspuisto – Ympäristövaikutusten arviointiselostus*. Lahti: Salpakierto Oy. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi>

Salpakierto Oy. (2025). *Kiertotalous ja jätehuoltopalvelut Päijät-Hämeessä*. Saatavilla: <https://www.salpakierto.fi> [Viitattu 14.4.2025].

SFS-EN 13043. (2002). *Kiviainekset bitumipäällysteisiin ja pintauksiin*. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 7004. (2023). *Bitumipäällysteiden kiviainekset – Kansallinen soveltamisstandardi SFS-EN 13043:lle*. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 13242. (2002). *Rakentamiseen tarkoitetut kiviainekset sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin maa- ja vesirakentamisessa*. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

UUMA4-ohjelma. (2023). *Vähähiilinen esirakentaminen: Uusiomateriaalien käyttö esirakentamisessa*. Saatavilla: https://uusiomaarakentaminen.fi/wp-content/uploads/sites/5/2024/01/Vahahii- linen-esirakentaminen_UUMA4_2023_12_31.pdf [Viitattu 14.4.2025].

YKSINKERTAISTETTU PETROGRAFINEN ANALYYSI/ OHUTHIEANALYYSI:

Tilaja: Taratest Oy, Jani Sjölund	Tilaus-/ toimituspäivä: 11.3.2025	Kohde/ projektinnumero: Pukkomäentie, Hollola/ 22178
Näytetunnukset: N1, N2	Näytteiden materiaali: kiviaines	Näytepreparaatti: ohuthie
		Laboratorio: Oulu

Menetelmä:

Tutkimus suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratoriossa standardin SFS-EN 932-3 mukaan. Soveltuvuuslausunto perustuu BY 43 Betonin kiviainekset 2018 ohjeeseen ja standardeihin SFS-EN 12620+A1 betonikiviainekset, SFS-EN 13043 asfalttiainekset, SFS-EN 13242 sitomattomat kiviainekset, ja SFS-EN 13450 raidesepeli. AKR-luokittelu on tehty BY 74 ohje betonin alkalikiviainesreaktion hallitsemiseksi 2022 mukaan, jossa: luokka I alkalireaktio on epätodennäköinen, luokka II alkalireaktio on mahdollinen, luokka III alkalireaktio todennäköinen. Näytteenotosta ja soveltuvuuslausunnon lähtötiedoista vastaa tilaaja. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

Tutkija:



Tomi Tolppi, Tutkija, Geologi
p. 050 439 5079, tomi.tolppi@labroc.fi

Tarkastaja:



Antti Soini, Tutkija, Geologi
p. +358 44 582 0016, antti.soini@labroc.fi

SOVELTUVUUS:

Näyte koostuu osin heterogeenisesta ja deformoidusta graniittigneissistä. Kiviainekappaleiden päämineraalit ovat maasälvät, kvartsi ja biotiitti. Näytteessä N2 myös amfibolit.

Kiviainekappaleissa on potentiaalista alkalireaktiivista kvartsia alle 15 % ja haitallisia mineraaleja enintään 20 %. Kiviaines kuuluu petrografisen luokituksen mukaan AKR luokkaan I. Sähkönjohtavia mineraaleja on alle 1 %.

Petrografisen tutkimuksen perusteella kiviaines soveltuu käytettäväksi betoniin, asfalttiin, raidesepeliin ja sitomattomiin rakenteisiin.

Näyte N1

graniittigneissi, palanäytteen koko: 130 x 100 x 70 mm

Kivilajit ja mineraalit:

- näyte koostuu kiviainekappaleista (100 %): graniittigneissi (väriltään tumma-punertava):
 - maasälvät 60 %
 - kvartsi 20 %
 - biotiitti 15 %
- muut: muskoviitti/serisiitti, amfibolit, malmimineraalit, allaniitti, kloriitti, zirkoni
- mineraalit ovat osin suuntautuneita, kivi on paikoin raitainen
- mineraalien raekoko vaihtelee 0,01-6,0 mm, keskimäärin 1,8 mm

Rakeiden muoto, pinnan laatu, pyöristyneisyys:

- rakeet ovat osin karkeapintaisia

Muuttuminen:

- ei merkittävää

Rapautuneisuus:

- ei havaittavissa

Huokoisuus:

- ei havaittavissa

Mikrorakoilu:

- ei havaittavissa

Haitalliset mineraalit:

- pehmeiden/rapautumisherkkien/liukenevien mineraalien määrä on alle 20 %
- sähkönjohtavia mineraaleja on tasaisesti jakautuneena kivessä alle 1 %

Alkalireaktiivisuus:

- mahdollisesti alkalireaktiivista, hienorakeista kvartsia on havaittavissa vähän
- potentiaalisen reaktiivisen kvartsin määrä koko kiviaineksessa on alle 15 %

Näytekuva



Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n kirjallisen luvan perusteella.

Näyte N2

deformoitunut graniittigneissi, palanäytteen koko: 100 x 100 x 70 mm

Kivilajit ja mineraalit:

- näyte koostuu kiviainekappaleista (100 %): graniittigneissi (väriltään tumma-punertava):
 - maasälvät 40 %
 - kvartsi 25 %
 - biotiitti 18 %
 - amfibolit 10 %
- muut: muskoviitti/serisiitti, malmimineraalit, zirkoni
- mineraalit ovat voimakkaasti suuntautuneita, kivi on raitainen ja deformoitunut
- mineraalien raekoko vaihtelee 0,01-4,2 mm, keskimäärin 1,2 mm

Rakeiden muoto, pinnan laatu, pyöristyneisyys:

- rakeet ovat osin karkeapintaisia

Muuttuminen:

- ei merkittävää

Rapautuneisuus:

- ei havaittavissa

Huokoisuus:

- ei havaittavissa

Mikrorakoilu:

- ei havaittavissa

Haitalliset mineraalit:

- pehmeiden/rapautumisherkkien/liukenevien mineraalien määrä on alle 20 %
- sähkönjohtavia mineraaleja on tasaisesti jakautuneena kivessä alle 1 %

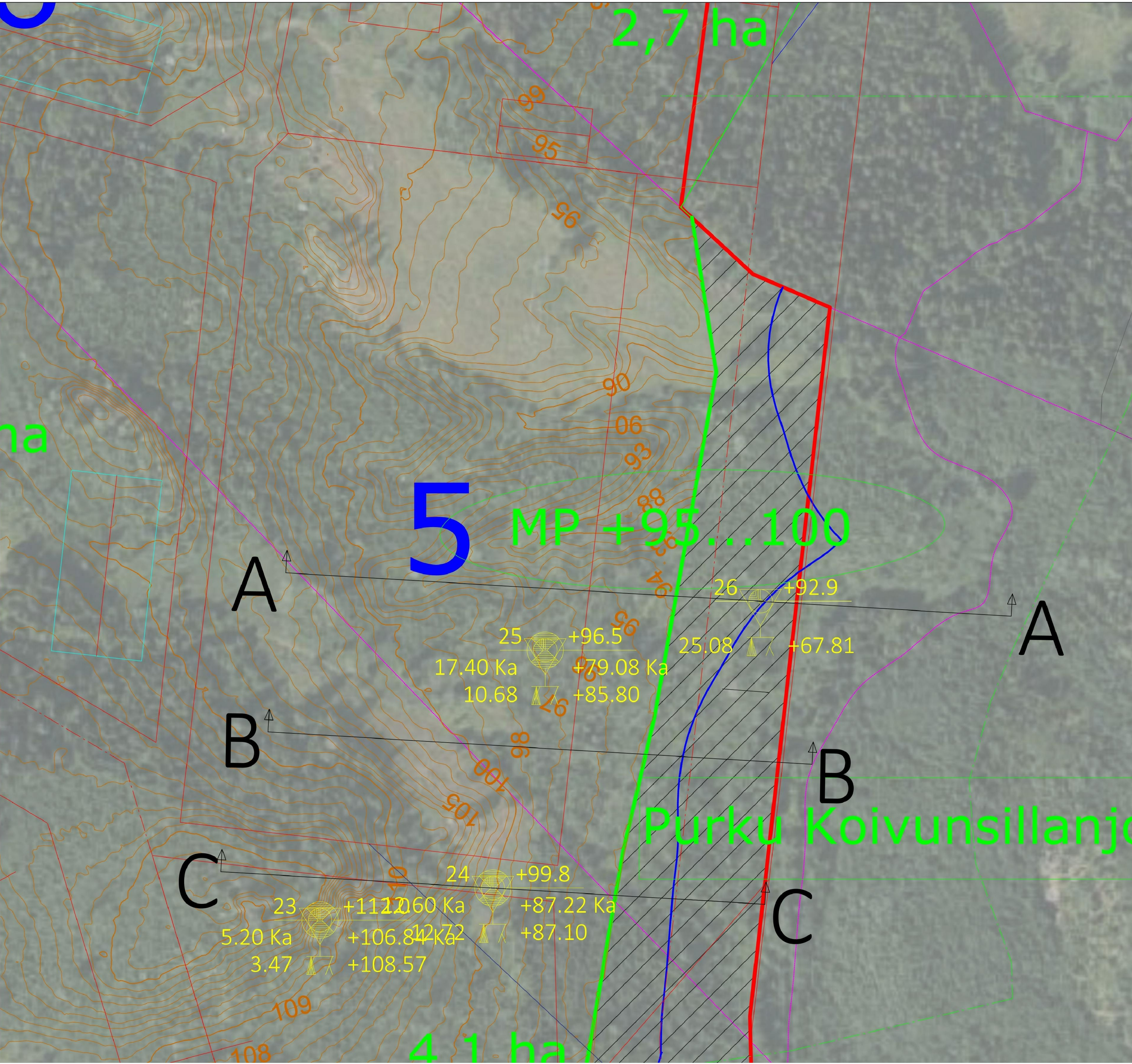
Alkalireaktiivisuus:

- mahdollisesti alkalireaktiivista, hienorakeista kvartsia on havaittavissa vähän
- potentiaalisen reaktiivisen kvartsin määrä koko kiviaineksessa on alle 15 %

Näytekuva



Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n kirjallisen luvan perusteella.



- Kalliopinnan malli muodostettu kairauksien sekä avokallioiden perusteella, sekä käytetty laskennassa arviointeja ja optimointeja niiden alueiden osalta, joilta pohjatutkimustietoa ei ollut saatavilla
- Maanpinnan malli muodostettu kairauksien sekä MML aineiston perusteella
- Kentän tason malli pohjautuu ympäristöselvityksessä esitettyyn kustannustehokkaimpaan vaihtoehtoon nro 3

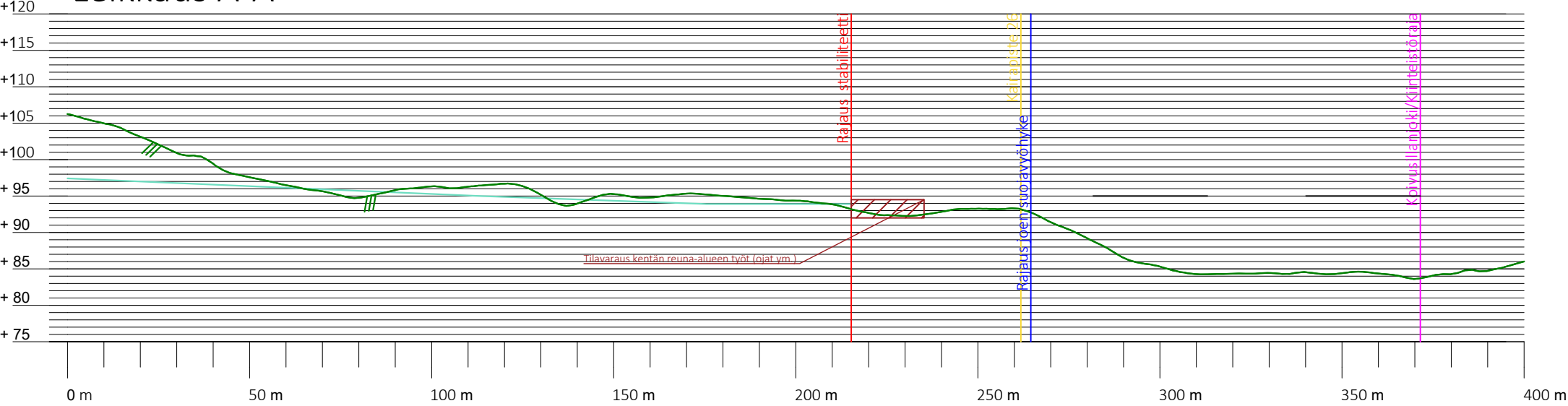
Tausta-aineistot:

- MML laserkellaus
- pohjatutkimukset Taratest Oy
- kiinteistörajat MML avoin data, luettu 20.2.2025
- Kierrätysalueen alustavan suunnitelmat, Ramboll Finland 2021
- Ilmakuva © Lahden Kaupunki, aineistot

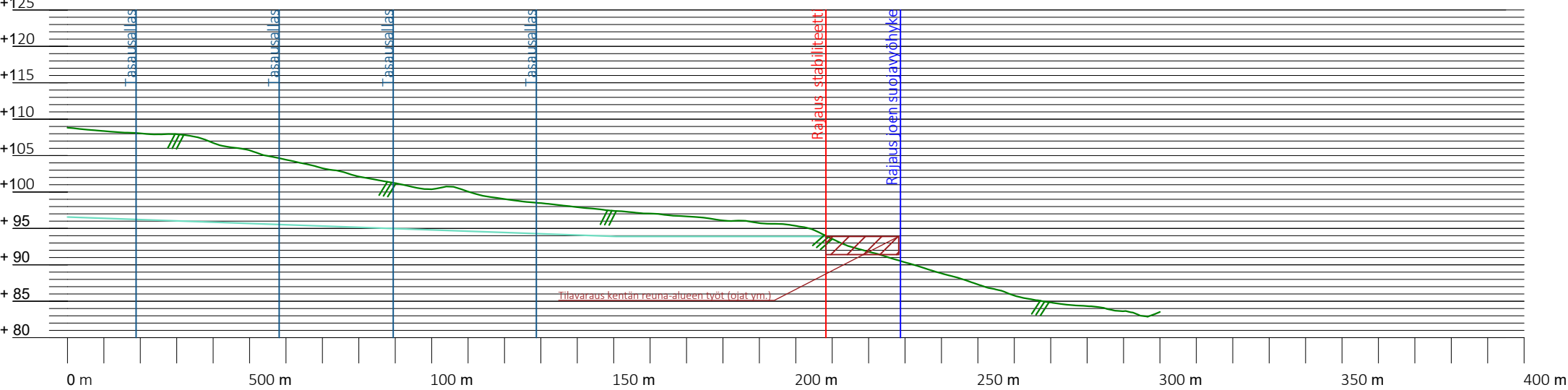
Suunnitelmien koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä:
ETRS-GK26 ja N2000.

Rev	PVM	Tekijä	Muutokset	
KAUPUNGIN KORTTELILUOKKA		KORTTELILUOKKA	TONTTIKUNNUS	VIRKAMÄÄNÄISTEN ARVIOINTIKÄYTTÖÄ VARTEN
452		3	43/62	
RAKENNUSKORTTELIN NIMI JA Osoite			PERUSTUSALUE	
			GEO	
RAKENNUSKORTTELIN NIMI JA Osoite			PERUSTUSALUEEN OSAUUS	
Nostava Puukkomäentie, tutkimus ja selvitys 22178 Hollola			Kierrätysalueen suunnittelu 1:5000	
			Stabiiliteettilaskentaa varten	
SUUNNITTELUUN		PIK. E	15.4.2025	MP
SUUNNITTELUUN		TYÖNNO	PERUSTUS NRO	MAASTO
GEO		22178	701	

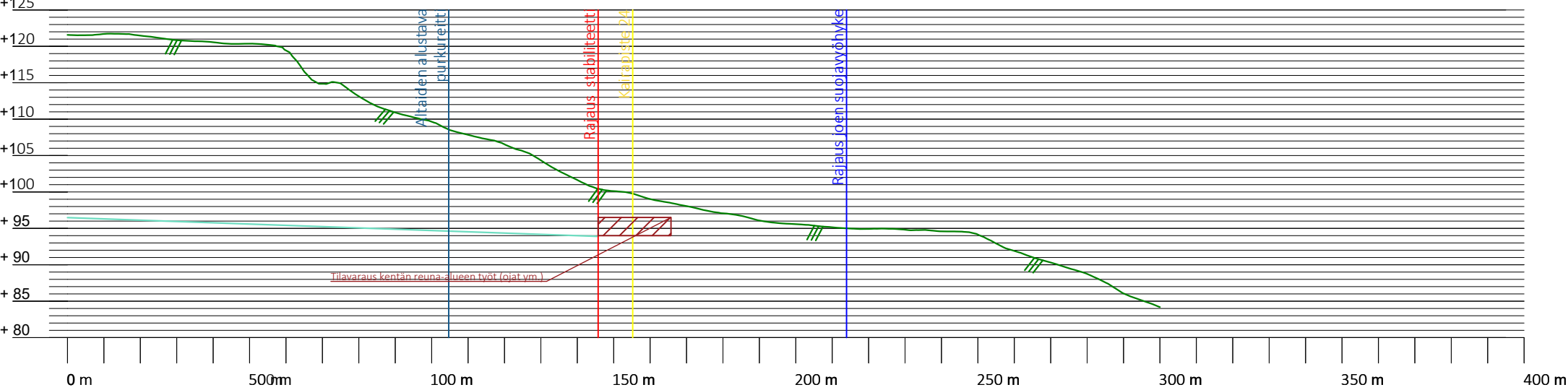
Leikkaus A-A



Leikkaus B-B



Leikkaus C-C



Hollolan kunta



22178-201
Kierrätysalue
Jokilaakson reunan luiskaus -
leikkaukset A-B
1:750/1:1500
MAP 16.5.2025

- Tausta-aineistot:
- MML laserkeilaus
 - pohjatutkimukset Taratest Oy
 - kiinteistörajat MML avoin data, luettu 20.2.2025
 - Kierrätysalueen alustavan suunnitelmat, Ramboll Finland 2021
 - Ilmakuva © Lahden Kaupunki, aineistot

Suunnitelmien koordinaatisto ja
korkeusjärjestelmä: ETRS-GK26 ja N2000.

- maanpinta nykytilassa
- arvioitu kallionpinta (suuntaa antava)
- tunnettu kallionpinta
- maisemoitu lopputilanteen pinta
- louheen kaivutaso / työskentelykentän murskeella kiilattu pintataso (=pohjataso)
- suuntaa antava poraustaso (irtilouhinta / ohiporaus)

Maarakennusurakan kustannusten vaihteluväli, Hollola kenttä

Toiminto		Kuvaus	Käytettävät koneet/materiaalit	Alue/Määrä	Mahdollisia huomioita	Kustannukset (arvio)	Määrä (arvio)	Kustannus minimi – maksimi (€, ALV 0)
1	Hakkuutyöt	Puuston poisto ja lähikuljetus (5-10 km)	Metsäkone, kuorma-autot	53 ha metsää	Alueen suuri koko ja maasto vaikuttavat hakkuun kustannuksiin	15–30 €/m³ tukkipuuta	53 ha metsää, josta 60 % tukkipuuta	94 500 € – 189 000 €
2	Pintamaan poisto	Eloperäisen maakerroksen poisto ja lähikuljetus	Kaivinkone, kuorma-autot	Koko alue, paksuus (m)	Arviolta n. 0,2 m	2-5 €/m³	157 ha	3 140 000 € – 7 850 000 €
3	Louhinta	Kallion tai kovan maamassan räjäyttäminen ja rikotus, jos mekaaninen irrotus ei ole mahdollista	Räjähteet, kaivinkoneet	Kalliokiviaineksen louhinnan määrä		20-22 €/m³	3 400 000 m3	68 000 000 € – 74 800 000 €
4	Murskaus	Murskattavien kiviaineisten valmistaminen kuljetuskäyttöön ja rakennusmateriaaliksi	Murskain, seulontakoneet, kaivinkoneet	Kalliokiviaineksen louhinnan määrä		8–18 €/m³	3 400 000	27 200 000 € – 61 200 000 €
5	Kaivuut (perustustyöt)	Kaivaminen maata perustusten tai muiden rakenteiden alle	Kaivinkone, kuormaaja, dumpperit	3 575 000 m3		5–12 €/m³	3 575 000	17 875 000 € – 42 900 000 €
6	Täyttökerrosten rakentaminen	Täyttökerrosten rakentaminen ja tiivistys	Moreeni, kiviaines, tiivistyskoneet	2 670 000 m3		7-12 €/m³	2 670 000	18 690 000 € – 27 040 000 €
7	Rakennekerrosten rakentaminen	Rakennekerrosten rakentaminen täytön päälle	Osa rakennekerroksista alueelta	Arvio rakennekerrosten paksuudesta 1,15 m, (jakava 80 cm, kantava 15 cm, sidottu 20 cm)		7–12 €/m³	140 ha	17 705 000 € – 27 900 000 €
		 Josta kiviaineksien materiaalikustannukset	Kantava kerros ja tasauseros kuljetettuna alueelle	KaM 0/32	196 000 m3, 18 000 m3	15-20 €/tn	429 000 tn	6 435 000 € - 8 580 000 €
8	Suuntaus ja tasaus	Alueen tasaaminen ja suuntauksen korjaaminen	Laserkeilaus, tasaimet, kaivinkoneet	Koko alue		2-4 €/m²	140 ha	2 800 000 € – 5 600 000 €
9	Asfaltointityö, kuljetus ja massa	Tavallinen asfaltoinnin toteuttaminen	Asfaltointikoneet, työ, asfalttimassa, kuljetus	Tiealue ja kenttä, m² (20 cm)	Suuren alueen asfaltointikustannukset voivat vaihdella tästä	3-5 €/m²	140 ha	14 504 000 € – 17 304 000 €
		 Josta asfaltin kuljetus	Kuljetus 10 km päästä		Sisältyy kok. asfaltointiin	10 €/tn	644 000 tn	6 440 000 € – 6 440 000 €
		Ja asfalttimassa	Asfalttibetonin hinta		Sisältyy kok. asfaltointiin	6 €/tn	644 000 tn	3 864 000 € – 3 864 000 €
10	Ojien kaivu	Ojien kaivaminen hulevesien ja muiden vesien poistamiseksi	Kaivinkone, kuormaaja	Ojan pituus, syvyys (m)		10–20 €/m³	7000 m	70 000 € – 140 000 €
11	Hulevesialtaiden kaivu	Hulevesialtaiden kaivaminen ja muotoilu vesien keräämistä varten	Kaivinkone, kuormaaja	Altaiden määrä ja koko	Vedenkeruujärjestelmien tarkempi suunnittelu vaikuttaa kustannuksiin	5–12 €/m³	20 000 m³	100 000 € – 240 000 €
12	Hulevesikaivot (asennus)	Hulevesikaivojen asennus ja liittäminen hulevesijärjestelmään	Kaivot, kaivinkoneet, kuljetus	kpl	Osa viivytyksestä altailla	500-1300 €	250 kpl	125 000 € – 325 000 €
13	Öljynerotuskaivot (asennus)	Öljynerotuskaivojen asennus ja liittäminen hulevesijärjestelmään	Kaivot, kaivinkoneet, kuljetus	kpl		400-800 €	20 kpl	8 000 € – 16 000 €
14	Rumpujen asentaminen	Rumpujen asennus tien ja muun kulkuväylän ali veden kulun hallitsemiseksi	Rummut, kaivinkone, liikenneväylän suojaukset		Rumpujen koko ja määrä tarkentuu jatkosuunnitelmissa	50–150 €/rummun asennus	10-20 kpl	500 € – 3 000 €
15	Putkiston asennus	Hulevesiputkiston asennus ja liittäminen hulevesijärjestelmään	Putket, kaivinkoneet, kuljetuskalusto	9 km sadevesiputkistoa	Muoviputki 200-800 mm	28-60 €/jm	9 km	252 000 € – 540 000 €
Maarakennuskustannukset yhteensä (ALV 0)								170 564 000 € – 266 047 000 €
Mahdolliset tuotot kiviaineksen myynnistä (ALV 0)			Murske KaM 0/150			20-15 €/tn	6 480 000	129 600 000 € – 97 200 000 €
Maarakennuskustannukset tuottojen jälkeen								40 964 000 € – 168 847 000 €
Maarakennuskustannukset yhteensä (milj. €, ALV 0)								41 milj. € – 169 milj. €

Kustannussäästö n. 7 milj. € asfaltoinnin toteuduttua omalta asfalttiasemalta

9	Paikallinen asfalttiasema	Tilapäisen asfalttiaseman perustaminen kiinteistölle	Asema, aseman kuljetus ja kasaus		Hinta riippuu aseman tyypistä	kpl	1	400 000 € – 900 000 €
9	Asfaltointi omalta asemalta	Asfaltointi ja asfalttimassa, asfalttimassan hinnasta poistettu kiviaineksen hinta	Asfaltointikoneet, massan käsittely	Tiealue ja kenttä, m² (20 cm)	Omaa kiviainesta käyttäen	3-5 €/m², 5 €/tn	140 ha	7 486 400 € – 8 235 040 €
Maarakennuskustannukset yhteensä (milj. €, ALV 0)								34 milj. € – 161 milj. €

Kustannusarvion vaihteluväli johtuu alueen suuresta koosta ja useista epävarmuustekijöistä. Matalampiin kustannuksiin voidaan päästä, jos työt sujuvat ilman keskeytyksiä, eikä tarvita suuria kalustohankintoja. Kilpailukykyinen urakointi ja vakaat markkinahinnat tukevat tätä. Korkeammat kustannukset voivat toteutua, jos hanke kohtaa logistiikkaongelmia, työ keskeytyy usein ja alueen maasto osoittautuu työn kannalta erityisen haasteelliseksi. Mahdollinen rakennusalan taantuma tai markkinahintojen nousut lisäävät kustannuksia.

Taratest Oy ei vastaa kustannusarvion oikeellisuudesta. Arvio perustuu huhtikuussa 2025 käytettävissä olleisiin julkisiin maarakennustöiden kustannustietoihin, ja se on tarkoitettu suuntaa-antavaksi.

Maarakennusurakan arvioitua hiilidioksidipäästöjä, Hollola kenttä

Toiminto		Kuvaus	Käytettävät koneet/materiaalit	CO2e, kg/yksikkö	Yksikkö	Määrä	Päästöt CO2e, tonnia
1	Hakkuutyöt	Puuston poisto ja lähikuljetus (5-10 km)	Metsäkone	1,67	tkm	5670 tn	1 013
			Kuorma-auto	0,163	tkm	106 km	
2	Pintamaan poisto	Eloperäisen maakerroksen poisto ja lähikuljetus	Kaivinkone	36	h	1480 h	160
			Kuorma-auto	0,163	tkm	314 km	
3	Louhinta	Kallion tai kovan maamassan räjäyttäminen ja rikotus, jos mekaaninen irrotus ei ole mahdollista	Räjähteet	1,23	kg	2000 tn	7 626
			Kaivinkone 3 kpl	36	h	41 000 h	
			Kallioporavaunu	18	h	41 000 h	
4	Murskaus	Murskattavien kiviaineisten valmistaminen kuljetuskäyttöön ja rakennusmateriaaliksi (3 400 000 m3)	Murskain	105	h	58 m3/h	12 076
			Seulontakone	29	h	58 m3/h	
			Kaivinkone 2kpl	36	h	58 m3/h	
5	Kaivuut (perustustyöt)	Kaivaminen maata perustusten tai muiden rakenteiden alle (3 575 000 m3)	Kaivinkone	36	h	70 m3/h	6 231
			Pyöräkuormaaja	39	h	70 m3/h	
			Dumpperi	47	h	70 m3/h	
6	Täyttökerrosten rakentaminen	Täyttökerrosten rakentaminen ja tiivistys (2 670 000 m3, n. 1 milj. m3 alueelta)	Moreeni	0,006	kg	1 670 000 m3	21 552
			Tiivistyskone	29	h	21000 h	
			Dumpperi	47	h	21000 h	
			Kaivinkone	36	h	21000 h	
7	Rakennekerrosten rakentaminen	Rakennekerrosten rakentaminen täytön päälle	Kiviaines	0,006	kg	140 ha, 1,15 m	370 502
			Tiivistyskone	29	h		
			Dumpperi	47	h		
			Kaivinkone	36	h		
		 Josta kiviaineeksi tuonti (214 000 m3)	Kantava kerros ja tasauseros kuljetettuna alueelle	0,006; 0,108	kg, tkm	321 000 tn, 10 km	348 606
8	Suuntaus ja tasaus	Alueen tasaaminen ja suuntauksen korjaaminen, maamassojen siirto	Laserkeilaus	0,02	kWh	140 ha, 1100 h	72
			Dumpperi	47	h		
			Tiivistyskone	29	h		
			Kaivinkone	36	h		
9A	Koko asfaltointityö, kuljetus ja massa*	Tavallinen asfaltoinnin toteuttaminen	Asfaltinlevityskone, jyrä	45, 28	h	3600 h	31 181
			Asfalttimassa	0,045	kg	644 000 tn	
			Kuorma-auto	0,150	tkm	20 km	
		Josta asfaltin kuljetus*	Kuljetus työmaalle 10 km päästä	0,15	tkm	644 000 tn	1 932
		Josta asfalttimassa*	Asfalttibetoni	0,045	kg	644 000 tn	28 980
11	Ojien kaivu	Ojien kaivaminen hulevesien ja muiden vesien poistamiseksi	Kaivinkoneet 3kpl	34	h	3*33 h	4
12	Hulevesialtaiden kaivu	Hulevesialtaiden kaivaminen ja muotoilu vesien keräämistä varten	Kaivinkoneet 3kpl	34	h	3* 95 h	10
13	Hulevesikaivot (asennus)	Hulevesikaivojen asennus ja liittäminen hulevesijärjestelmään	Kaivo	565	kpl	250 kpl	146
			Kaivinkone	36	h	60 h	
			Kuorma-auto	0,163	tkm	600	
14	Öljynerotuskaivot (asennus)	Öljynerotuskaivojen asennus ja liittäminen hulevesijärjestelmään	Kaivo	103	kpl	20 kpl	3
			Kaivinkone	36	h	20	
			Kuorma-auto	0,163	tkm	200	
15	Rumpujen asentaminen	Rumpujen asennus tien ja muun kulkuväylän ali veden kulun hallitsemiseksi	Rummut	63	kpl	15 kpl	2
			Kaivinkone	36	h	38	
			Kuorma-auto	0,163	tkm	200	
16	Putkiston asennus	Hulevesiputkiston asennus ja liittäminen hulevesijärjestelmään	Putket	25	m	9000 m	232
			Kaivinkone	36	h	200	
			Kuorma-auto	0,163	tkm	340	
Maarakennusurakan hiilidioksidipäästöt (tonnia CO2e) yhteensä							450 810
Maarakennusurakan hiilidioksidipäästöt yhteensä							450 810 tonnia CO2e

Päästösäästö n. 4 800 tonnia CO2e asfaltoinnin toteuduttua omalta asfalttiasemalta

9B	Asfalttiasema	Asfalttiaseman perustaminen kiinteistölle	Asema, aseman kuljetus ja kasaus	2500	kpl	1	16 405
				0,163	tkm	12000	
				47	h	6440	
9B	Asfaltointityö omalta asemalta	Asfaltointityö, asfalttimassan päästöistä vähennetty oman kiviaineksen käytöllä saatava päästövähennys	Asfaltinlevityskone, jyrä	45, 28	h	3736	9 936
			Asfalttimassa ja käsittely	0,047	kg	644 000 tn	
Maarakennusurakan hiilidioksidipäästöt yhteensä							445 969 tonnia CO2e